

ИММУНИТЕТ У НОРОК ПОСЛЕ ВАКЦИНАЦИИ ИНАКТИВИРОВАННОЙ ВАКЦИНОЙ ДЛЯ ПРОФИЛАКТИКИ КОРОНАВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ, ВЫЗВАННОЙ ВИРУСОМ SARS-COV-2, И ПАСТЕРЕЛЛЕЗА НОРОК

Ю. А. КАЯК (ORCID ID 0009-0007-3622-088)

РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С. Н. Вышеселеского»,
г. Минск, Республика Беларусь, 220063, e-mail: kayak.y@mail.ru)

(Поступила в редакцию 10.04.2026)

В статье приведены данные о влиянии разработанной инактивированной вакцины для профилактики коронавирусной инфекции и пастереллеза норок на гематологические и иммунологические показатели у этих животных. Характер иммунологического процесса при вакцинации определяется многофазными биологическими взаимоотношениями антигена, инактиванта и адьюванта с организмом норок. Достаточный защитный иммунный ответ происходит при условии, если животное здорово, а вакцина обладает высокой антигенной и иммуногенной активностью.

Нами разработана вакцина для профилактики коронавирусной инфекции, вызванной вирусом SARS-COV-2, и пастереллеза норок с целью создания иммунитета к пневмоэнтеритам в возрасте от 2-3 месяцев и старше.

Установлено, что применение разработанной вакцины приводит к формированию иммунного ответа. Введение вакцины вызывает достоверное увеличение титра противовирусных и антибактериальных антител, количества Т- и В-лимфоцитов, лизоцимной и бактерицидной активности сыворотки крови. Титры антител к бактериальному антигену в реакции агглютинации на 14-й день после введения биопрепарата в среднем по опытной группе составляли 4,5 log₂, на 21-й день были в пределах 5,1 log₂, а на 39-й день исследований – 5,7 log₂. Титры антител к вирусному антигену SARS-COV-2 при постановке реакции нейтрализации в среднем по опытной группе на 14-й день составляли 1,5 log₂, на 21-й день – 3,5 log₂, на 39-й – 7,0 log₂. Для определения влияния разработанной отечественной вакцины для профилактики коронавирусной инфекции и пастереллеза на иммунобиологические показатели крови норок сформировали две группы животных: опытная и контрольная.

Ключевые слова: биологический препарат, вакцина, SARS-COV-2, пастереллез, профилактика, иммунный ответ.

This article presents data on the effects of the developed inactivated vaccine for the prevention of coronavirus infection and pasteurellosis in minks on hematological and immunological parameters in these animals. The nature of the immunological process during vaccination is determined by the multiphase biological interactions between the antigen, inactivant, and adjuvant with the mink organism. A sufficiently protective immune response occurs provided the animal is healthy and the vaccine has high antigenic and immunogenic activity. We have developed a vaccine for the prevention of coronavirus infection caused by the SARS-COV-2 virus and pasteurellosis in minks, with the aim of inducing immunity to pneumoenteritis in animals aged 2–3 months and older.

It has been established that the developed vaccine induces an immune response. Administration of the vaccine significantly increases antiviral and antibacterial antibody titers, T- and B-lymphocyte counts, and serum lysozyme and bactericidal activity. Antibody titers to the bacterial antigen in the agglutination test averaged 4.5 log₂ on day 14 after administration of the biopreparation in the experimental group, were within 5.1 log₂ on day 21, and 5.7 log₂ on day 39 of the study. Antibody titers to the SARS-COV-2 viral antigen in the neutralization test averaged 1.5 log₂ on day 14, 3.5 log₂ on day 21, and 7.0 log₂ on day 39. To determine the effect of the domestically developed vaccine for the prevention of coronavirus infection and pasteurellosis on the immunobiological parameters of mink blood, two groups of animals were formed: experimental and control.

Key words: biological product, vaccine, SARS-COV-2, pasteurellosis, prevention, immune response.

Введение

Характер иммунологического процесса при вакцинации определяется многофазными биологическими взаимоотношениями антигена, инактиванта и адьюванта с организмом норок. Достаточный защитный иммунный ответ происходит при условии, если животное здорово, а вакцина обладает высокой антигенной и иммуногенной активностью [1].

Нами разработана вакцина для профилактики коронавирусной инфекции, вызванной вирусом SARS-COV-2, и пастереллеза норок с целью создания иммунитета к пневмоэнтеритам в возрасте от 2 месяцев и старше.

В предыдущих исследованиях нами было изучено влияние разработанной отечественной вакцины «Ковпаст» на биохимические показатели крови организма норок, в результате, которых установлено отсутствие негативного влияния на организм норок. Эти показатели крови норок могут характеризовать антигенную степень воздействия биопрепарата на организм в целом [2].

Иммунодиагностика – процесс постановки диагноза с помощью совокупности иммунологических методов, которые позволяют выявить то или иное заболевание и/или определить его возбудителя в исследуемом материале. Для этого используются различные методы соответственно основным вариантам иммунного статуса [5]. Так как каждому виду иммунопатологии присущ тот или иной вариант иммунного статуса, следовательно, его будет характеризовать конкретный комплекс иммунологических методов. Этот этап включает собственно иммунодиагностику, для которой применяются два вида методов: антигенспецифические и антигеннеспецифические. Антигеннеспецифические методы оценивают состояние различных клеточных и гуморальных систем иммунитета: лимфоцитов, гранулоцитов, моноцитов-макрофагов, тромбоцитов, системы комплемента. Используемые для этого реак-

ции характеризуют как количество, так и функциональную активность клеток и применяются для выявления дефекта в СИ при подозрении на иммунодефицит по данным анамнеза (рецидивирующие и хронические гнойно-воспалительные заболевания) и клинического обследования.

В настоящее время для этого рекомендуется комплекс методов. Следует подчеркнуть, что наиболее информативно их применение в динамике иммунопатологии, т.к. показатели СИ постоянно меняются вследствие иммуномодуляции как самим процессом, так и используемыми методами лечения. Существует большое количество показателей важных при оценке состояния СИ. Основные диагностические показатели лимфоидной системы. Данные анамнеза о реакциях лимфоидной системы и клинико-лабораторные показатели. Гиперплазия или гипоплазия лимфоидной ткани и органов (лимфатических узлов, селезенки, миндалин и др.). Количество гаммаглобулинов. Т-система иммунитета; Количественная характеристика: Т-лимфоциты в крови, процент и абсолютное количество (методы розеткообразования с эритроцитами барана, цитотоксический и иммунофлюоресцентный тест с анти-CD2, CD3 моноклональными антителами (МАТ)). Т-лимфоциты в лимфатических узлах: процент, количество и локализация. 2. Оценка пролиферативной активности Т-лимфоцитов (ответы на митогены ФГА и др.; на искомые и распространенные антигены). Процент бластов или включение меченого тимидина. Рецепторы активации: к интерлейкину 2 (CD25), наличие HLA-DR антигенов, CD71 и др. 3. Количественная и функциональная характеристика субпопуляций Т-лимфоцитов: Т-хелперы и супрессоры, методы с МАТ к CD4 и CD8 антигенам [5].

О высокой эффективности биопрепарата можно говорить лишь в том случае, если он стимулирует выработку высоких титров антител в организме вакцинированных норок и не оказывает негативного влияния на организм норок, следовательно, и на продуктивность животных.

Цель работы – оценить влияние инактивированной вакцины для профилактики коронавирусной инфекции, вызванной вирусом SARS-COV-2, и пастереллеза норок на гематологические и иммунологические показатели организма норок.

Основная часть

Работа проводилась в отделе вирусных и бактериальных инфекций РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Вышеселеского» и в условиях УП «Барановичское зверохозяйство» торгового унитарного предприятия «Белкоопвнешторг Белкоопсоюза».

Гематологические показатели определяли на гематологическом анализаторе Mythic 18; бактерицидную активность сыворотки крови изучали фотонейтриметрическим методом (О. В. Смирнова, Т. А. Кузьмина, 1966); фагоцитарную активность исследовали в соответствии с методическими рекомендациями «Определение естественной резистентности организма сельскохозяйственных животных» (С. И. Плященко, Г. К. Волков, В. Т. Смирнов, 1985); относительное количество Т- и В-розеткообразующих лимфоцитов в периферической крови определяли по методу Д. К. Новикова и В. И. Новиковой (1979); лизоцимную активность определяли по методу Дорофейчука В. Г. (1968); титры противовирусных антител – в реакции нейтрализации, титры противобактериальный антител – в реакции агглютинации и ИФА – с использованием тест-системы.

Для определения влияния разработанной отечественной вакцины для профилактики коронавирусной инфекции и пастереллеза на иммунобиологические показатели крови норок сформировали две группы животных опытная и контрольная (n=10 голов в каждой). Норкам опытной группы применяли разработанный биопрепарат в дозе 0,5 см³ на голову внутримышечно двукратно с интервалом 21 день, с наружной стороны бедра. Норкам контрольной группы вводили стерильный физиологический раствор натрия хлорида в той же дозе и с таким же интервалом. Отбор крови проводили до введения биопрепарата и на 14, 21 и 39 день после начала иммунизации.

Проведенные результаты исследований по оценке влияния на гематологические показатели организма норок приведены в табл. 1.

Таблица 1. Гематологические показатели крови у норок

Группы зверьков	Эритроциты, 10 ¹² /л	Гемоглобин, г/л	Гематокрит, %	Лейкоциты, 10 ⁹ /л
До введения				
Контрольная	8,51±0,31	170,2±4,22	49,8±3,17	6,2±0,33
Опытная	8,31±0,22	171,0±2,11	50,1±1,21	6,4±0,31
14 день после введения				
Контрольная	8,58±0,18	170,2±5,12	50,2±1,21	6,6±0,14
Опытная	8,22±0,24	171,3±2,42	50,9±1,17	7,7±0,08*
21 день после введения				
Контрольная	8,20±0,21	168,1±4,46	49,5±1,34	6,0±0,11
Опытная	8,18±0,18	170,1±3,33	51,0±1,35	8,3±0,14*
39 день после введения				
Контрольная	8,53±0,42	170,7±4,61	50,2±1,24	6,4±0,12
Опытная	8,15±0,18	170,6±3,33	51,2±1,35	8,4±0,11*

* – P ≤ 0,05.

Из табл. 1 следует, что достоверные изменения ($P \leq 0,05$) отмечены только в отношении лейкоцитов. Их уровень увеличивается на 14 день на 20,31 п.п., на 21 день на 29,69 п.п., на 39 день увеличивается на 31,25 п.п.

Уровень гемоглобина, гематокрита и количество эритроцитов находились в пределах физиологической нормы и достоверно не отличаются от показателей у норок контрольной группы.

Результаты исследований, приведенные в табл. 2, отражают динамику неспецифических факторов защиты организма норок при применении данного биопрепарата.

Таблица 2. Неспецифические факторы защиты норок

Группы зверьков	Фагоцитарная активность, %	Бактерицидная активность, %	Лизоцимная активность, %
До введения биопрепарата			
Контрольная	57,33±2,51	52,54±0,35	8,09±0,11
Опытная	58,5±4,51	53,62±0,42	7,25±0,15
На 14 день после введения			
Контрольная	60,01±2,18	54,21±0,29	6,59±0,14
Опытная	63,2±2,25*	56,34±0,35	8,34±0,11
На 21 день после введения			
Контрольная	58,41±3,11	55,16±0,21	7,21±0,16
Опытная	70,4±3,11*	58,72±0,18*	10,45±0,19*
На 39 день после введения			
Контрольная	59,11±3,21	53,35±0,15	7,15±0,10
Опытная	68,3±2,81*	56,51±0,22*	9,18±0,10*

* – $P \leq 0,05$.

Анализ данных табл. 2 показывает, что применение вакцины приводит к достоверному увеличению фагоцитарной активности к 14 дню опыта на 8 п.п. На 21-й день исследований фагоцитарная активность лейкоцитов увеличилась на 20,3 п.п. ($P \leq 0,05$), а на 39 день прирост этого показателя на 16,7 п.п.

На 21-й день после применения вакцины уровень бактерицидной активности сыворотки крови норок опытной группы увеличился на 9,5 п.п. ($P \leq 0,05$) и на 39 день увеличился на 5,4 п.п.

Лизоцимная активность крови на 21 день после введения биопрепарата достоверно увеличивалась ($P \leq 0,05$) на 44,1 п.п. у опытной группы, а на 39 день на 26,6 п.п.

Результаты исследований по оценке влияния вакцины на клеточный и гуморальный иммунитет представлены в табл. 3, 4.

Таблица 3. Оценка влияния вакцины на выработку Т-лимфоцитов и В-лимфоцитов крови норок

Группы	Относительное количество Т-лимфоцитов, %	Относительное количество В-лимфоцитов, %
До введения		
Контрольная	35,2±0,27	23,3±0,33
Опытная	36,8±0,21	24,7±0,30
На 14 день после введения		
Контрольная	34,7±0,34	24,7±0,12
Опытная	39,6±0,24*	30,1±0,28*
На 21 день после введения		
Контрольная	36,4±0,21	24,8±0,18
Опытная	41,2±0,18*	35,3±0,22*
На 39 день после введения		
Контрольная	35,9±0,43	24,3±0,27
Опытная	40,5±0,22*	31,6±0,33*

* – $P \leq 0,05$.

В показателях контрольной группы достоверных изменений не отмечено, и они были в пределах 34,7 – 36,4 % по отношению количества Т- лимфоцитов.

Результаты проведенных исследований спонтанной розеткообразующей способности лимфоцитов на фоне иммунизации инактивированной вакцины (табл. 3) свидетельствуют о стимулирующем влиянии биопрепарата на иммунитет.

На 14-й день после введения вакцины отмечалось достоверное повышение уровня Т- лимфоцитов крови на 7,6 п.п. у опытных групп. В последующие дни исследований количество клеток достоверно увеличивалось и на 39 день наблюдений увеличилось на 9,13 п.п. в опытной группе.

В течение 21 дня после применения вакцины количество В- лимфоцитов достоверно повышалось в опытной группе животных на 21,8 п.п. на 14-й, а на 21-й день на 42,9 п.п. ($P \leq 0,05$). К 39-му дню исследований число В- лимфоцитов снижалось в опытной группе 27,9 %.

Наиболее выраженный прирост специфических антител наблюдается на 21 сутки с незначительным снижением на 39 сутки.

Таблица 4. Уровень титров специфических антител на после вакцинации у норок

Группы	Титры антител к вирусу SARS-COV-2, log ₂ в РН	Титры антител к бактерии <i>P.multocida</i> , log ₂ в РА
До введения		
Контрольная	0	0
Опытная	0	0
На 14 день после введения		
Контрольная	0	0
Опытная	1,5	4,5
На 21 день после введения		
Контрольная	0	0
Опытная	3,5	5,1
На 39 день после введения		
Контрольная	0	0
Опытная	7,0	5,7

* – $P \leq 0,05$.

Как следует из данных табл. 4, титры антител к бактериальному антигену (пастереллезному) на 14 день составлял 4,5 log₂, на 21 день у опытных норок были в пределах 5,1 log₂ (средние по группе), а на 39 день исследований – составили 5,7 log₂ (средние по группе). В это же время титры антител к вирусному антигену (вирусу SARS-COV-2) у опытных норок (в среднем по группе) на 14 день 1,5 log₂, на 21 день составляли 3,5 log₂, на 39 день – 7 log₂.

Заключение

1. Вакцина, инактивированная для профилактики коронавирусной инфекции, вызванной вирусом SARS-COV-2, и пастереллеза норок не оказывает негативного влияния на гематологические показатели норок. Опыт показал, что при введении норкам обеспечивает стимуляцию неспецифических факторов клеточного и гуморального иммунитета у привитых норок наблюдается достоверное ($P \leq 0,05$) увеличение на 39 день бактерицидной активности (на 5,4 – 9,5 п.п.), лизоцимной активности (на 26,6 – 44,1 п.п.) и фагоцитарной активности (на 8 – 20,3 п.п.) количества Т- лимфоцитов (на 7,6 – 9,13 п.п) и В-лимфоцитов (на 21,8 – 42,9 п.п.), титров к коронавирусу SARS-COV-2 – до 7,0 log₂ и к *P.multocida* – до 5,7 log₂. Иммунизация испытуемой вакциной приводит к формированию специфического напряженного иммунного ответа у норок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Балакирев, Н. А. Основы норководства: монография / Н. А. Балакирев. – Москва: Высш. шк., 2001. – 287 с.
2. Берестов, В. А. Клиническая биохимия пушных зверей: справ. пос. / В. А. Берестов. – Петрозаводск, Карелия, 2005 – 159 с.
3. Дорофейчик В. Г. Определение активности лизоцима нефелометрическим методом / В. Г. Дорофейчик // Лабораторное дело. – М. – 1968. – № 1. – С. 28–29.
4. Плященко, С. И. Определение естественной резистентности организма сельскохозяйственных животных / С. И. Плященко, Г. К. Волков, В. Т. Смирнов. – Минск, 1985. – 33 с.
5. Новиков, Д. К. Клеточные методы иммунодиагностики / Д. К. Новиков, В. И. Новикова. – Минск, 1979. – 222 с.