

УДК 578.1

## ВЛИЯНИЕ ИНАКТИВИРОВАННОЙ ВАКЦИНЫ ПРОТИВ КОРОНАВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ, ВЫЗВАННАЯ ВИРУСОМ SARS-COV-2, И ПАСТЕРЕЛЛЕЗА НА БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ НОРОК

Ю. А. КАЯК ORCID ID 0009-0007-3622-08801,  
Д. С. БОРИСОВЕЦ ORCID ID 0000-0003-4087-9833

РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С. Н. Вышеского»,  
г. Минск, Республика Беларусь, 220063

И. М. РЕВЯКИН ORCID ID 0000-0001-5377-2598

УО «Витебская государственная ордена «Знак Почета академия ветеринарной медицины»,  
г. Витебск, Республика Беларусь, 210026

(Поступила в редакцию 12.06.2025)

В данной статье приведены данные о влиянии разработанной инактивированной вакцины для профилактики SARS-CoV-2 и пастереллеза пушных зверей на биохимические показатели крови норок. Установлено, что применение данного препарата положительно сказывается на клиническом состоянии печени и других внутренних органов. В настоящее время в хозяйствах по разведению пушных зверей практикуется содержание животных с различными генотипами. Это обусловлено не только различиями в окраске шерсти, но и в строении внутренних органов, что, вероятно, сказывается на составе сыворотки крови. В связи с этим, существующие нормы по некоторым биохимическим показателям носят ориентировочный характер, поскольку исследования, на которых они основаны, проводились во второй половине прошлого века в различных климатических зонах. Несмотря на это, биохимия крови пушных зверей является предметом активного изучения. Основной причиной этого является относительно короткий период разведения пушных зверей в неволе, ввиду чего референтные значения по всем показателям разработаны не были. Часто применяется метод сравнительного анализа, при котором состав крови экспериментальных групп животных сравнивается с контрольной группой. Большинство исследований в этой области связаны с оптимизацией рациона питания и использованием кормовых добавок для снижения себестоимости продукции. Также изучаются нарушения процессов мехообразования, поскольку шкурки являются конечной продукцией. Отдельные работы посвящены патологиям печени у пушных зверей. Проведенный биохимический анализ крови выявил отсутствие негативного влияния разработанной вакцины на обменные процессы и функциональное состояние печени, почек и поджелудочной железы у всех норок, подвергнутых вакцинации инактивированной вакциной от коронавирусной инфекции SARS COV-2 и пастереллеза.

**Ключевые слова:** американская норка, вакцина, SARS-CoV-2, профилактика, биохимические показатели.

This article presents data on the effect of the developed inactivated vaccine for the prevention of SARS-CoV-2 and pasteurellosis of fur animals on the biochemical blood parameters of minks. It has been established that the use of this drug has a positive effect on the clinical condition of the liver and other internal organs. Currently, fur farms practice keeping animals with different genotypes. This is due not only to differences in fur color, but also in the structure of internal organs, which probably affects the composition of the blood serum. In this regard, the existing standards for some biochemical parameters are approximate in nature, since the studies they are based on were conducted in the second half of the last century in various climatic zones. Despite this, the biochemistry of the blood of fur animals is the subject of active study. The main reason for this is the relatively short period of breeding fur animals in captivity, due to which reference values for all parameters have not been developed. The comparative analysis method is often used, in which the blood composition of experimental groups of animals is compared with the control group. Most studies in this area are related to the optimization of diets and the use of feed additives to reduce the cost of production. Disorders of fur formation processes are also studied, since skins are the final product. Separate works are devoted to liver pathologies in fur animals. The biochemical blood analysis revealed the absence of a negative effect of the developed vaccine on metabolic processes and the functional state of the liver, kidneys and pancreas in all minks vaccinated with an inactivated vaccine against SARS COV-2 coronavirus infection and pasteurellosis.

**Key words:** american mink, vaccine, SARS-CoV-2, prevention, biochemical parameters.

### Введение

Проведение биохимических исследований крови у сельскохозяйственных животных в последние годы стало рутинной процедурой на большинстве объектах агропромышленного комплекса Республики. Не являются исключением и крупные звероводческие хозяйства, специализирующиеся на промышленном разведении американской норки. Однако, в отличие от других животных, для которых известны референтные значения подавляющего большинства биохимических показателей, исследование биохимического состава крови у норок, сопряжено с некоторыми трудностями. Основной причиной этого является относительно короткий период разведения пушных зверей в неволе, ввиду чего референтные значения по всем показателям разработаны не были. Кроме того, в каждом хозяйстве разводится сразу несколько генотипов зверей, которые имеют существенные особенности не только в окраске волосяного покрова, но и в строении внутренних органов, что, вероятнее всего, отражается и на составе сыворотки крови [1, 4]. Поэтому, на сегодняшний день, в распоряжении специалистов

имеется несколько предложенных норм по некоторым биохимическим показателям, которые являются ориентировочными, поскольку исследования были проведены во второй половине прошлого века в различных климатических зонах [2, 7]. Тем не менее биохимической картине крови посвящено довольно большое количество работ, в которых применяется метод сравнительного анализа, когда состав крови, полученной от одной или нескольких опытных групп, сравнивается с контрольной группой. Поскольку основной задачей в отрасли является переход на более дешевые корма, то большая часть таких исследований, как правило, связано с применением кормовых добавок [6]. В другой части внимание акцентировано на нарушениях процессов мехообразования, так как конечной продукцией являются шкурки [5]. Наконец, в ряде работ приводятся результаты исследований, касающиеся патологии печени [8]. Влияние же инфекционных агентов учитывается крайне редко и в большинстве случаев касается алеутской болезни норок [3].

Между тем наличие в хозяйстве инфекционных болезней, даже в хронической форме, когда не происходит массового падежа, существенно повышает себестоимость продукции и снижает прибыль. В первом случае ведущую роль играют затраты на их ликвидацию, а во втором доказанный факт, ухудшения качества меха при любых инфекционных патологиях. Одним из наиболее эффективных методов профилактики является вакцинация, которой не только предотвращает заражение теми или иными инфекциями, но и оказывает ряд других эффектов. Так, широко известна способность вакцин повышать неспецифический иммунитет животных. В частности, их введение способствует увеличению количества лимфоцитов, иммуноглобулинов, а также стимулирует лизоцимную активность сыворотки. Следовательно, организм получает дополнительные возможности противостоять не только инфекциям, предусмотренным конкретной вакциной, но и другим, менее агрессивным возбудителям. При разведении норок, когда здоровье зверей сильно зависит от погодных факторов (содержатся в открытых шедах) и рационов кормления (удешевляются за счет введения некачественных продуктов) данные эффекты способны повысить сопротивляемость поголовья к воздействию негативных факторов. Особенно это касается самой уязвимой части стада – щенков. В свете этого, в случае положительного влияния вакцинации, должен иметь место эффект нормализации биохимических показателей крови.

В связи с вышеизложенным, основной целью нашего исследования явилось определение степени влияния, разработанной нами инактивированной вакцины против коронавирусной инфекции, вызванной вирусом SARS COV-2 и пастереллеза норок на биохимический профиль крови зверей.

### **Основная часть**

Для проведения исследований, в условиях «Пинское сельскохозяйственное отделение Производственного унитарного предприятия «Белкоопмех» в возрасте 3 месяцев были сформированы 2 группы норок цветового типа сапфир, по 100 зверей в каждой. Все животные получали один и тот же рацион питания и обслуживались одним звероводом. В каждой группе методом случайного отбора выло выделено по десять особей, у которых из кончика хвоста была отобрана кровь для получения сыворотки. Предварительно у обеих групп отбирали кровь до введения. После этого животные первой группы (опытной), путем внутримышечного одногранного введения с наружной стороны бедра, получили инактивированную вакцину против коронавирусной инфекции, вызванной вирусом SARS COV-2 и пастереллеза норок в дозе 1 см<sup>3</sup> на зверя. Норкам контрольной группы вводили физиологический раствор в той же дозе. Спустя 45 суток после начала опыта, методом случайного отбора, из опытной и контрольной групп, были повторно выделены по 10 животных, у которых снова была отобрана кровь для проведения биохимических исследований.

Работа по проведению биохимических исследований крови проводилась в отделе бактериальных инфекций РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С. Н. Вышелесского» с использованием биохимическом анализаторе DIALAB Autolyser.

Полученные биохимические показатели были обработаны статистически с использованием программ Microsoft Office Excel и STATISTICA 12. Поскольку ряд полученных показателей имел распределение отличное от нормального, то для определения достоверности был использован непараметрический критерий Манна-Уитни.

В результате проведенных исследований были получены биохимические показатели сыворотки крови норок, которые мы поместили в таблицу.

Как следует из представленной таблицы, перед началом опыта, биохимические показатели сыворотки крови в опытной и контрольной группах не имеют значимой статистической разницы. Однако, необходимо отметить, что уже в этом возрасте у зверей обоих групп, по некоторым показателям отмечаются отклонения от нормы. В первую очередь это касается концентрации мочевины и креатинина. Данные показатели выходят за пределы верхней границы нормы в опытной группе на 22,33 % и

4,31 %, а в контрольной – на 21,17 % и 12,11 % соответственно. Кроме того, в обеих группах имеются некоторые отклонения от нормы концентрации магния, которая превышает верхнюю границу нормы на 9,37 % и 20,79 % соответственно. Следовательно, можно допустить, что уже в трехмесячном возрасте у норок могут иметь место патологии почек. В первую очередь, на это указывают повышенные концентрации мочевины и креатинина. Поскольку же почки являются главным органом, обеспечивающим регуляцию содержания магния в организме, избыток этого нутриента в сыворотке крови, также может свидетельствовать в пользу почечных патологий. Данные отражены в табл. 1.

#### Биохимические показатели крови норок опытной и контрольных групп

Показатели	Опытная, начало	Контрольная, начало	Опытная, окончание	Контрольная, окончание	Норма
Общий белок, г/л	81,55±1,750	82,02±1,512	85,09±1,488	80,63±2,185	65,2–82,5
Альбумин, г/л	42,38±0,940	43,10±0,870	43,60±1,026	41,77±0,932	29,7–4,5
Глобулины, г/л	39,16±1,458	38,92±1,632	41,48±1,633	38,86±2,132	–
А/Г коэффициент	1,10±0,046	1,13±0,071	1,07±0,054	1,11±0,082	–
Мочевина, ммоль/л	3,80±0,580	3,74±0,690	5,06±0,501 <sup>2</sup>	8,11±0,929 <sup>1</sup>	1,65–2,95
Креатинин, ммоль/л	87,43±8,727	95,19±8,524	125,65±8,289 <sup>1,2</sup>	167,79±10,867 <sup>1</sup>	54,74–83,66
Холестерин, ммоль/л	6,55±0,222	6,61±0,361	7,96±0,263 <sup>1,2</sup>	6,83±0,212	3,22–9,78
АСТ, У/л	113,53±13,928	104,77±29,188	153,95±22,050 <sup>2</sup>	219,31±24,083 <sup>1</sup>	62,32–173,68
АЛТ, У/л	106,06±12,342	107,66±14,289	179,49±21,086 <sup>1,2</sup>	244,96±25,551 <sup>1</sup>	56,44–169,56
ЩФ, У/л	106,49±10,823	81,92±11,688	74,14±8,265 <sup>1</sup>	89,30±9,378	32,99–71,78
Кальций, ммоль/л	2,83±0,069	2,79±0,178	3,06±0,145 <sup>2</sup>	2,70±0,077	1,95–3,65
Фосфор, ммоль/л	2,06±0,162	1,75±0,190	2,26±0,162	1,96±0,162	0,74–2,03
Магний, ммоль/л	1,32±0,099	1,52±0,090	1,48±0,094	1,23±0,100 <sup>1</sup>	0,6–1,2
Цинк, мкмоль/л	75,35±11,127	66,95±8,985	77,40±11,156 <sup>2</sup>	47,70±10,379	–
Железо, мкмоль/л	34,18±3,792	31,20±2,383	37,35±2,333 <sup>2</sup>	25,26±2,627	–

Примечание: <sup>1</sup>разница достоверна по отношению к началу опыта текущей группе при  $P < 0,05$ ; <sup>2</sup>разница достоверна между опытной и контрольной группами в конце опыта при  $P < 0,05$ .

По завершению опыта, биохимическая картина сыворотки крови кардинально поменялась. Причем изменения демонстрируют разную направленность. В частности, показатели белка не имеет статистически значимой разницы как между значениями на начало и конец опыта, так и между группами в конце опыта. Большинство из них укладываются в пределы предлагаемых норм. Исключением является лишь концентрация общего белка в опытной группе, незначительно превышающая верхний предел нормы на 3,04 %, что стало возможным за счет столь же незначительного увеличения фракции глобулинов. Вероятнее всего данное обстоятельство объясняется последствиями вакцинации, которая, как известно, приводит к возрастанию количественного содержания некоторых компонентов данной фракции. Отсутствие статистически значимой разницы с аналогичным показателем контрольной группы, на наш взгляд можно объяснить тем, что в группе контрольных животных имели место воспалительные процессы, которые также стимулировали увеличение концентрации глобулинов. Данное заключение подтверждается изменениями других показателей крови таких как ферменты и минеральные вещества.

Как в опытной, так и в контрольной группе произошел рост активности аспартатаминотрансферазы (АСТ) и аланинаминотрансферазы (АЛТ), которые, в большинстве случаев, являются маркерами поражений печени. При этом, в опытной группе активность АСТ увеличилась на 35,60 %, оставшись в пределах нормы, в отличие от АЛТ, рост активности которой составил 69,24 %, что обусловило выход за верхний предел нормы. В контрольной группе аналогичные показатели возросли на 109,33 % и 127,52 % соответственно. В итоге, статистически значимая разница в конце опыта, между зверьми опытной и контрольной группы составила 42,46 % по АСТ и 36,48 % по АЛТ. Здесь следует обратить внимания, что, поскольку норка является хищником, то рост активности обоих ферментов указывает на патологию, прежде всего печени. При этом АЛТ это, в большей степени, цитозольный фермент, а АСТ – митохондриальный. Следовательно, деструктивные процессы данного органа у контрольных норок носят более выраженный характер.

На этом фоне заслуживает внимания динамика другого фермента – щелочной фосфатазы (ЩФ), являющегося индикатором холестаза, синдрома, который обычно сопровождает поражения печени различного генеза. В нашем случае, у зверей опытных групп его активности снижается на 30,38 %, а у контрольных – на 9,02 % возрастает, при конечной разнице между опытом и контролем в 20,46 %. Сложившиеся противоречия, вероятнее всего, объясняются тем, что у опытных норок доминирует костная изоформа, теряющая активность в связи с замедлением процессов роста. У представителей

контрольных групп, при более выраженных поражениях печени, в большей степени проявляется печеночная изоформа.

Наряду с патологией печени, за время проведения опыта, у всех животных существенно возросла концентрация мочевины и креатинина, маркеров поражений почек. У норок опытных групп рост составил 33,28 % и 43,71 %, а у контрольных – 116,81 % и 76,26 %, соответственно, что в итоге привело к разнице между группами в конце опыта 60,27 % и 33,54 %. В этом случае, можно допустить факт проявления гепаторенального синдрома, при котором более существенные поражения печени вызывают усугубления патологии почек.

Среди минеральных показателей отдельного внимания заслуживают цинк и железо. Данные микроэлементы исключительно важны для организма пушных зверей, что обусловлено их участием в биохимических реакциях, связанных с процессами размножения и мехообразования. В сыворотке крови они находятся в минимальных количествах, но этого достаточно не только для того, чтобы зафиксировать степень поступления в организм, но и отразить характер протекающих в нем патологических процессов. В частности, при интенсивно протекающих воспалительных реакциях происходит их перераспределения. Цинк, из сыворотки, в большей степени, поступает в эритроциты, а железо во внутренние органы [9].

По данным представленной таблицы заметно, что в конце опыта содержание цинка у животных опытной группы на 38,38 % больше, чем в контрольной. Аналогичная разница по железу составила 32,38 %. При этом, изменилось не только количественные характеристики указанных показателей, но и качественные. Так, в опытной группе коэффициенты вариации составили 45,54 % и 19,74 %, а в контрольной 68,76 % и 32,86 %, соответственно. Более выраженная гетерогенность контрольной выборки указывает на факт наличия в ее составе, наряду со здоровыми, больных животных с протекающими воспалительными процессами.

### **Заключение**

Таким образом, проведенный нами сравнительный биохимический анализ крови показал, что за время опыта у всех норок, вакцинированных инактивированной вакцины против коронавирусной инфекции, вызванной вирусом SARS COV-2 и пастереллеза норок, и в контрольной группе, испытуемая вакцина не оказывает негативного влияния на обмен веществ и функциональное состояние печени, почек, поджелудочной железы.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Березина, Ю. А. Биохимическая картина сыворотки крови молодняка норок / Ю. А. Березина, О. Ю. Беспятых, А. Е. Кокорина // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2011. – № 2 (21). – С. 39–42.
2. Берестов, В. А. Клиническая биохимия пушных зверей: справ. пос. / В. А. Берестов. – Петрозаводск, Карелия, 2005 – 159 с.
3. Биохимические показатели крови норки, зараженной вирусом алеутской болезни / О. Ю. Беспятых, Ю. А. Березина, Н. Бельтюкова, И. И. Окулова [и др.] // Ветеринарная патология. – 2011. – № 3. – С. 75–78.
4. Волосевич, Д. П. Особенности микроморфологии слизистой оболочки желудка у американской норки разных генотипов / Д. П. Волосевич, И. М. Ревякин // Ветеринарный журнал Беларуси. – 2019. – №1 (10). – С. 19–22.
5. Куликов, Н. Е. Биохимические показатели у норок со стриженным волосяным покровом / Н. Е. Куликов, В. В. Губский // Клеточное пушное звероводство и промышленное кролиководство: сбор. науч. тр. НИИ ПЗК. – М., 1987. – Т.35. – С. 39–43.
6. Влияние препарата аркусит на обменные процессы у норок и перспективы его применения / И. И. Окулова, М. А. Кошурникова, Ю. А. Березина, З. Н. Бельтюкова [и др.] // Аграрный вестник Верхневолжья. – 2018. – № 4 (25). – С. 55–59.
7. Перельдик, Д. Н. Биохимические показатели крови норок / Д. Н. Перельдик, В. В. Губский, Н. Е. Куликов // Кролиководство и звероводство. – 1980. – № 4. – С. 30 – 31.
8. Ревякин, И. М. Анализ активности сывороточных трансаминаз у клеточной американской норки / И. М. Ревякин, И. Н. Дубина // Ученые записки учреждения образования Витебская государственная академия ветеринарной медицины: научно-практический журнал. – Витебск: УО ВГАВМ, 2016. – Т. 52, вып. 2. – С. 71–74.
9. Скальная, М. Г. Клиническая микроэлементология / М. Г. Скальная. – М.: Практическая медицина, 2024. – 280 с.