

П.В. Бурков¹,
П.Н. Щербakov¹,
М.А. Дерхо¹,
М.Б. Ребезов^{2,3} ✉

¹ Южно-Уральский государственный аграрный университет, Троицк, Российская Федерация

² Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Российская Федерация

³ Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова Российской академии наук, Москва, Российская Федерация

✉ rebezov@ya.ru

Поступила в редакцию:
28.08.2022

Одобрена после рецензирования:
29.08.2022

Принята к публикации:
29.09.2022

Pavel V. Burkov¹,
Pavel N. Scherbakov¹,
Marina A. Derkho¹,
Maksim B. Rebezov^{2,3} ✉

¹ South Ural State Agrarian University, Troitsk, Russian Federation

² Ural State Agricultural University, Yekaterinburg, Russian Federation

³ V. M. Gorbato Federal Scientific Center of Food Systems of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

✉ rebezov@ya.ru

Received by the editorial office:
28.08.2022

Accepted in revised:
29.08.2022

Accepted for publication:
29.09.2022

Особенности формирования поствакцинального иммунитета против цирковирусной инфекции свиней и его коррекции

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Профилактика цирковирусных заболеваний в свиноводстве является одной из актуальных проблем в отрасли. В статье приведены данные по результатам использования двух схем введения вакцин против цирковирусной инфекции пороссятам по иммунологическим, биохимическим и зоотехническим показателям.

Методы. Работы выполнены на пороссятах, которых в 21-суточном возрасте привили вакциной Ингельвак ЦиркоФЛЕКС (Германия) против цирковируса, но в опытной группе ее вводили совместно с «лейкоцитарным лизатом», полученным от гипериммунизированных данной вакциной доноров. Оценку результативности формирования поствакцинального иммунитета проводили по результатам иммунологических, биохимических, зоотехнических и статистических исследований.

Результаты. Установлено, что при сочетании вакцинации с введением «лейкоцитарного лизата» от гипериммунизированных доноров количество пороссят с положительной пробой на присутствие вируснейтрализующих антител составило 79,30–82,33%, в контроле — 67,80–71,60%. В крови пороссят опытной группы концентрация общего белка и альбуминов, начиная с 60-суточного возраста, превышает уровень контроля на 7,73–8,68 и 17,84–30,27% соответственно, как результат изменений в лейкоцитарном пуле крови в границах нормы. В опытной группе по сравнению с контрольной увеличивается сохранность животных на 9,02%, живая масса пороссят в конце периода доращивания — на 12,88 кг, или 31,85%, из расчета на одну голову и величина среднесуточных приростов живой массы — на 90 г, или 26,01%.

Ключевые слова: свиньи, вакцинация, схема вакцинации, поствакцинальный иммунитет, цирковирус

Для цитирования: Бурков П.В., Щербakov П.Н., Дерхо М.А., Ребезов М.Б. Особенности формирования поствакцинального иммунитета против цирковирусной инфекции свиней и его коррекции. Аграрная наука. 2022; 363 (10): 32-37. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-363-10-32-37>

© Бурков П.В., Щербakov П.Н., Дерхо М.А., Ребезов М.Б.

Aspects of the formation of post-vaccination immunity against porcine circovirus infection and its correction

ABSTRACT

Relevance. Prevention of circovirus diseases in swine management is one of the urgent problems in the industry. The article provides data on the results of the use of two regimens for administering vaccines against circovirus infection to piglets according to immunological, biochemical and zootechnical indicators.

Methods. The work was carried out on piglets, which were vaccinated with "Ingelvak CircoFLEX" vaccine (Germany) against circovirus at the age of 21 days, in the experimental group it was administered together with "leukocytic lysate" obtained from donors hyperimmunized with this vaccine. Evaluation of the effectiveness of post-vaccination immunity formation was carried out based on the results of immunological, biochemical, zootechnical and statistical studies.

Results. It was established that when the vaccination was combined with the introduction of «leukocytic lysate» from hyperimmunized donors, the number of piglets with a positive test for the presence of viral neutralizing antibodies was 79.30–82.33%, in the control — 67.80–71.60%, as a result of changes in the leukocytic blood pool within the normal limits. In piglets of experimental group blood concentration of total protein and albumins starting from 60-day age exceeds control level by 7.73–8.68 and 17.84–30.27% respectively. In the experimental group, compared with the control group, the co-storage of animals is increased by 9.02%, the live weight of piglets at the end of the nursery period is increased by 12.88 kg, or 31.85%, based on one head and the value of medium increases in live weight — by 90 g, or 26.01%.

Key words: pigs, vaccination, vaccination schedules, post-vaccination immunity, circovirus

For citation: Burkov P.V., Shcherbakov P.N., Derkho M.A., Rebezov M.B. Aspects of post-vaccination immunity formation against porcine circovirus infection and its correction. Agrarian science. 2022; 363 (10): 32-37. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-363-10-32-37> (In Russian).

© Burkov P.V., Shcherbakov P.N., Derkho M.A., Rebezov M.B.

Введение / Introduction

Рентабельность свиноводства напрямую связана с уровнем организации профилактических мероприятий на промышленных комплексах [1–5]. Цирковирусные болезни свиней (ЦВБС) — одно из экономически значимых заболеваний свиней [6, 7]. Цирковирусная инфекция свиней, вызываемая цирковирусом 2-го типа (ЦВС-2), является одним из самых распространенных заболеваний в современных свиноводческих комплексах. Она подавляет иммунную систему хозяина, учащает инфицирование и усиливает репликацию других патогенов; наиболее часто происходит дополнительное заражение вирусом репродуктивного и респираторного синдрома свиней, парвовирусом свиней, вирусом свиного гриппа, *Mycoplasma hyopneumoniae* и видами *Salmonella* [8–10]. Поэтому данную группу заболеваний принято называть «болезни, ассоциированные с цирковирусом свиней» [11].

В качестве основной меры профилактики вирусных инфекций, значительно минимизирующей потери, используют вакцинацию [12–14]. Использование вакцин позволяет снизить заболеваемость и повысить эффективность свиноводческого производства. По данным [12], вакцины против ЦВС-2 являются самым продаваемым профилактическим средством в свиноводстве. Они эффективны в индукции гуморального и клеточного иммунитета. Однако, несмотря на это инфекция ЦВС-2 все еще широко распространена среди вакцинированного поголовья. В исследованиях [15] отмечено, что при эпидемиологическом исследовании образцов сыворотки крови и тканей в вакцинированной стаде выявляется у каждой четвертой свиньи в условиях соблюдения режимов вакцинации. Это свидетельствует о том, что современные вакцины не обеспечивают полную иммунологическую защиту свиней от циркулирующего генотипа вируса [12]. Данная проблема актуализирует поиск путей, повышающих эффективность формирования поствакцинального иммунитета. В настоящее время предложено вакцинацию сочетать с введением таких иммуномодуляторов, как «Бетулин-ПГ» [16], антителосодержащие сыворотки [17], лигфол [18], селена [19] и т. д.

В связи с этим целью нашей работы явилась оценка эффективности способа повышения поствакцинального иммунитета, формируемого у поросят против цирковирусной инфекции, за счет использования «лейкоцитарного лизата», полученного от гипериммунизированных доноров.

Материал и методы исследования / Materials and method

Исследовательская часть работы согласована с ветслужбой ООО «Агрофирма Ариант» (Челябинская обл.). Дизайн работы предусматривал формирование двух групп из подсосных поросят: I группа — контрольная ($n = 3618$), II группа — опытная ($n = 3545$). Поголовье опытной и контрольной групп было привито вакциной «Ингельвак ЦиркоФЛЕКС» (Германия) против цирковируса в соответствии с рекомендациями производителя на 21-й день жизни. Животным опытной группы вакцинацию сочетали с введением «лейкоцитарного лизата» в дозе 0,20 мл на 1 кг живой массы. Лизат имел активность 100 ± 10 ЭЕА/мл и был получен от доноров, гипериммунизированных используемой вакциной.

Поросят опытной и контрольной групп отнимали от матерей в 23–24-суточном возрасте, переводили в цех дорастивания, распределяя по групповым

клеткам по 20–25 голов. Технология кормления и содержания животных соответствовала рекомендациям Genesis.

Для лабораторных исследований у 5% животных, отобранных случайным образом, в 35-, 60- и 90-суточном возрасте (на 15-е, 40-е и 70-е сутки после вакцинации) отбирали образцы крови из краниальной полостной вены. Цельную кровь использовали для определения количества лейкоцитов, лимфоцитов и моноцитов на гематологическом анализаторе «Mindray BC 2800 Vet» (Китай) с видоспецифичными настройками для свиней; сыворотку крови — для определения: 1) специфических антител к цирковирусу при помощи наборов «ЦИРКО-Серотест» (ООО «Ветбиохим», Россия) иммуноферментным методом в соответствии с инструкцией по применению набора (для анализа использовали образцы сыворотки крови от 60- и 90-суточных поросят). Положительной проба считалась в том случае, если коэффициент связывания конъюгата с антителами сыворотки крови был более 20%; 2) биохимических показателей (общий белок (г/л), альбумины (г/л) — колориметрическим методом и глобулины (G, г/л) — расчетным методом).

Дополнительно определяли сохранность поголовья, среднюю живую массу (кг) поросят в конце периода дорастивания и уровень среднесуточных приростов живой массы (г) за период дорастивания.

Статистический анализ предусматривал расчет среднего значения признака (X) и его стандартной ошибки (Sx), был выполнен при помощи пакета программы «VERSA». Значимость различий была установлена на уровне $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

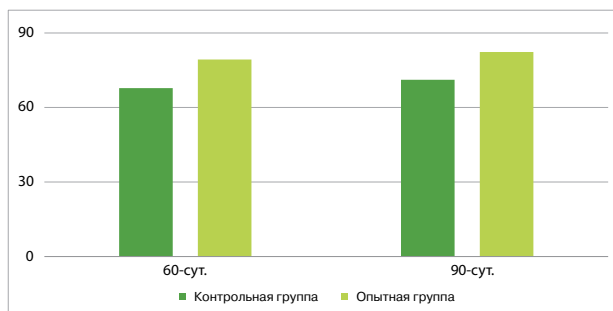
В условиях промышленного выращивания поросят период дорастивания является одним из наиболее критических, так как сопровождается наибольшим отходом животных. Поэтому при оценке эффективности вакцинации он и был выбран нами для учета.

Для выявления вируснейтрализующих антител в поствакцинальный период нами был использован метод ИФА, так как он корректно позволяет выявлять положительно и отрицательно реагирующих животных [20, 21]. При сравнительной оценке поголовья опытной и контрольной групп по содержанию специфических антител в сыворотке крови 60- и 90-суточных поросят (на 40-е и 70-е сутки после вакцинации) было выявлено, что количество положительных проб статистически значимо не зависело от срока исследований, а колебалось в рамках математической погрешности. Поствакцинальные антитела в контроле и опыте на 40-е и 70-е сутки после вакцинации выявлялись у 67,80–71,60 и 79,30–82,33% поросят в 5%-ной выборке каждой группы (рис. 1). Это дает основание утверждать, что к 40-м суткам после вакцинации гуморальный иммунитет практически полностью развивается в организме животных.

Результаты наших исследований по оценке эффективности формирования напряженности иммунитета после вакцинации согласуются с данными [13]. Автор отмечал, что количество положительных проб у вакцинированных поросят варьирует от 73,30 до 86,70%. По данным [22], вакцинация позволяет приобрести иммунитет к цирковирусу 71,80–91,30% поросят.

Рис. 1. Динамика выработки поствакцинальных антител у поросят (в% от количества голов в выборке)

Fig. 1. Dynamics of post-vaccinal antibody production in piglets (in% of the number of heads in the sample)



Об уровне неспецифической резистентности в организме поросят судили по изменчивости общего количества лейкоцитов и основных иммунных клеток в их пуле (лимфоцитов, моноцитов) (табл. 1). Динамика данных параметров в поствакцинальный период в опытной и контрольной группах была практически однотипной, но их вариабельность у опытных поросят находилась в рамках нормы, а у контрольных — или в пределах ее верхних значений, или за ее границами. В то-же время различия между группами, начиная с 60-суточного возраста были статистически значимыми. Так, общее количество лейкоцитов, отражающее иммунный потенциал организма, планомерно увеличивалось в поствакцинальный период, достигая максимума у 60-суточных поросят, то есть на 40-е сутки после вакцинации. При этом происходил прирост уровня лимфоцитов и моноцитов (в контроле — в 1,28 и 1,53 раза, в опыте — в 1,89 и 1,12 раза) по сравнению с 35-суточным возрастом. В крови 90-суточного молодняка (на 70-е сутки после вакцинации) наблюдались наибольшие различия между животными опытной и контрольной групп.

Так, в контроле общее количество лейкоцитов сохранялось на уровне 60-суточного возраста, количество лимфоцитов уменьшалось, а моноцитов, наоборот, возрастало. В опыте уровень лейкоцитов, лимфоцитов и моноцитов возвращался к значениям 35-суточного возраста.

Согласно данным [24], изменчивость лейкоцитарных клеток сопряжена с уровнем реактивности организма и отражает их участие в выработке нейтрализующих антител. Следовательно, лейкоциты и, соответственно, органы лейкопоэза в организме животных опытной группы, по сравнению с контрольной, обладали более значимым потенциалом, позволяющим регулировать количество клеток в кровотоке в границах нормы, обеспечивая возможность более «качественного» протекания иммунных реакций. Это и послужило основанием для выработки вируснейтрализующих антител у большего количества поросят.

Известно, что приоритетным пластическим материалом в организме животных являются белки [25], которые в поствакцинальный период используются не только для обеспечения процессов роста и развития поросят, но и выработки поствакцинальных антител [26].

Поэтому мы охарактеризовали изменчивость белкового состава крови в период дорастивания и, соответственно, в поствакцинальный период (табл. 2).

Анализ данных показал, что белковый спектр крови поросят с возрастом изменялся, имел положительную динамику, отражая метаболизм протеинов в условиях роста и развития животных. При этом увеличивался уровень общего белка и альбуминов у поросят контрольной группы на 12,40 и 15,13%, опытной — на 20,67 и 40,94% соответственно. По уровню данных параметров начиная с 60-суточного возраста особи опытной группы достоверно превосходили своих аналогов из контроля. При этом количество глобулинов в крови хоть и увеличивалось с возрастом на 9,50–11,01%, но практически не имело различий у опытных и контрольных поросят.

Следовательно, изменчивость величины белкового коэффициента была результатом изменения количества в составе общего белка не столько глобулиновых фракций, сколько альбуминов, являющихся как основным белком крови, так и приоритетным транспортным и пластическим протеином [18].

Соответственно, это отразилось на величине зоотехнических параметров, которые отражают не только совокупность технологических параметров, но и уровень здоровья и жизнеспособности животных (табл. 3). Величина зоотехнических параметров, определяющих экономические показатели производства свинины и эффективности используемых схем вакцинации, показала, что в опытной группе, по сравнению с контрольной, сохранность животных повысилась на 9,02%.

Таблица 1. Показатели крови поросят в поствакцинальный период, $\bar{X} \pm Sx$

Table 1. Blood counts of piglets in the post-vaccination period, $\bar{X} \pm Sx$

Возраст поросят	Группа	Лейкоциты, $10^9/\text{л}$	Лимфоциты, $10^9/\text{л}$	Моноциты, $10^9/\text{л}$
35 сут.	Контрольная	21,31±0,98	13,81±0,94	0,45±0,11
	Опытная	19,00±1,46	7,70±0,30*	0,42±0,08
60 сут.	Контрольная	23,39±0,32	17,71±0,55	0,69±0,06
	Опытная	21,09±0,39*	14,54±0,71*	0,55±0,02*
90 сут.	Контрольная	23,38±0,46	14,34±0,60*	1,51±0,11*
	Опытная	18,91±0,93*	7,84±0,25*	0,45±0,06
Границы нормы		11,00–22,00	3,80–16,50	0,00–1,00

Примечание: * — $p < 0,05$ по отношению к контрольной группе, норма по [16]

Таблица 2. Белковый спектр крови поросят в поствакцинальный период, $\bar{X} \pm Sx$

Table 2. Protein spectrum of piglet blood in post-vaccination period, $\bar{X} \pm Sx$

Возраст поросят	Группа	Общий белок, г/л	Альбумины, г/л	Глобулины, г/л	Белковый коэф., усл. ед.
35 сут.	Контрольная	64,50±1,99	21,80±1,80	42,70±0,93	0,51±0,03
	Опытная	65,30±1,50	23,20±1,30	42,10±0,74	0,55±0,06
60 сут.	Контрольная	67,20±1,20	24,10±0,59	43,10±0,56	0,56±0,05
	Опытная	72,40±0,70*	28,40±0,48*	44,00±1,10	0,65±0,05*
90 сут.	Контрольная	72,50±1,20	25,10±0,50	47,40±0,63	0,53±0,02
	Опытная	78,80±0,90*	32,70±1,00*	46,10±1,00	0,71±0,05*

Примечание: * — $p < 0,05$ по отношению к контрольной группе

Таблица 3. Сравнительная оценка эффективности схем вакцинации по величине зоотехнических показателей

Table 3. Comparative evaluation of the effectiveness of vaccination schemes by the value of zootechnical indicators

Наименование показателя	Контрольная группа	Опытная группа
Количество поросят, гол.	3618	3545
Сохранность поголовья в период дорастивания, %	68,05	77,07
Средняя живая масса 1 головы при передаче на откорм, кг	40,44±0,78	53,32±0,94*
Среднесуточный прирост живой массы за период дорастивания, г	346,00±9,18	436,00±6,78*

Примечание: * — $p < 0,05$ по отношению к контрольной группе

При этом были существенны и различия по уровню живой массы поросят в конце периода дорастивания (на 12,88 кг, или 31,85%, из расчета на одну голову) и величине среднесуточных приростов живой массы (на 90 г, или 26,01%).

Выводы / Conclusion

Сравнительный анализ схем вакцинации показывает, что сочетание введения вакцины «Ингельвак ЦиркоФЛЕКС» (Германия) с «лейкоцитарным лизатом», полученным из крови доноров, гипериммунизированных данной вакциной, позволяет увеличить количество особей в стаде, имеющих положительную пробу в ИФА на присутствие вируснейтрализующих антител, до 79,30–82,33% по сравнению с 67,80–71,60% в контроле.

При этом изменения в лейкоцитарном пуле крови, включая лимфоциты и моноциты, происходят в отличие от контроля, в границах нормы, отражая потенциал органов лейкопоза.

Поросята также превосходят своих контрольных аналогов по концентрации общего белка и альбуминов начиная с 60-суточного возраста, на 7,73–8,68 и 17,84–30,27% соответственно, эти показатели определяют степень обеспеченности белоксинтезирующих процессов белковыми субстратами, а также величину зоотехнических параметров.

В опытной группе, по сравнению с контрольной, увеличивается сохранность животных на 9,02%, живая масса поросят в конце периода дорастивания — на 12,88 кг, или 31,85%, из расчета на одну голову и величина среднесуточных приростов живой массы — на 90 г, или 26,01%.

Проведенные исследования позволяют утверждать, что сочетание вакцинации с введением «лейкоцитарного лизата» повышает эффективность формирования поствакцинального иммунитета против цирковирусной инфекции свиней.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors have made an equal contribution to this scientific work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

ФИНАНСИРОВАНИЕ:

Материалы подготовлены в рамках регионального конкурса Российского научного фонда 2021 года «Проведение фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований отдельными научными группами» (соглашение № 22-16-20007 от 25.03.2022 г.).

FUNDING:

The materials were prepared within the framework of the regional competition of the Russian Science Foundation in 2021 «Conducting foundation scientific research and search for scientific research by individual scientific groups» (Agreement No. 22-16-20007 of 25.03.2022).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федоров В.Х., Федюк В.В., Кругликов А.Н. Влияние фитогенных препаратов на сохранность, рост, откормочные, мясные качества и показатели резистентности свиней. *Аграрная наука*. 2021; (10):17-23. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-353-10-17-23>
2. Терехов П.Ю., Капустин А.В., Лаишевцев А.И., Верховский О.А., Алипер Т.А. Специфическая профилактика стрептококкозов в промышленных свиноводческих комплексах с использованием вакцины «ВЕРРЕС-СТРЕПТО». *Аграрная наука*. 2021; (4S):56-59. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-347-4-56-59>
3. Ребезов М.Б., Топурия Г.М. Ферментативный спектр сыворотки крови поросят. *Инженерное обеспечение в реализации социально-экономических и экологических программ АПК. Всероссийская научно-практическая конференция*. Курган, 2020; 298-301. eLIBRARY ID: 42874001. EDN: IRNQGK
4. Ребезов М.Б., Топурия Г.М., Сингариева Н.Ш. Иммунобиохимические показатели крови свиноматок. *Инновации в научно-техническом обеспечении агропромышленного комплекса России: Всероссийская научно-практическая конференция*. Курск, 2020; 330-334. eLIBRARY ID: 43121075. EDN: WYQHXS
5. Мурашов А.Г. и др. Эффективность использования пробиотика БИФИДУМ БАГ в рационе свиноматок на Южном Урале. *Аграрный вестник Приморья*. 2021; 3(23):54-58. eLIBRARY ID: 47370200. EDN: HCUTGN

REFERENCES

1. Fedorov V.K., Fedyuk V.V., Kruglikov A.N. The influence of phytogetic preparations on the safety, growth, fattening, meat quality and resistance indicators of pigs. *Agrarian science*. 2021; (10):17-23. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-353-10-17-23> (In Russian)
2. Terekhov P.Yu., Kapustin A.V., Laishevcev A.I., Verkhovsky O.A., Aliper T.I. Specific prevention of streptococcosis with the use of vaccine "VERRES-STREPTO" in industrial pig-breeding enterprises. *Agrarian science*. 2021; (4S):56-59. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-347-4-56-59> (In Russian)
3. Rebezov M.B., Topuria G.M. Enzymatic spectrum of piglet blood serum. *Engineering support in the implementation of socio-economic and environmental programs of the agro-industrial complex. All-Russian Scientific and Practical Conference*. Kurgan, 2020; 298-301. eLIBRARY ID: 42874001. EDN: IRNQGK (In Russian)
4. Rebezov M.B., Topuria G.M., Singarieva N.S. Immunobiochemical blood parameters of sows. *Innovations in scientific and technical support of the agro-industrial complex of Russia: All-Russian Scientific and Practical Conference*. Kursk, 2020; 330-334. eLIBRARY ID: 43121075. EDN: WYQHXS (In Russian)
5. Murashov A.G. et al. The effectiveness of the use of the probiotic BIFIDUM BAG in the diet of sows in the Southern Urals. *Agrarian Bulletin of Primorye*. 2021; 3(23):54-58. eLIBRARY ID: 47370200. EDN: HCUTGN (In Russian)

6. Раев С.А., Южаков А.Г., Алексеев К.П., Аноятбеков М., Верховский О.А., Алипер Т.И. Мониторинг цирковирусных болезней свиней в условиях промышленных свинопредприятий. *Аграрная наука*. 2019; (11–12):30–32. DOI: 10.32634/0869-8155-2019-333-10-30-32
7. Раев С. А., Южаков А. Г., Стаффорд В. В., Забережный А. Д., Алипер Т. И. Анализ распространенности цирковируса свиней третьего типа в промышленном свиноводческом хозяйстве. *Аграрная наука*. 2020; 342 (10):28–30. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-342-10-28-3>
8. Ouyang T., Zhang X., Liu X., Ren L. Co-Infection of Swine with Porcine Circovirus Type 2 and Other Swine Viruses. *Viruses*. 2019; 11(2):185. doi: 10.3390/v11020185.
9. Ma Z., Liu M., Liu Z., Meng F., Wang H., Cao L., Li Y., Jiao Q., Han Z., Liu S. Epidemiological investigation of porcine circovirus type 2 and its coinfection rate in Shandong province in China from 2015 to 2018. *BMC Vet Res*. 2021; 17(1):17. doi: 10.1186/s12917-020-02718-4.
10. Opriessnig T., Halbur P.G. Concurrent infections are important for expression of porcine circovirus associated disease. *Virus Res*. 2012; 164(1-2):20-32. doi: 10.1016/j.virusres.2011.09.014.
11. Niederwerder M.C., Bawa B., Serão N.V., Tribble B.R., Kerrigan M.A., Lunney J.K., Dekkers J.C., Rowland R.R. Vaccination with a Porcine Reproductive and Respiratory Syndrome (PRRS) Modified Live Virus Vaccine Followed by Challenge with PRRS Virus and Porcine Circovirus Type 2 (PCV2) Protects against PRRS but Enhances PCV2 Replication and Pathogenesis Compared to Results for Nonvaccinated Cohallenged Controls. *Clin Vaccine Immunol*. 2015; 22(12):1244-1254. doi: 10.1128/CI.00434-15.
12. Karuppannan A.K., Opriessnig T. Porcine Circovirus Type 2 (PCV2) Vaccines in the Context of Current Molecular Epidemiology. *Viruses*. 2017; 9(5):99. doi: 10.3390/v9050099.
13. Крысенко Ю.Г., Трошин Е.И. Сравнительная эффективность вакцинации при цирковирусной инфекции свиней. *Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана*. 2012; 209:183-186.
14. Burkov P.V. et al. Vaccine prophylaxis of lumpy skin disease IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. 42017. doi: 10.1088/1755-1315/677/4/042017.
15. Xiao C.T., Harmon K.M., Halbur P.G., Opriessnig T. PCV2d-2 is the predominant type of PCV2 DNA in pig samples collected in the U.S. during 2014-2016. *Vet Microbiol*. 2016; 197:72-77. doi: 10.1016/j.vetmic.2016.11.009.
16. Земляничкина И.Р. Применение бетулина-ПГ для повышения напряженности поствакцинального иммунитета против рожи и цирковирусной инфекции свиней. *Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана*. 2013; 214:185-190.
17. Петрова О.Г., Донник И.М., Исаева А. Г., Крысенко Ю. Г. Профилактика цирковирусной инфекции свиней. *Аграрный вестник Урала*. 2014; 5(123): 30-35.
18. Максимова Е.В., Сафронов Д.И. Оценка эффективности иммунизации свиней моновакциной против репродуктивно-респираторного синдрома свиней и в сочетании с адаптогеном и иммуномодулятором. *Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии*. 2016; 4(49): 32-38.
19. Кадымов Р.А., Асланов Р.И. Влияние селена на поствакцинальный иммунитет у овец. *Ветеринария*. 1989; 12:38-39.
20. Patterson A.R., Johnson J., Ramamoorthy S., Meng X.J., Halbur P.G., Opriessnig T. Comparison of three enzyme-linked immunosorbent assays to detect Porcine circovirus-2 (PCV-2)-specific antibodies after vaccination or inoculation of pigs with distinct PCV-1 or PCV-2 isolates. *J Vet Diagn Invest*. 2008; 20(6):744-751. doi: 10.1177/104063870802000605.
21. Стаффорд В.В. Цирковирусная инфекция свиней второго типа. *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*. 2017; 5(65):306-309. (In Russian)
22. Shin M.K., Yoon S.H., Kim M.H., Lyoo Y.S., Suh S.W., Yoo H.S. Assessing PCV2 antibodies in field pigs vaccinated with different porcine circovirus 2 vaccines using two commercial ELISA systems. *J Vet Sci*. 2015; 16(1):25-29. doi: 10.4142/jvs.2015.16.1.25.
23. Полозюк, О.Н., Ушакова Т.М. Гематология. *Персиановский: Донской ГАУ*. 2019. 159 с.
24. Li F. et al. Oral Immunization with *Lactobacillus casei* Expressing the Porcine Circovirus Type 2 Cap and LTB Induces Mucosal and Systemic Antibody Responses in Mice. *Viruses*. 2021; 13(7):1302. doi: 10.3390/v13071302.
25. Сайфутдинова Л.Н., Дерхо М.А. Белки крови и их информативность в оценке адаптационных ресурсов кур при технологическом стрессе. *Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана*. 2021; 245(1):169-176.
26. Niu G., Chen S., Li X., Zhang L., Ren L. Advances in Crosstalk between Porcine Circoviruses and Host. *Viruses*. 2022; 14(7):1419. doi: 10.3390/v14071419.
6. Raev S.A., Yuzhakov A.G., Alekseev K.P., Anoyatbekov M., Verhovskij O.A., Aliper T.I. Porcine circovirus associated diseases diagnosis at industrial pig farm conditions. *Agrarian Science*. 2019; (11–12):30–32. DOI: 10.32634/0869-8155-2019-333-10-30-32 (In Russian)
7. Raev S.A., Yuzhakov A.G., Stafford V.V., Zaberezhny A.D., Aliper T.I. Analysis of spread of porcine circovirus type 3 detected in Russia. *Agrarian Science*. 2020; 342 (10):28–30. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-342-10-28-30> (In Russian)
8. Ouyang T., Zhang X., Liu X., Ren L. Co-Infection of Swine with Porcine Circovirus Type 2 and Other Swine Viruses. *Viruses*. 2019; 11(2):185. doi: 10.3390/v11020185.
9. Ma Z., Liu M., Liu Z., Meng F., Wang H., Cao L., Li Y., Jiao Q., Han Z., Liu S. Epidemiological investigation of porcine circovirus type 2 and its coinfection rate in Shandong province in China from 2015 to 2018. *BMC Vet Res*. 2021; 17(1):17. doi: 10.1186/s12917-020-02718-4.
10. Opriessnig T., Halbur P.G. Concurrent infections are important for expression of porcine circovirus associated disease. *Virus Res*. 2012; 164(1-2):20-32. doi: 10.1016/j.virusres.2011.09.014.
11. Niederwerder M.C., Bawa B., Serão N.V., Tribble B.R., Kerrigan M.A., Lunney J.K., Dekkers J.C., Rowland R.R. Vaccination with a Porcine Reproductive and Respiratory Syndrome (PRRS) Modified Live Virus Vaccine Followed by Challenge with PRRS Virus and Porcine Circovirus Type 2 (PCV2) Protects against PRRS but Enhances PCV2 Replication and Pathogenesis Compared to Results for Nonvaccinated Cohallenged Controls. *Clin Vaccine Immunol*. 2015; 22(12):1244-1254. doi: 10.1128/CI.00434-15.
12. Karuppannan A.K., Opriessnig T. Porcine Circovirus Type 2 (PCV2) Vaccines in the Context of Current Molecular Epidemiology. *Viruses*. 2017; 9(5):99. doi: 10.3390/v9050099.
13. Krysenko Yu.G., Troshin E.I. Comparative effectiveness of vaccination in porcine circovirus infection. *Scientific notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman*. 2012; 209: 183-186. (In Russian)
14. Burkov P.V. et al. Vaccine prophylaxis of lumpy skin disease IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. 42017. doi: 10.1088/1755-1315/677/4/042017.
15. Xiao C.T., Harmon K.M., Halbur P.G., Opriessnig T. PCV2d-2 is the predominant type of PCV2 DNA in pig samples collected in the U.S. during 2014-2016. *Vet Microbiol*. 2016; 197:72-77. doi: 10.1016/j.vetmic.2016.11.009.
16. Zemlyanitsyna I.R. The use of betulin-PG to increase the intensity of post-vaccination immunity against erysipelas and porcine circovirus infection. *Scientific notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman*. 2013; 214:185-190. (In Russian)
17. O.G. Petrova, I. M. Donnik, A. G. Isaeva, Yu. G. Krysenko, Prevention of porcine circovirus infection. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2014; 5(123): 30-35. (In Russian)
18. Maksimova E.V., Safronov D.I. Evaluation of the effectiveness of immunizing pigs with monovaccine against porcine reproductive and respiratory syndrome and in combination with an adaptogen and an immunomodulator. *Bulletin of the Izhevsk State Agricultural Academy*. 2016; 4(49): 32-38. (In Russian)
19. Kadyrov R.A., Aslanov R.I. Influence of selenium on post-vaccination immunity in sheep. *Veterinary medicine*. 1989; 12:38-39. (In Russian)
20. Patterson A.R., Johnson J., Ramamoorthy S., Meng X.J., Halbur P.G., Opriessnig T. Comparison of three enzyme-linked immunosorbent assays to detect Porcine circovirus-2 (PCV-2)-specific antibodies after vaccination or inoculation of pigs with distinct PCV-1 or PCV-2 isolates. *J Vet Diagn Invest*. 2008; 20(6):744-751. doi: 10.1177/104063870802000605.
21. Stafford V.V. Type two swine circovirus infection. *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*. 2017; 5(65):306-309. (In Russian)
22. Shin M.K., Yoon S.H., Kim M.H., Lyoo Y.S., Suh S.W., Yoo H.S. Assessing PCV2 antibodies in field pigs vaccinated with different porcine circovirus 2 vaccines using two commercial ELISA systems. *J Vet Sci*. 2015; 16(1):25-29. doi: 10.4142/jvs.2015.16.1.25.
23. Polozuk, O.N., Ushakova T.M. Hematology. *Persianovsky: Donskoy GAU*. 2019. 159 p. (In Russian)
24. Li F. et al. Oral Immunization with *Lactobacillus casei* Expressing the Porcine Circovirus Type 2 Cap and LTB Induces Mucosal and Systemic Antibody Responses in Mice. *Viruses*. 2021; 13(7):1302. doi: 10.3390/v13071302.
25. Sayfutdinova L.N., Derho M.A. Blood proteins and their informativeness in assessing the adaptation resources of chickens under technological stress. *Scientific notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman*. 2021; 245(1):169-176. (In Russian)
26. Niu G., Chen S., Li X., Zhang L., Ren L. Advances in Crosstalk between Porcine Circoviruses and Host. *Viruses*. 2022; 14(7):1419. doi: 10.3390/v14071419.

ОБ АВТОРАХ:

Павел Валерьевич Бурков

кандидат ветеринарных наук, руководитель научно-исследовательского центра биотехнологии репродукции животных.
Южно-Уральский государственный аграрный университет, ул. Гагарина 13, Троицк, Челябинской обл., 457100, Российская Федерация
E-mail: burcovpavel@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-7515-5670>

Павел Николаевич Щербаков

доктор ветеринарных наук, профессор кафедры инфекционных болезней и ветеринарно-санитарной экспертизы.
Южно-Уральский государственный аграрный университет, ул. Гагарина 13, Троицк, Челябинской обл., 457100, Российская Федерация
E-mail: scherbakov_pavel@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-8685-4645>

Марина Аркадьевна Дерхо

доктор биологических наук, заведующий кафедрой естественнонаучных дисциплин.
Южно-Уральский государственный аграрный университет, ул. Гагарина 13, Троицк, Челябинской обл., 457100, Российская Федерация
E-mail: derkho2010@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3818-0556>

Максим Борисович Ребезов,

доктор сельскохозяйственных наук, профессор.
Уральский государственный аграрный университет, ул. Карла Либкнехта, 42, Екатеринбург, 620075, Российская Федерация, Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатого Российской академии наук, ул. Талалихина, 26, Москва, 109316, Российская Федерация
E-mail: rebezov@ya.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0857-5143>

ABOUT THE AUTHORS:

Pavel Valerievich Burkov

Candidate of Veterinary Sciences, Head of the Research Center for Animal Reproduction Biotechnology
South Ural State Agrarian University, 13 Gagarin st., Troitsk, Chelyabinsk region, 457100, Russian Federation
E-mail: burcovpavel@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-7515-5670>

Pavel Nikolaevich Shcherbakov

Doctor of Veterinary Sciences, Professor of the Department of Infectious Diseases and Veterinary and Sanitary Expertise
South Ural State Agrarian University, 13 Gagarin st., Troitsk, Chelyabinsk region, 457100, Russian Federation
E-mail: scherbakov_pavel@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-8685-4645>

Marina Arkadyevna Derkho

Doctor of Biological Sciences, Head of the Department of Natural Sciences
South Ural State Agrarian University, 13 Gagarin st., Troitsk, Chelyabinsk region, 457100, Russian Federation
E-mail: derkho2010@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3818-0556>

Maksim Borisovich Rebezov,

Doctor of Agricultural Sciences, Professor,
Ural State Agrarian University, 42 Karl Liebknecht str., Yekaterinburg, 620075, Russian Federation
V.M. Gorbатов Federal Scientific Center of Food Systems of the Russian Academy of Sciences, 26 Talalikhin str., Moscow, 109316, Russian Federation
E-mail: rebezov@ya.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0857-5143>



**AQUA
PRO EXPO**

Международная выставка

оборудования и технологий добычи,
разведения и переработки рыбы
и морепродуктов

11-13 апреля 2023

Москва, ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»

С 11 по 13 апреля 2023 года в Москве, на площадке ЦВК ЭКСПОЦЕНТР состоится Международная выставка оборудования и технологий добычи, разведения и переработки рыбы и морепродуктов **AQUA PRO EXPO**

Выставка AQUA PRO EXPO – отраслевая площадка для повышения продаж, импортозамещения и обеспечения поставок оборудования для разведения, промысла и переработки продукции водных биоресурсов рыбохозяйственным и рыбоперерабатывающим предприятиям, прочим предприятиям сбыта, холодильными упаковочным производствам России и зарубежных стран.

Разделы выставки: аквакультура, рыбный промысел, переработка, упаковка, сопутствующие услуги.

Участие в выставке позволит:

- **УВЕЛИЧИТЬ ПРОДАЖИ**
- **ОСВОИТЬ НОВЫЕ РЫНКИ СБЫТА**
- **УКРЕПИТЬ СВЯЗИ**
- **НАЙТИ НОВЫХ КЛИЕНТОВ И ПАРТНЕРОВ**
- **ПРОВЕСТИ АНАЛИЗ КОНКУРЕНТОВ И НОВИНОК ОТРАСЛИ**

В рамках выставки пройдут практические конференции, посвященные вопросам выращивания и сбыта продукции аквакультуры, оптимизации затрат и повышению эффективности работы предприятий рыбной отрасли.

Участники выставки смогут выступить в качестве экспертов в рамках деловых мероприятий и презентовать свою продукцию и услуги специалистам.

Свяжитесь с организатором по номеру

+7 (495) 320-80-41

или по электронной почте info@aquaproexpo.ru

Подробнее о выставке – на сайте www.aquaproexpo.ru



Итоги AQUA PRO EXPO 2022 подтвердили актуальность и востребованность мероприятия. **62** компании из Москвы, Петербурга, Новосибирска, Петрозаводска, Краснодарского Края, Армении, Израиля приняли участие в выставке. На выставке были представлены новые технологии и рецептуры рыбной отрасли. Участники демонстрировали оборудование для оснащения рыбных ферм и переработки рыбы, корма, биопрепараты, системы контроля и очистки воды, а также оборудование и снаряжение для вылова рыбы и морепродуктов.

2519 специалистов из **86** городов России, а также Узбекистана, Армении, Казахстана, Азербайджана посетили выставку за три дня работы.



+7 (495) 320-80 41
info@aquaproexpo.ru

Забронируйте стенд
aquaproexpo.ru