

3. *Diagnostika, lechenie i profilaktika immunodeficitov ptic* / B. YA. Birman, I. N. Gromov, V. S. Prudnikov [i dr.]. – Minsk : Biznes ofset, 2008. – 147 s.
4. Zajceva, E. V. *Morfologiya immunnoj sistemy ptic* / E. V. Zajceva. – Lodomir-Bryansk, 2011. – 109 s.
5. Kavtarashvili, A. SH. *Metody smyagcheniya stressa v pticevodstve* / A. SH. Kavtarashvili, T. N. Kollokol'nikova // *Feniks-KYC*. – 2010. – № 8. – S. 11–18.
6. Letkin, A. I. *Lejkocitarnye indeksy krovi kur-nesushek pri nespecificheskom stressornom sindrome* / A. I. Letkin // *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. – 2020. – №2 (184). – S.102–108.
7. Fisinin, V. I. *O sostoyanii i perspektivah razvitiya pticevodstva* / V. I. Fisinin // *Rossiyskoe otdelenie VNAP «Innovacionnye razrabotki i ih osvoenie v promyshlennom pticevodstve»*. – 2012. – URL: <http://abercade.ru/research/analysas/8088.html>.
8. Casteleyn, C. *Locations of gut-associated lymphoid tissue in the 3-month-old chicken: a review* / C. Casteleyn. – 2010. – P. 120–125.
9. Mobini, B. *Histological and histochemical studies on the Harderian gland in native chickens* / B. Mobini // *Veterinari Medicina*. – 2012. – P. 404–409.

Поступила в редакцию 12.03.2025.

DOI 10.52368/2078-0109-2025-61-3-26-33

УДК 619:[615.038:612.017]:636.4

ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНОГО ПРЕПАРАТА «ПРОСТИМУЛ» НА ИММУННЫЙ СТАТУС ПОРОСЯТ ПРИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ СТРЕССЕ

*Михайлов Е.В. ORCID ID 0000-0001-5457-1325, *Шутиков В.А. ORCID ID 0009-0004-2018-2662,

*Шабунин Б.В. ORCID ID 0000-0002-2234-3851, *Стрельников Н.А. ORCID ID 0000-0002-0781-7713,

*Боярина Е.Д. ORCID ID 0009-0007-1032-6089, **Саврасов Д.А. ORCID ID 0000-0002-1293-2249

*ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии», г. Воронеж, Российская Федерация

**ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», г. Воронеж, Российская Федерация

В статье описаны результаты исследований, посвященных изучению влияния комплексного интерферонсодержащего препарата «Простимул» на иммунный статус и относительный уровень экспрессии генов иммунного статуса поросят при технологическом стрессе, связанном с отъемом их от свиноматок. В исследовании участвовали две группы животных — опытная и контрольная. Животным опытной группы применялся препарат «Простимул» в дозе 1,0 см³ на 10 кг живой массы двукратно с интервалом 48 часов. Материалом для лабораторных исследований служила кровь от животных каждой группы, отобранная через 12 часов после второго введения препарата «Простимул», сразу же после перевода на доращивание и через 48 часов после перевода. Полученные результаты говорят о том, что препарат «Простимул» способствует нивелированию негативных последствий технологического стресса на иммунный статус поросят в период отъема, на что указывают повышение количества Т- и В-лимфоцитов, ФАЛ, ФЧ, ФИ, ЛАСК, об. ИГ у поросят опытной группы, а также повышение относительного уровня экспрессии генов, ответственных за иммунитет. **Ключевые слова:** поросята, доращивание, технологический стресс, иммунный статус, экспрессия генов, простимул

EFFECT OF A COMPLEX PREPARATION PROSTIMUL ON THE IMMUNE STATUS OF PIGLETS UNDER TECHNOLOGICAL STRESS

*Mikhailov E.V., *Shutikov V.A., *Shabunin B.V., *Strelnikov N.A., *Boyarina E.D., **Savrasov D.A.

*FSBSI "All-Russian Research Veterinary Institute for Pathology, Pharmacology and Therapy",
Voronezh, Russian Federation

**FSBEIHE "The Voronezh State Agrarian University named after the Emperor Peter the Great",
Voronezh, Russian Federation

The article describes the results of studies on the effect of a complex interferon-containing drug Prostimul on the immune status and relative level of gene expression of the immune status of piglets under technological stress associated with weaning. Two groups of piglets – experimental and control, participated in the study. The piglets of the experimental group were administered the drug Prostimul at a dose of 1.0 cm³ per 10 kg of live weight twice with an interval of 48 hours. The blood from animals of each group, sampled 12 hours after the second administration of the drug Prostimul, immediately at weaning, and 48 hours later, served as the material for laboratory tests. The obtained results indicate that the drug Prostimul promotes the levelling of negative effects of technological stress on the immune status of piglets at the weaning period, which is manifested by the increase in the number of T- and B-lymphocytes, FAL, FCH, FI, LASC, vol. IG in piglets of the experimental group, as well as an increase in the relative level of expression of genes responsible for immunity. **Keywords:** piglets, growing, technological stress, immune status, gene expression, Prostimul.

Введение. Научными исследованиями отечественных и зарубежных ученых установлено, что при применении традиционных технологий воспроизводства, выращивания и откорма свиней, во время принудительных перегруппировок и перемещения свиней по стадиям технологического процесса возникают стрессы [3]. Наиболее значительный по силе воздействия стресс испытывают поросята при отъеме, при этом происходит отлучение от свиноматки, перегоны, взвешивания, смена условий содержания, кормления, формирование групп животных, ветеринарные обработки [7].

С точки зрения физиологии, стресс проявляется изменением уровня гормонов в крови, подавлением иммунного ответа и поведенческими изменениями [1]. Атрофические процессы, развивающиеся при «синдроме стресса» в иммунной системе, не только ослабляют защитные силы организма, но и приводят к развитию гиперэргических реакций [6]. По полученным данным прошлых исследований установлено, что препараты, содержащие интерфероны, способны оказывать стимулирующее влияние на иммунную систему, а в комплексе с витаминами влияют на адаптивные способности организма, а также повышают общую стрессовую устойчивость поросят [2].

Целью проведенных исследований являлась оценка влияния препарата «Простимул» на иммунную систему организма поросят при технологическом стрессе.

Материалы и методы исследований. Для эксперимента по оценке влияния препарата «Простимул» на иммунную систему, относительный уровень экспрессии генов иммунного статуса поросят в критический период выращивания (отъем и перевод на доращивание), в промышленном свиноводческом хозяйстве Воронежской области были подобраны животные в возрасте 15-16 дней в количестве 30 голов.

Исследования были проведены в соответствии с Меморандумом о гуманном обращении с животными, используемыми в научных и учебных целях.

В 15-16-дневном возрасте от поросят (n=30) перед переводом в группу доращивания была взята кровь для фонового исследования. После этого животные были разделены на две группы по 15 голов в каждой: опытную и контрольную.

На 15-16-й день жизни животным опытной группы (n=15) применяли простимул внутримышечно в дозе 1,0 см³ на 10 кг живой массы двукратно с интервалом 48 часов. Поросятам контрольной группы (n=15) препарат не применяли.

После определения фоновых показателей кровь для лабораторных исследований от животных каждой группы была отобрана трехкратно: через 12 часов после второго введения препарата «Простимул», сразу же после перевода на доращивание (при переводе) и через 48 часов после перевода (после перевода).

Определение количества Т- и В-лимфоцитов, фагоцитарной активности лейкоцитов (ФАЛ), фагоцитарного числа (ФЧ), фагоцитарного индекса (ФИ), ЛАСК, общих ИГ, ЦИК проводилось в соответствии с «Методическими рекомендациями по оценке и коррекции иммунного статуса животных» [8].

Полимеразную цепную реакцию осуществляли на приборе DTLite 4S1 (ДНК-Технология, Россия) с готовой коммерчески доступной смесью для PCR 5X qPCRmix-HS SYBR (Евроген, Россия). Выделение тотальной РНК осуществлялось набором «РНК-Экстран» (Синтол, Россия) по утвержденной инструкции. Оценка качества выделенной РНК проводили с помощью электрофореза в 2% агарозном геле. Исследование проводили посредством ПЦР-анализа с добавлением красителя SYBR Green. Для оценки экспрессии изучаемых генов использовались панели специфичных праймеров для исследования уровней экспрессии генов, ответственных за иммунный статус (таблица 1).

Таблица 1 – Праймеры, используемые при постановке ПЦР в реальном времени

№	Название	Последовательность нуклеотидов
1	β-actinf β-actinr	CACGCCATCCTGCGTCTGGA AGCACCGTGTGGCGTAGAG
2	IFN-γf IFN-γr	CCAGAATGCAAGTACCTCAG TCTCTGGCCTTGGAACATAG
3	IFN-αf IFN-αr	CCGATGGCCCCAGCCTGGTCC GGATCCTCAGTCCTTTCTCCTGAA
4	IFNAR1f IFNAR1r	GGAAGAGCAGCAGTGAATCC ACGGCTCAACCTCATACCAC

При проведении статистической обработки данных использовался пакет прикладных программ Statistica v6.1. Для оценки достоверности результатов был применен критерий Стьюдента.

Результаты исследований. Исследование показателей клеточного иммунитета и гуморального звена иммунной системы поросят (рисунок 1) выявили следующие закономерности: в крови у поросят контрольной и опытной групп по ходу опыта происходит методичное повышение количества

Т-лимфоцитов, при этом в опытной группе данный показатель в среднем на 12,3% был выше относительно группы контроля вплоть до перевода поросят на доращивание. В отношении В-лимфоцитов сохраняется аналогичная тенденция, данный показатель повышался в обеих исследуемых группах, но в опытной группе наиболее стремительно. Через 12 часов после введения препарата «Простимул» в опытной группе относительно фона было отмечено существенное повышение количества В-лимфоцитов на 52,7% ($p < 0,05$). После перевода в группу доращивания разница в количестве В-лимфоцитов у поросят опытной и контрольной групп составила 35,5% ($p < 0,05$) в пользу опытной группы.

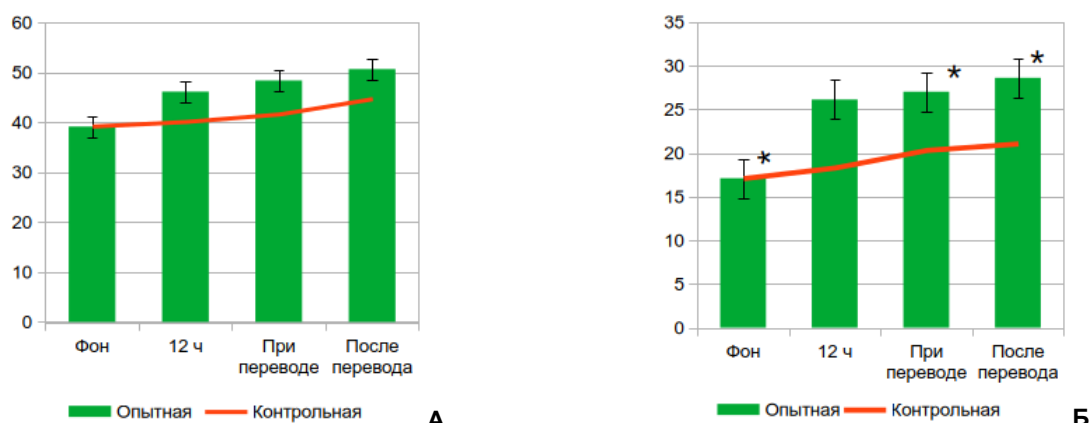


Рисунок 1 – Динамика изменения количества Т- и В-лимфоцитов в крови у поросят, %.

А – количество Т-лимфоцитов; В – количество В-лимфоцитов

Примечание. М±т (среднее арифметическое ± ошибка среднего арифметического); статистически значимые различия при $p < 0,05$ относительно контрольной группы

Изменение количества Т- и В-лимфоцитов является компенсаторной реакцией в ответ на дефицит факторов естественной резистентности у поросят данной возрастной группы [5]. Стоит отметить, что данный процесс протекает наиболее эффективно у поросят опытной группы, что обусловлено составом препарата «Простимул», а также его стимулирующими способностями относительно клеточного звена иммунитета.

Исследования показателей неспецифического клеточного иммунитета (рисунок 2) показали, что фагоцитарная активность лейкоцитов (ФАЛ), отражающая способность фагоцитов связывать и переваривать патогенные агенты, после перевода в группу доращивания у поросят опытной группы была выше на 3,2%. Существенное различие отмечалось в фагоцитарном числе (ФЧ), так, у поросят опытной группы он был выше на 38,4% относительно контроля после перевода на доращивание. Фагоцитарный индекс (ФИ) в опытной группе был незначительно выше относительно контроля на протяжении всего опыта. Проведенные нами исследования показывают, что применение препарата «Простимул» положительно сказывается на клеточном звене иммунитета, что видно по увеличению ФЧ на всем протяжении опыта и росту ФИ через 12 часов.

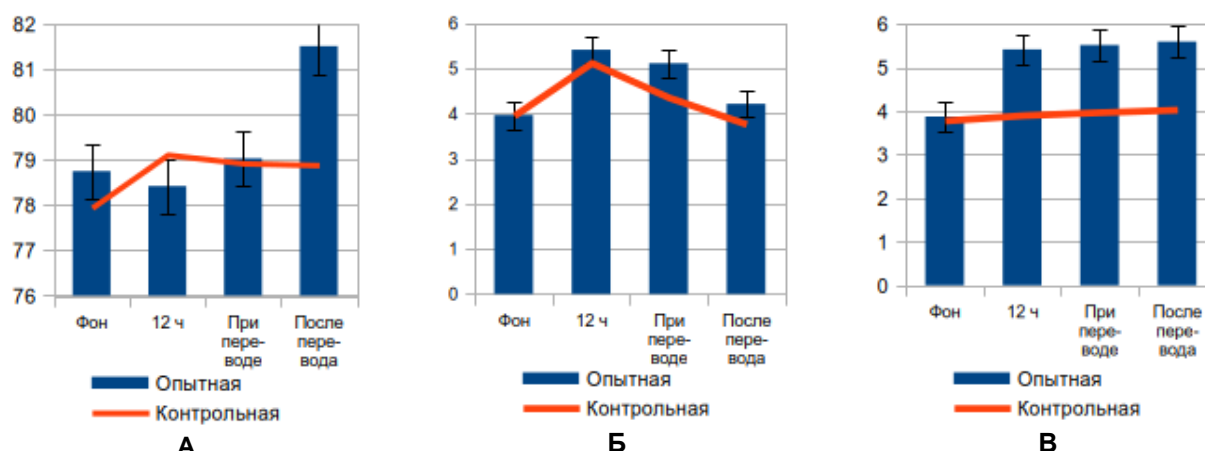


Рисунок 2 – Динамика показателей неспецифического клеточного иммунитета у поросят в течение опыта.

А – фагоцитарная активность лейкоцитов (ФАЛ);

Б – фагоцитарное число (ФЧ); В – фагоцитарный индекс (ФИ)

Оценка лизоцимной активности сыворотки крови (ЛАСК) (рисунок 3) показала, что в опытной группе через 12 часов после применения препарата она возросла на 33,3% ($p<0,05$) относительно фона и на 19,3% ($p<0,05$) - относительно контроля. Перед переводом на доращивание также отмечалось увеличение ЛАСК в опытной группе на 51,1% ($p<0,05$) относительно контроля. После перевода на доращивание в контрольной группе регистрировалось снижение активности ЛАСК на 39,5% ($p<0,05$) относительно предыдущих значений, что указывает на отрицательное влияние технологического стресса.

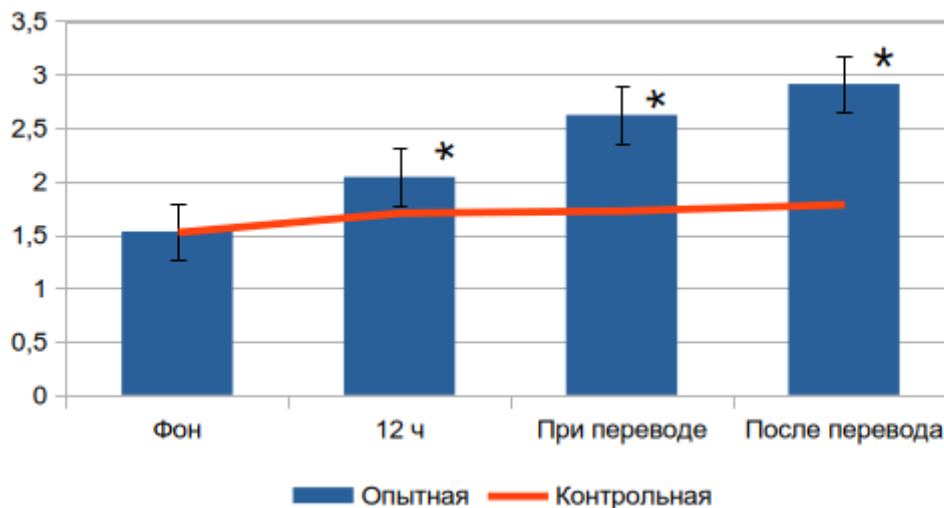


Рисунок 3 – Изменение лизоцимной активности сыворотки крови у поросят, мг/мл

Примечание: $M \pm m$ (среднее арифметическое $\pm$ ошибка среднего арифметического); статистически значимые различия при $p<0,05$ относительно контрольной группы

Полученные данные свидетельствуют о том, что применение препарата «Простимул» оказывает адаптогенное действие и снижает негативное влияние стресс-факторов на неспецифическую резистентность поросят, обусловленное постепенным снижением показателей врожденного иммунитета из-за изменения кормления и недостаточностью развития собственных защитных сил организма [4].

Результаты оценки концентрации общих иммуноглобулинов представлены на рисунке 4. В опытной группе через 12 часов после последнего применения препарата «Простимул» отмечалось увеличение концентрации общих иммуноглобулинов (общ. ИГ) относительно фона и контрольной группы на 34,1% ($p<0,05$) и 27,3% ($p<0,05$) соответственно. При переводе разница в концентрации ИГ между контрольной и опытной группой составляла 30,8% ($p<0,05$) в пользу опытной группы. После перевода на доращивание в опытной группе достоверно увеличивался рост уровня общ. ИГ на 25,1% ($p<0,05$) относительно группы контроля.

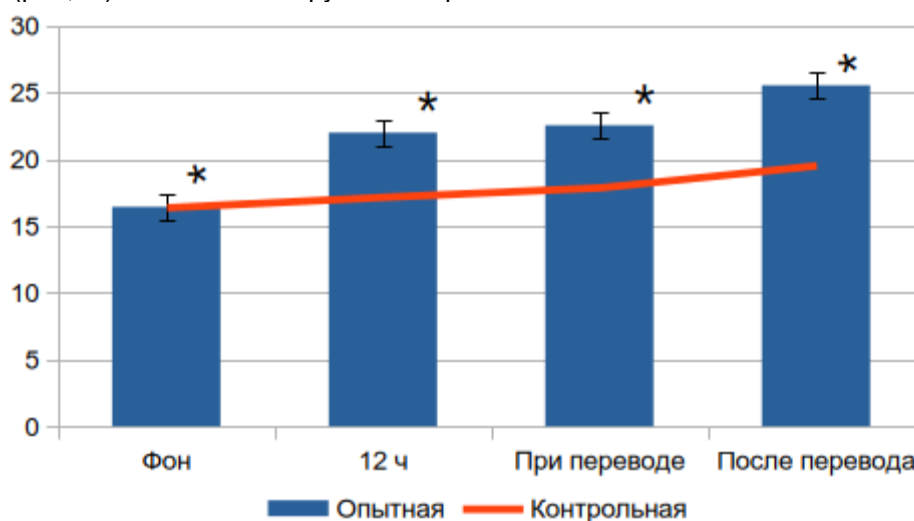


Рисунок 4 – Динамика изменения концентрации общих иммуноглобулинов у поросят в течение опыта, мг/мл

Примечание. $M \pm m$ (среднее арифметическое $\pm$ ошибка среднего арифметического); статистически значимые различия при $p<0,05$ относительно контрольной группы

В крови поросят обеих групп на протяжении всего опыта регистрировалось плавное увеличение концентрации циркулирующих иммунных комплексов (ЦИК) (рисунок 5). Так, через 12 часов после применения простимула в опытной и в контрольной группах отмечался рост показателя относительно фоновых исследований на 12,1% и на 6,1%, на 5-е сутки - на 5,3% и 6,1%, а на 7-е сутки - на 10,1% и 6,1%, соответственно.

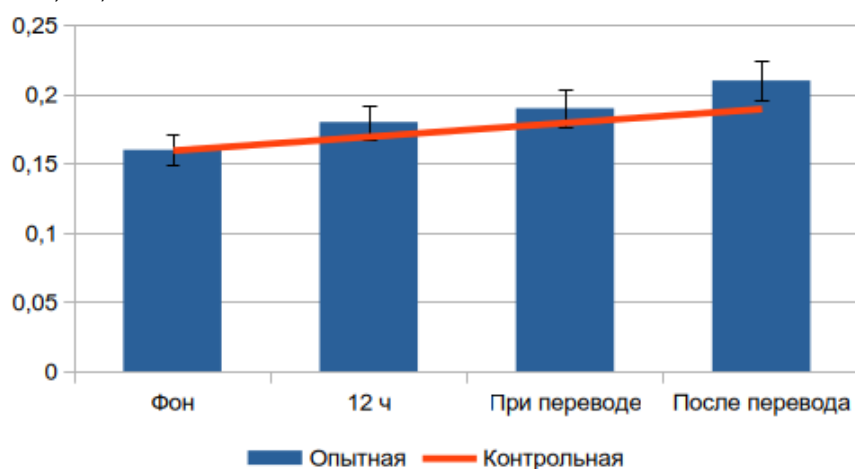


Рисунок 5 – Динамика изменения уровня ЦИК у поросят в течение опыта, г/л

По результатам оценки уровня экспрессии генов иммунного статуса у поросят исследуемых групп (рисунки 6-8) при фоновом исследовании было отмечено следующее. Среди генов иммунного статуса наибольшая активность была у рецептора интерферона альфа/бета 1 (*IFNAR1*) – в 12,8 раз выше, чем экспрессия гена интерферона-альфа (*IFN-α*). Экспрессия гена интерферона-гамма не наблюдалась (рисунок 7). Стоит отметить, что *IFN-α* участвует во врожденном ответе посредством противовирусной активности, вызывая дифференциацию нативных Т-клеток в секретирующие *IFN-γ* эффекторные клетки. *IFN-γ* секретируется концептусами (развивающимися плодами) свиней в период беременности, однако функции данного интерферона у концептусов свиней неизвестны. Он имеет решающее значение для врожденного и адаптивного иммунитета против вирусных и внутриклеточных бактериальных инфекций и контроля опухолей, а также для активации макрофагов. *IFNAR1*, вместе с *IFNAR2*, образуют с помощью интерферонов общий рецептор, необходимый для индукции клеточной сигнализации через путь, активирующий янус-киназы (*JAKs*) и тирозинкиназы 2 (*TYK2*) [9, 10]. Рецептор интерферона-альфа 1 (*IFNAR1*) – мишень, представляющая интерес для рекомбинантных биотерапевтических препаратов, блокирующих JAK/STAT-путь. Считается, что этот путь играет роль во многих заболеваниях и аутоиммунных расстройствах. Использование *IFNAR1* в качестве мишени для блокирования связывания *IFN I* типа с JAK/STAT-путем и предотвращения активации этой мишени позволяет регулировать прогрессирование аутоиммунных заболеваний [11].

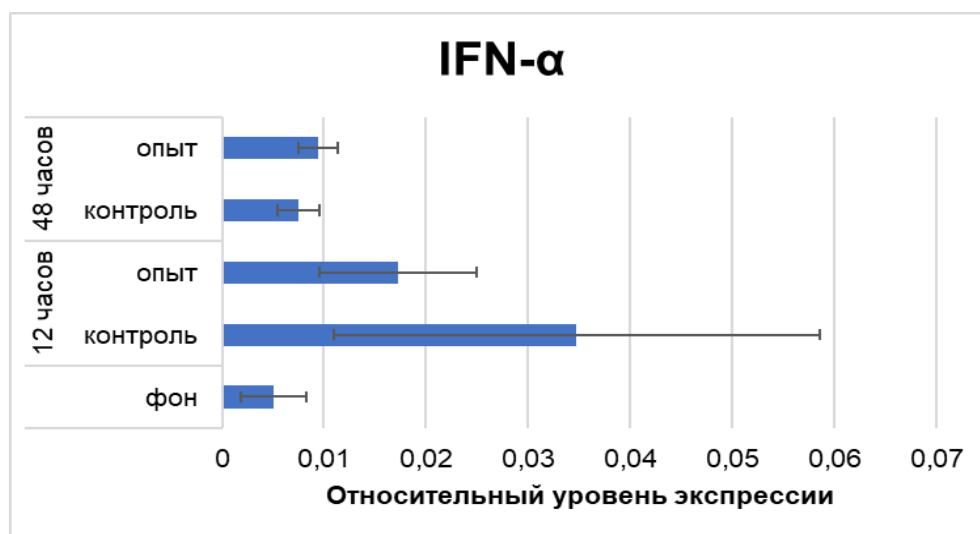
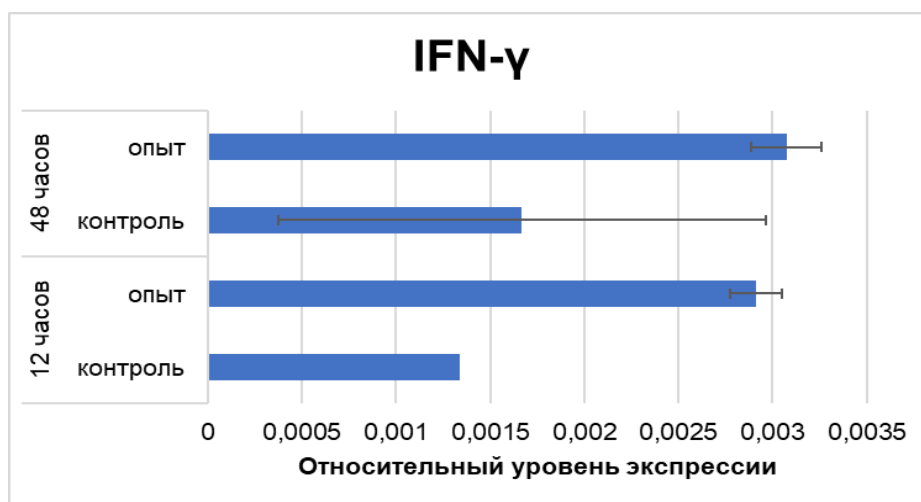
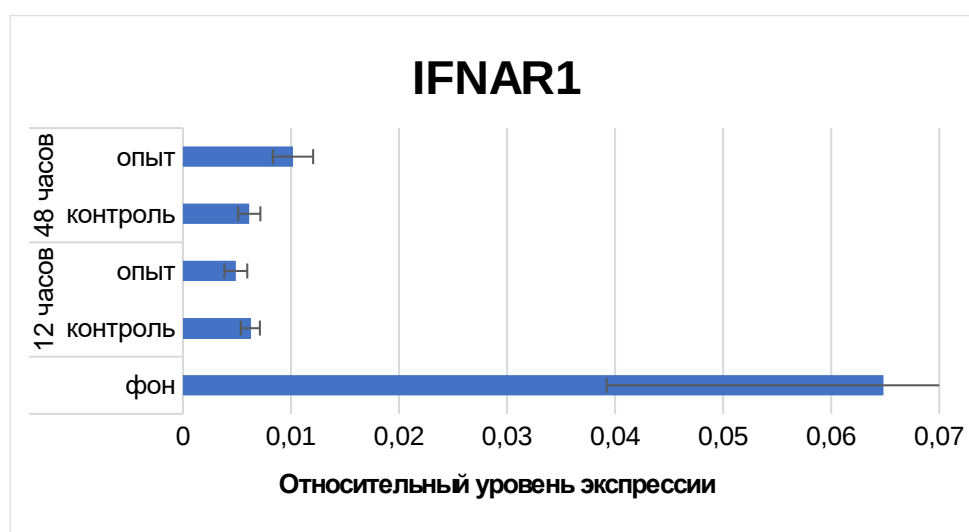


Рисунок 6 – Экспрессия гена *IFN-α* у поросят исследуемых групп

Рисунок 7 – Экспрессия гена *IFN-γ* у поросят исследуемых группРисунок 8 – Экспрессия гена *IFNAR1* у поросят исследуемых групп

Через 12 часов после повторного применения препарата «Простимул» экспрессия генов интерферона-альфа и *IFNAR1* в опытной группе была ниже в 2 раза и на 27,4% соответственно, чем в контрольной. Однако активность интерферона-гамма в опытной группе, напротив, была в 2,2 раза выше в сравнении с контролем (рисунки 7-9). Подобная разница может быть обусловлена тем, что интерферон-гамма относится к интерферонам II типа и отличается паттерном функционирования от интерферонов I типа. В первую очередь он взаимодействует с сигнальным путем JAK-STAT (представлен янус-киназами и активаторами транскрипции) с целью воздействия на регуляцию других генов, в частности, на регуляторные факторы интерферонов (*IRFs*). Так как *IFNAR1* является геном, отражающим активность субъединицы рецептора интерферона-альфа, его активность будет напрямую связана с экспрессией данного цитокина [12, 14].

Через 48 часов после повторного применения препарата «Простимул» установлено, что в опытной группе поросят уровень экспрессии генов иммунного статуса был выше, чем в контрольной: *IFN-α* - на 25,2%, *IFN-γ* – на 84,4%, а *IFNAR1* – на 65,9% (рисунки 10-12), что может быть связано с формированием единого иммунного каскада реакций системы интерферонов [13].

Заключение. По результатам оценки изменений иммунологических показателей крови поросят выявлено, что препарат «Простимул» оказывает общее стимулирующее действие на иммунную систему в наиболее важный и стресснагруженный технологический период как отъем от свиноматок и перевод на доразивание, что подтверждают полученные данные. В такие критические периоды выращивания у животных снижается иммунологическая резистентность и они становятся более подвержены заболеваниям бактериальной и вирусной природы, что в дальнейшем может приводить к большим экономическим затратам. Изучение динамики изменения уровня экспрессии генов иммунного статуса у поросят, подверженных технологическому стрессу, показало, что после применения препарата «Простимул» сформировался единый иммунный ответ системы интерферонов, который нивелировал негативные последствия, связанные с отъемом от

свиноматок и переводом на дорастивание, о чем свидетельствует общий рост активности изучаемых генов.

Таким образом, применение препарата «Простимул», включающего в своем составе рекомбинантный белок из группы цитокинов первого и второго типов, а также витамины А, Е, С, на 15-16-й день жизни поросят внутримышечно в дозе 1,0 см³ на 10 кг живой массы двукратно с интервалом 48 часов, можно считать оправданным и эффективным для предупреждения aberrантных изменений в системе иммунной защиты организма, возникающих на фоне технологического стресса.

Conclusion. Findings on evaluation of changes in immunological parameters of piglet blood show that the drug Prostimul has a general stimulating effect on the immune system at weaning as the most important and stressful technological period and soon after weaning, which is confirmed by the obtained data. During such critical periods of growing, the immunological resistance of animals decreases and they become more susceptible to diseases of bacterial and viral nature, which may lead to greater economic costs. The study of the dynamics of changes in the expression level of immune status genes in piglets exposed to technological stress has shown that after the use of the drug Prostimul a unified immune response of the interferon system was formed, which levelled the negative effects associated with weaning and transfer to growing, as evidenced by the overall increase in gene activity.

Thus, the use of the drug Prostimul, which includes a recombinant protein from the group of cytokines of the first and second types, as well as vitamins A, E, and C, intramuscularly at a dose of 1.0 cm³ per 10 kg of live weight twice with an interval of 48 hours, on the 15th and 16th day of piglets' life, can be considered justified and effective for preventing aberrant changes in the body's immune defense system, which occurs against the background of technological stress.

Список литературы.

1. Байнер, Ф. Стресс у поросят / Ф. Байнер // Перспективное свиноводство: теория и практика. 2011. – № 6.
2. Влияние комплексного препарата «Простимул» на функциональную группу лимфоцитов и эндокринную систему поросят-гипотрофиков в неонатальный период / Е. В. Михайлов, Д. А. Саврасов, В. А. Шутиков [и др.] // Российский журнал Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. – 2024. – № 4 (52). – С. 613–621. – DOI 10.36871/vet.san.hygy.ecol.202404018.
3. Графическое и математическое моделирование пятифазной бесстрессовой технологии воспроизводства, выращивания и откорма свиней / В. В. Калюга, В. И. Базыкин, Е. А. Тихонов, М. И. Зайцева // Resour. Technol. – 2014. – № 1.
4. Карпенко, Л. Ю. Возрастная динамика содержания лизоцимной и бактерицидной активности сыворотки крови поросят / Л. Ю. Карпенко, А. И. Енукашвили, А. Б. Балыкина // Медицинская иммунология. – 2017. – Т. 19, № 5. – С. 300–300.
5. Карпенко, Л. Ю. Возрастная динамика содержания Т- и В-лимфоцитов в крови поросят / Л. Ю. Карпенко, А. И. Енукашвили, А. Б. Балыкина // Медицинская иммунология. – 2017. – № 5.
6. Влияние стресса на заболеваемость и падеж поросят / Г. В. Корнева, Н. Г. Монова, Т. И. Брезгинова [и др.] // АВУ. – 2008. – № 5.
7. Симонова, Л. Н. Этиологические аспекты каннибализма и его профилактика на промышленных свиноводческих комплексах / Л. Н. Симонова, Ю. И. Симонов // Известия ОГАУ. – 2023. – №2 (100).
8. Шахов, А. Г. Методические рекомендации по оценке и коррекции иммунного статуса животных / А. Г. Шахов // Новые методы исследований по проблемам ветеринарной медицины. Ч. III. Методы исследований по проблемам незаразной патологии у продуктивных животных. – Москва : РАСХН, 2007. – С. 216–292.
9. Bazer, F. W. Pregnancy recognition signaling mechanisms in ruminants and pigs / F. W. Bazer // Journal of animal science and biotechnology. – 2013. – Vol. 4. – P. 1–10.
10. Darnell Jr, J. E. Jak-STAT pathways and transcriptional activation in response to IFNs and other extracellular signaling proteins / J. E. Darnell Jr, M. Kerr, G. R. Stark // Science. – 1994. – Vol. 264, № 5164. – P. 1415–1421.
11. A high yielding IFNAR1 ECD mammalian expression process for use in autoimmune disease drug development / C. Kittinger, A. Barnes, A. Hunter [et al.] // Protein Expr Purif. – 2020. – Mar.167. – P. 105528. – doi: 10.1016/j.pep.2019.105528.
12. Lunney, J. K. Interleukin-8, interleukin-1 β , and interferon- γ levels are linked to PRRS virus clearance / J. K. Lunney // Viral immunology. – 2010. – Vol. 23, № 2. – P. 127–134.
13. Razzuoli, E. Characterization of the interferon- α response of pigs to the weaning stress / E. Razzuoli // Journal of Interferon & Cytokine Research. – 2011. – Vol. 31, № 2. – P. 237–247.
14. Cloning and Sequence Analysis of Interferon Gamma Gene in Congjiang Xiang Pig / W. Guilan, C. Shaopin, Z. Shengbo [et al.]. – 2018. – Vol. 45 (6). – P. 1437–1446.

References.

1. Bajner, F. Stress u porosyat / F. Bajner // Perspektivnoe svinovodstvo: teoriya i praktika. 2011. – № 6.
2. Vliyanie kompleksnogo preparata «Prostimul» na funktsional'nuyu gruppu limfocitov i endokrinnuyu sistemu porosyat-gipotrofikov v neonatal'nyj period / E. V. Mihajlov, D. A. Savrasov, V. A. Shutikov [i dr.] // Rossijskij zhurnal Problemy veterinarnoj sanitarii, gigieny i ekologii. – 2024. – № 4 (52). – S. 613–621. – DOI 10.36871/vet.san.hygy.ecol.202404018.
3. Graficheskoe i matematicheskoe modelirovanie pyatifaznoj besstressovoj tekhnologii vosproizvodstva, vy-

- rashchivaniya i otkorma svinej / V. V. Kalyuga, V. I. Bazykin, E. A. Tihonov, M. I. Zajceva // *Resour. Technol.* – 2014. – № 1.
4. Karpenko, L. YU. Vozrastnaya dinamika sodержaniya lizocimnoj i baktericidnoj aktivnosti syvorotki krovi porosyat / L. YU. Karpenko, A. I. Enukashvili, A. B. Balykina // *Medicinskaya immunologiya.* – 2017. – Т. 19, №. S. – S. 300–300.
5. Karpenko, L. YU. Vozrastnaya dinamika sodержaniya T- i V-limfocitov v krovi porosyat / L. YU. Karpenko, A. I. Enukashvili, A. B. Balykina // *Medicinskaya immunologiya.* – 2017. – № S.
6. Vliyanie stressa na zabolevaemost' i padezh porosyat / G. V. Korneva, N. G. Monova, T. I. Brezginova [i dr.] // *AVU.* – 2008. – № 5.
7. Simonova, L. N. Etiologicheskie aspekty kannibalizma i ego profilaktika na promyshlennyh svinovodcheskih kompleksah / L. N. Simonova, YU. I. Simonov // *Izvestiya OGAU.* – 2023. – №2 (100).
8. SHahov, A. G. Metodicheskie rekomendacii po ocenke i korrekcii immunnogo statusa zhivotnyh / A. G. SHahov // *Novye metody issledovanij po problemam veterinarnoj mediciny. CH. III. Metody issledovanij po problemam nezaraznoj patologii u produktivnyh zhivotnyh.* – Moskva : RASKHN, 2007. – S. 216–292.
9. Bazer, F. W. Pregnancy recognition signaling mechanisms in ruminants and pigs / F. W. Bazer // *Journal of animal science and biotechnology.* – 2013. – Vol. 4. – R. 1–10.
10. Darnell Jr, J. E. Jak-STAT pathways and transcriptional activation in response to IFNs and other extracellular signaling proteins / J. E. Darnell Jr, M. Kerr, G. R. Stark // *Science.* – 1994. – Vol. 264, № 5164. – R. 1415–1421.
11. A high yielding IFNAR1 ECD mammalian expression process for use in autoimmune disease drug development / C. Kittinger, A. Barnes, A. Hunter [et al.] // *Protein Expr Purif.* – 2020. – Mar.167. – R. 105528. – doi: 10.1016/j.pep.2019.105528.
12. Lunney, J. K. Interleukin-8, interleukin-1 β , and interferon- γ levels are linked to PRRS virus clearance / J. K. Lunney // *Viral immunology.* – 2010. – Vol. 23, № 2. – R. 127–134.
13. Razzuoli, E. Characterization of the interferon- α response of pigs to the weaning stress / E. Razzuoli // *Journal of Interferon & Cytokine Research.* – 2011. – Vol. 31, № 2. – R. 237–247.
14. Cloning and Sequence Analysis of Interferon Gamma Gene in Congjiang Xiang Pig / W. Guilan, C. Shaopin, Z. Shengbo [et al.]. – 2018. – Vol. 45 (6). – P. 1437–1446.

Поступила в редакцию 12.03.2025.

DOI 10.52368/2078-0109-2025-61-3-33-38

УДК 619:615.28:616-002.3:591.478.6:636.2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ АНТИМИКРОБНОГО ДЕЙСТВИЯ АКТИВНЫХ КОМПОНЕНТОВ ПРЕПАРАТА ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ ГНОЙНО-НЕКРОТИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ДИСТАЛЬНОГО ОТДЕЛА КОНЕЧНОСТЕЙ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Явников Н.В. ORCID ID 0000-0002-6900-331X, Москвина А.Л. ORCID ID 0000-0001-7856-7857

ФГБОУВО «Пензенский государственный аграрный университет», г. Пенза, Российская Федерация

В статье представлены результаты изучения антимикробного действия активных компонентов разрабатываемого препарата, предназначенного для лечения гнойно-некротических поражений дистального отдела конечностей КРС. Антимикробную активность изучали по отношению культуры *S. epidermidis* путем определения минимальной ингибирующей концентрации (МИК). В качестве активных субстанций тестировали сульфат меди, оксид цинка, салициловую кислоту и диметилсульфоксида. Наивысшую антимикробную активность проявили сульфат меди и оксид цинка, МИК составило 0,063 мг/мл, 1,6 мг/мл – для салициловой кислоты и 3,1 мг/мл – для диметилсульфоксида. При определении МИК композиции, содержащей все 4 субстанции, установили повышение антимикробной активности для каждого компонента в 3,94 и более раза. **Ключевые слова:** крупный рогатый скот, дистальный отдел конечности, гнойно-некротические процессы, пальцевый дерматит, антимикробные препараты, *S. epidermidis*.

DETERMINATION OF THE ANTIMICROBIAL EFFECT OF THE ACTIVE COMPONENTS IN THE DRUG INTENDED FOR TREATMENT OF PURULENT-NECROTIC DISEASES IN THE DISTAL EXTREMITIES OF CATTLE

Yavnikov N.V., Moskvina A.L.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Penza State Agrarian University",
Penza, Russian Federation

The article presents the results of studies on the antimicrobial effect of the active components of the drug under development, intended for the treatment of purulent-necrotic lesions in the distal extremities of cattle. Antimicrobial activity was studied against *S. epidermidis* culture by determining the minimum inhibitory concentration (MIC). Copper sulfate, zinc oxide, salicylic acid, and dimethyl sulfoxide were tested as active substances. Copper sulfate and zinc oxide showed the highest antimicrobial activity, MIC was 0.063 mg/ml, 1.6 mg/ml for salicylic acid and 3.1 mg/ml for dimethyl sulfoxide. When determining the MIC of a composition containing all 4 substances, an increase in the antimicrobial activity for each component was found to be 3.94 times or more. **Keywords:** cattle, distal extremity, purulent-necrotic processes, digital dermatitis, antimicrobial drugs, *S. epidermidis*.