

DOI 10.52368/2078-0109-2024-60-3-34-39
УДК 619:612.12:636.4**ВЛИЯНИЕ ПРЕПАРАТА «ПРОСТИМУЛ» НА ЭЛЕМЕНТНЫЙ ГОМЕОСТАЗ ПОРОСЯТ-ГИПОТРОФИКОВ РАННЕГО НЕОНАТАЛЬНОГО ПЕРИОДА В УСЛОВИЯХ ПРОМЫШЛЕННОГО СВИНОВОДСТВА***Михайлов Е.В. ORCID ID 0000-0001-5457-1325, *Паршин П.А. ORCID ID 0000-0002-8790-0540,
**Саврасов Д.А. ORCID ID 0000-0002-1293-2249, *Шутиков В.А. ORCID ID 0009-0004-2018-2662,
*Шабунин Б.В. ORCID ID 0000-0002-2234-3851, *Некрасов А.В. ORCID ID 0000-0002-5957-1583,
***Прокулевич В.А.

*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

***Белорусский государственный университет, г. Минск, Республика Беларусь

*В статье представлены результаты исследований по оценке влияния препарата «Простимул» на обмен эссенциальных микроэлементов в организме поросят с гипотрофией. Эксперимент проведен в крупном промышленном свиноводческом хозяйстве Воронежской области на поросятах раннего неонатального периода, полученных от свиноматок 3-4 опороса. В период опороса все поросята проходили клинический осмотр. Не достигшие 800 г животные были учтены как поросята – гипотрофики (n=20), животные свыше 800 г – нормотрофики (n=10). В этот период от животных до приема молозива был осуществлен забор крови из сформированных групп. Для изучения влияния препарата «Простимул» на обмен эссенциальных микроэлементов крови у поросят с гипотрофией были сформированы 3 группы. Первая группа – поросята-нормотрофики - (n=10) служила контролем. Вторая группа - поросята-гипотрофики (n=10), которым Per os дополнительно к основному рациону выпаивали коровье молозиво в дозировке 2,5 мл на голову в течение 3 дней. Третья группа - поросята-гипотрофики (n=10) - применяли парентерально рекомбинантный видоспецифичный цитокин «Простимул» двукратно, в первый и третий дни жизни в дозе 0,1 мл/кг массы тела. В возрасте 7, 14, дней и за 2 дня до отъема, у сформированных групп животных (n=5), отбиралась кровь для проведения оценки содержания марганца, железа, цинка, кобальта, меди в крови. По результатам проведенных исследований было установлено, что препарат «Простимул» способствовал стимуляции обменных процессов эссенциальных микроэлементов в организме поросят, на что указывает повышение концентрации марганца, железа, цинка, кобальта, меди в крови у поросят-гипотрофиков, которым вводили препарат до уровня поросят-нормотрофиков. **Ключевые слова:** поросята, кровь, эссенциальные микроэлементы, простимул, гипотрофия.*

EFFECT OF THE DRUG PROSTIMUL ON THE ELEMENTAL HOMEOSTASIS OF HYPOTROPHIC PIGLETS OF THE EARLY NEONATAL PERIOD UNDER CONDITIONS OF INDUSTRIAL PIG BREEDING*Mikhaylov E.V., *Parshin P.A., **Savrasov D.A., *Shutikov V.A., *Shabunin B.V.,
*Nekrasov A.V., ***Prokulevich V.A.*FSBSI "All-Russian Veterinary Research Institute of Pathology, Pharmacology and Therapy",
Voronezh, Russian Federation

**FSBEI HE "Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great", Voronezh, Russian Federation

***Belarusian State University, Minsk, Republic of Belarus

*The article presents the results of studies assessing the effect of the drug Prostimul on the metabolism of essential microelements in the body of hypotrophic piglets. The experiment was carried out at a large industrial pig breeding farm in Voronezh region on piglets of the early neonatal period obtained from sows of 3-4 farrowing. During the farrowing period, all piglets underwent a clinical examination. Animals under 800 gr. were counted as hypotrophic piglets (n=20), animals over 800 gr. – normotrophic (n=10). During this period, blood was taken from the animals of the formed groups before taking colostrum. To study the effect of the drug Prostimul on the exchange of essential microelements in the blood of hypotrophic piglets, 3 groups were formed. The first group (normotrophic piglets) (n=10) served as control. The second group included hypotrophic piglets (n=10), who were fed cow colostrum in addition to the main diet in a dosage of 2.5 ml per animal for 3 days. The animals of the third group (hypotrophic piglets) (n=10) twice received parenterally recombinant species-specific cytokine Prostimul on the first and third days of life at a dose of 0.1 ml/kg of body weight. At the age of 7, 14 days and 2 days before weaning, blood was taken from the animals of the formed groups (n=5) to assess the blood content of manganese, iron, zinc, cobalt, copper. Based on the findings, it had been found that the drug Prostimul helped stimulate the metabolic processes of essential microelements in the body of piglets, as indicated by an increase in the concentration of manganese, iron, zinc, cobalt, copper in the blood of hypotrophic piglets, who were administered the drug to the level of normotrophic piglets. **Keywords:** piglets, blood, essential microelements, Prostimul, hypotrophy.*

Введение. В многочисленных физиолого-биохимических функциях, которые протекают в период роста и развития молодого животного, важную роль играют жизненно необходимые микроэлементы (эссенциальные), такие как марганец, железо, медь, цинк, кобальт [1]. Известно, что микроэлементы входят в состав белков, ферментов, витаминов, гормонов, а следовательно и их недостаток может приводить к нарушению обменных процессов, расстройству деятельности различных органов [8].

При неонатальной гипотрофии у поросят происходит нарушение обмена веществ, снижение энергии роста, недоразвитие органов и систем органов [4], что в частности приводит к нарушению минерального обмена. Поэтому поросятам с гипотрофией необходимо своевременно производить коррекцию обменных процессов эссенциальных микроэлементов.

Целью исследований являлось изучение влияния препарата «Простимул» на обмен эссенциальных микроэлементов крови у поросят-гипотрофиков в неонатальный период в условиях промышленного свиноводства.

Материалы и методы исследований. Эксперимент проведен в крупном промышленном свиноводческом хозяйстве Воронежской области на поросятах раненого неонатального периода, полученных от свиноматок 3-4 опороса. В период опороса все поросята проходили клинический осмотр. Не достигшие 800 г животные были учтены как поросята-гипотрофики ($n=20$), животные свыше 800 г - нормотрофики ($n=10$). В этот период от животных до приема молозива был осуществлен забор крови из сформированных групп. Для изучения влияния препарата «Простимул» на обмен эссенциальных микроэлементов крови у поросят с гипотрофией были сформированы 3 группы. Первая группа - поросята нормотрофики - ($n=10$) служила контролем. Вторая группа - поросята-гипотрофики ($n=10$), которым *Per os* дополнительно к основному рациону выпаивали коровье молозиво в дозировке 2,5 мл на голову в течение 3 дней. Третья группа - поросята-гипотрофики ($n=10$) - применяли парентерально рекомбинантный видоспецифичный цитокин «Простимул» двукратно, в первый и третий дни жизни в дозе 0,1 мл/кг массы тела. В возрасте 7, 14, дней и за 2 дня до отъема, у сформированных групп животных ($n=5$) отбиралась кровь для проведения исследований.

Определение концентрации эссенциальных микроэлементов в крови проводили атомно-абсорбционным методом на спектрофотометре Shimadzu TOO.

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

Результаты исследований. Содержание отдельных микроэлементов в сыворотке крови у поросят исследуемых групп по дням отражено в графиках 1—5.

Стоит отметить, что микроэлементозы выступают предикторами эндокринных нарушений, роль которых в патогенезе иммунологической недостаточности не вызывает сомнений. Так, дефицит марганца приводит к гормональным сбоям в системе регуляции углеводного обмена и оксидативному стрессу, дефицит цинка приводит к нарушению иммунного статуса и гормональным сбоям, при этом с большинством тяжелых металлов в организме цинк находится в антагонистических отношениях, недостаток селена приводит к повышению вирулентности РНК-содержащих вирусов [11].

Концентрация марганца (Mn) в сыворотке крови у поросят исследуемых групп по дням отражена в графике 1. Из графика видно, что концентрация марганца до приема молозива у поросят 1 группы на 12,5% больше, чем у поросят других групп; на 7 день концентрация марганца у 2 группы была на 23,07% и 14,28% выше, чем у поросят 1 и 3 группы. К 14 дню концентрация марганца по группам поросят не различалась более чем на 3% ($p \leq 0,05$). По окончании опыта сохраняется аналогичная динамика ($p \leq 0,05$).

Примечание. $M \pm SE$ (среднее арифметическое \pm стандартная ошибка); статистически значимые различия при $p \leq 0,05$ относительно первой группы.

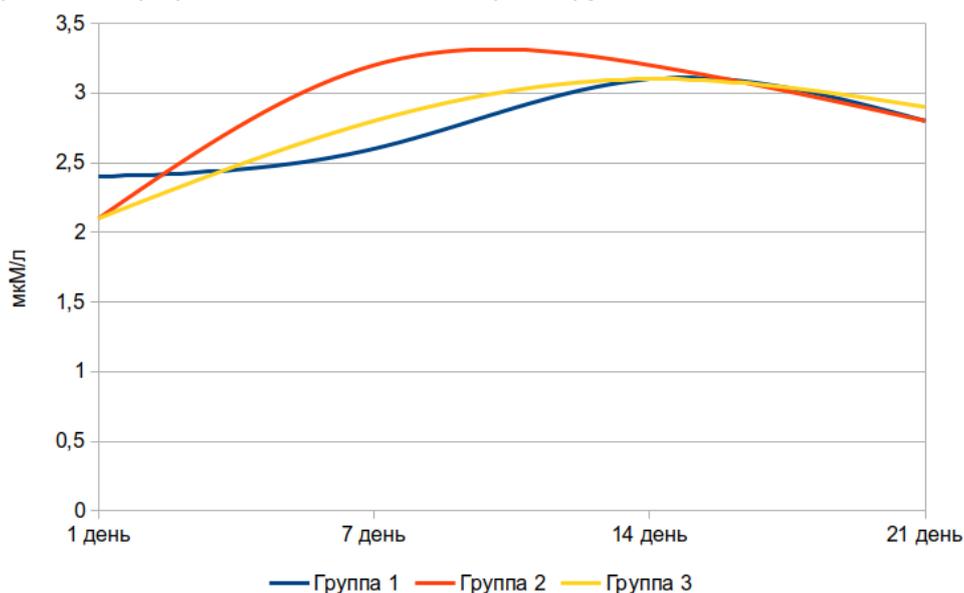


График 1 — Динамика концентрации марганца (Mn) в крови у поросят исследуемых групп по дням

Концентрация железа (Fe) в сыворотке крови у поросят исследуемых групп по дням отражена в графике 2. Из графика видно, что концентрация железа в сыворотке крови до приема молозива у поросят 1 группы на 10,53% ($p \leq 0,05$) больше, чем у поросят других групп. На 7-й, 14-й и 21-й дни у поросят исследуемых групп концентрация железа различается менее чем на 5%.

Примечание: $M \pm SE$ (среднее арифметическое \pm стандартная ошибка); статистически значимые различия при $p \leq 0,05$ относительно первой группы.

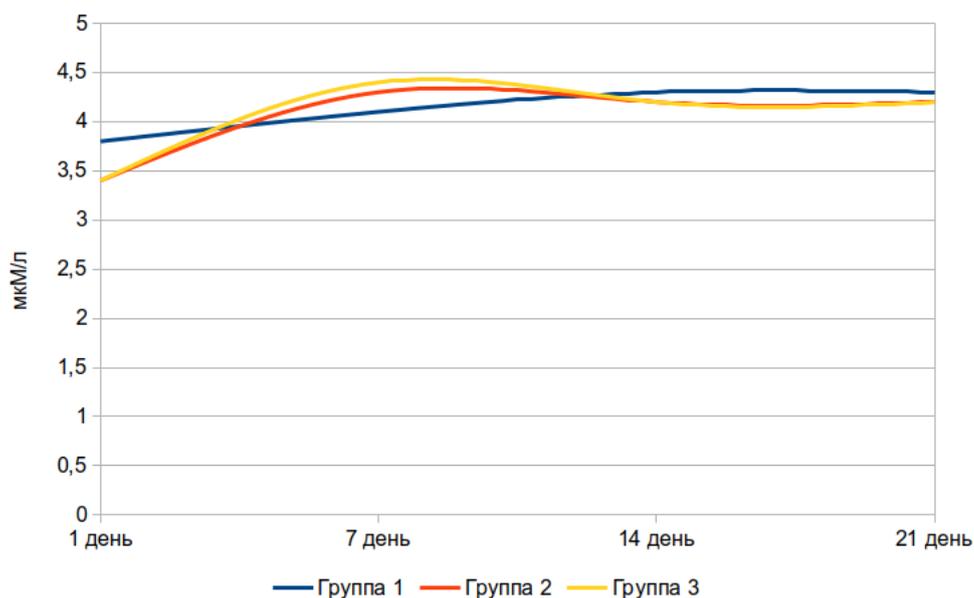


График 2 — Динамика концентрации железа (Fe) в крови у поросят исследуемых групп по дням

Концентрация меди (Cu) в сыворотке крови у поросят исследуемых групп по дням отражена в графике 3. До приема молозива разница в концентрации меди у поросят 1 группы и 2 и 3 группы составляла 3,6% ($p \leq 0,05$). На 7 день эксперимента отмечено, что у поросят 2 группы концентрация выше в среднем на 4,52% относительно других групп, но уже на 14 день концентрация меди в сыворотке крови у поросят 2 группы выше на 12,42% ($p \leq 0,05$) и 3,27% ($p \leq 0,05$), чем у поросят 1 и 3 групп соответственно. К 21 дню концентрация меди во всех группах различалась в среднем на 4% ($p \leq 0,05$).

Примечание: $M \pm SE$ (среднее арифметическое \pm стандартная ошибка); статистически значимые различия при $p \leq 0,05$ относительно первой группы.

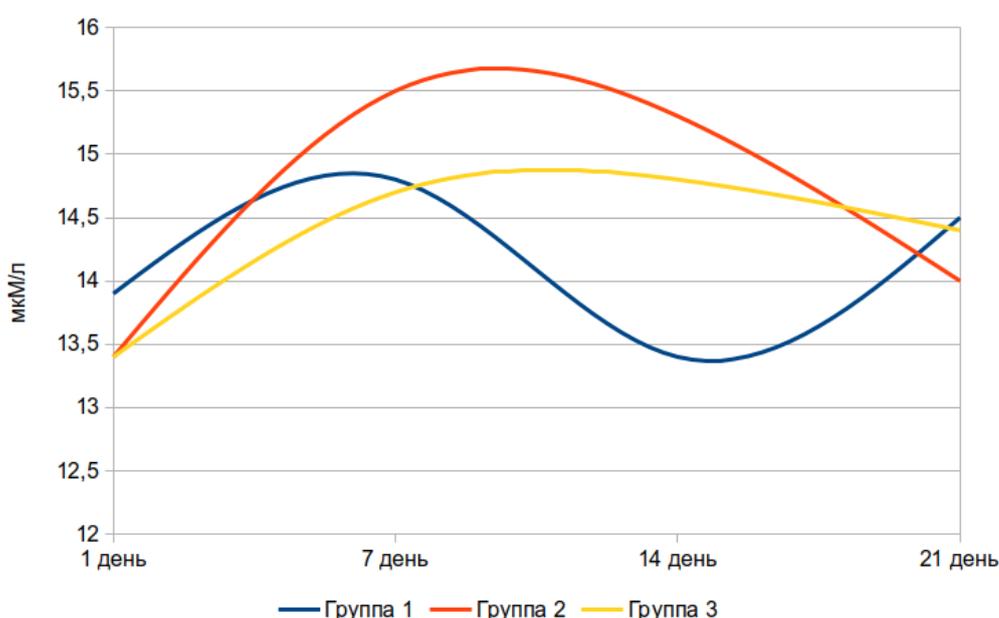


График 3 — Динамика концентрации меди (Cu) в крови у поросят исследуемых групп по дням

Концентрация цинка (Zn) в сыворотке крови у поросят исследуемых групп по дням отражена в графике 4. До приема молозива разница в концентрации цинка в сыворотке крови у поросят между группами различалась в среднем на 2%, но уже на 7 день концентрация цинка в сыворотке крови у поросят 3 группы на 5,39% и 7,64% больше, чем у поросят 1 и 3 группы соответственно. На 14 день эксперимента концентрация цинка во 2 группе в среднем на 6% меньше, чем в других группах. По завершении опыта концентрация цинка в сыворотке крови поросят 1 и 2 групп выше на 4,74%, чем у поросят 3 группы.

Примечание: $M \pm SE$ (среднее арифметическое \pm стандартная ошибка); статистически значимые различия при $p \leq 0,05$ относительно первой группы.

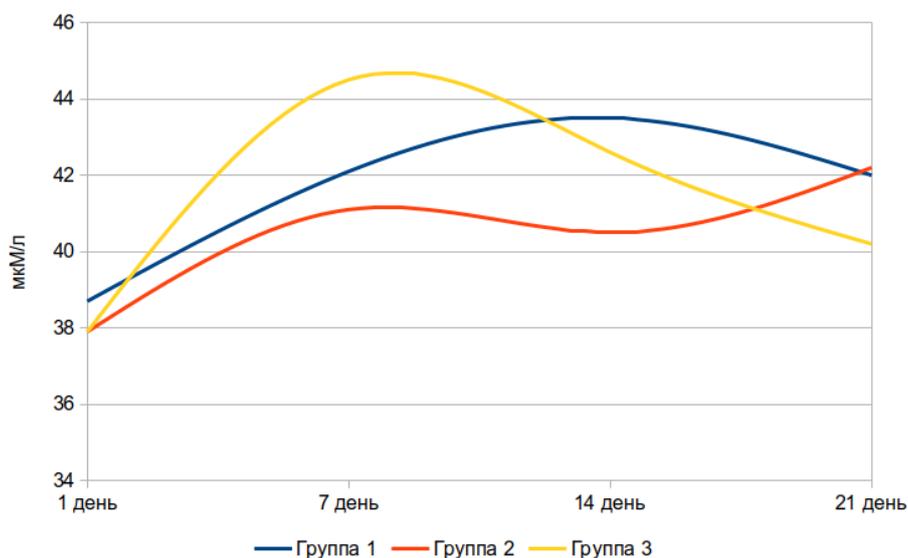


График 4 — Динамика концентрации цинка (Zn) в крови у поросят исследуемых групп по дням

Концентрация кобальта (Co) в сыворотке крови у поросят исследуемых групп по дням отражена в графике 5. Отмечено, что до приема молозива и по 14 день концентрация кобальта в сыворотке крови поросят 2 группы в среднем на 13% выше, чем у поросят других групп. Но на 21 день концентрация кобальта в сыворотке крови поросят 1 группы выше на 16,42% ($p \leq 0,05$) и 8,96% ($p \leq 0,05$), чем у поросят 2 и 3 групп соответственно.

Примечание: $M \pm SE$ (среднее арифметическое \pm стандартная ошибка); статистически значимые различия при $p \leq 0,05$ относительно первой группы.

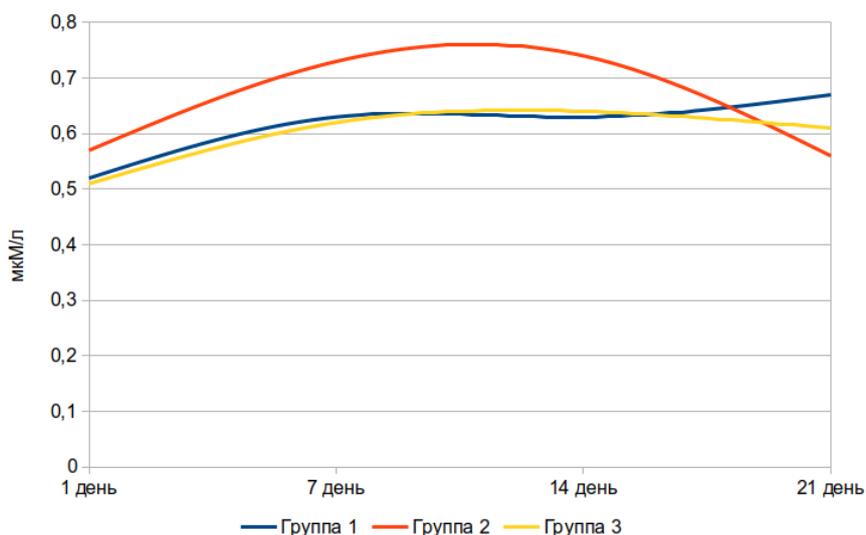


График 5 — Динамика концентрации кобальта (Co) в крови у поросят исследуемых групп по дням

(<https://telemost.yandex.ru/j/89643882445370>)

Микроэлементный статус имеет большое значение для нормального функционирования организма, поэтому его своевременная коррекция профилаксирует хронический оксидативный стресс, который может приводить к различным иммунодефицитным состояниям [11]. Препарат «Простимул», содержащий в качестве действующего вещества рекомбинантный цитокин I типа, а также витамины А, Е, С [2], способствовал повышению концентрации марганца на 7,14%, железа — 6,82%, цинка — 5,39% уже на 7 день; на 14 день отмечено повышение концентрации меди на 9,46%; на 21 день — повышение концентрации марганца на 3,45% у поросят с гипотрофией относительно здоровых поросят. Концентрация основных эссенциальных микроэлементов в крови поросят-гипотрофиков по завершении опыта значительно не отличалась (5%) от группы поросят-нормотрофиков, что указывает на нормализацию элементного гомеостаза.

Известно, что марганец может выступать в роли посредника, определяющего баланс между степенью воспалительной реакции и активностью антиоксидантных систем, который чрезвычайно важен на начальных этапах иммунной защиты, входит в состав ферментов антиоксидантной системы, оказывает влияние на процессы гликогенеза и регуляции уровня глюкозы в крови, необходим для синтеза молекулы инсулина, при недостатке марганца происходят гормональные сбои, стимулируют синтез интерферонов и через повышение продукции этих цитокинов, активировать естественную киллерную активность [3, 11].

Железо принимает участие в синтезе гемоглобина [10], является фактором перекисного окисления липидов, играет важную роль в поддержании резистентности организма, неспецифической защите, клеточном и местном иммунитете [6, 16].

Медь является необходимым кофактором для нескольких важнейших ферментов, катализирующих разнообразные окислительно-восстановительные реакции, без которых нормальная жизнедеятельность невозможна. Играет важную роль в поддержании нормального состава крови, т.к. активизирует железо печени для образования гемоглобина. В клетках ионы меди находятся в виде комплексных соединений с биологически активными веществами: нуклеиновыми кислотами, аминокислотами, биогенными аминами, гормонами, или входят в состав белков [5,7,9].

Цинк необходим для синтеза гормона тимуса — тимулина, а также для стабилизации структуры ДНК, РНК и рибосом. В иммунном ответе цинку принадлежит важная биологическая роль: он способен индуцировать апоптоз в CD4+, CD8+, TCR α и CD3 α тимоцитах и ингибировать активность каспазы-3, при дефиците Zn резко снижается и активность тимидинкиназы. В настоящий момент Zn обнаружен более чем в двухстах металлоферментах, участвующих в различных метаболических процессах [13, 14, 15].

Кобальт входит в состав витамина цианокобаламина, недостаток которого может приводить к развитию анемии, к чему, в особенности, предрасположены поросята, может действовать как кофермент в некоторых пиррофосфатазах, пептидазах и аргиназах, может влиять на активность ферментов, в частности, аденилатциклазы, оказывает особое влияние на ферменты метаболизма [7, 12].

Заключение. Подводя итоги проведенного исследования, можно сделать вывод, что применение препарата «Простимул» поросьятам с гипотрофией в дозе 0,1 мл/кг. массы тела двукратно, в первый и третий дни жизни, приводит к балансу катаболических и анаболических путей обмена в организме животных, повышает жизнеспособность особей и их иммунореактивность, а также общую продуктивность, что оказывает влияние на нормализацию обмена эссенциальных микроэлементов в организме, на что указывает повышение количества марганца, железа, цинка, кобальта, меди в сыворотке крови у поросят с гипотрофией. Стоит отметить, что вопрос прямого влияния препарата «Простимул» на минеральный обмен в организме поросят остается открытым и требует дальнейшего изучения.

Conclusion. Summing up the results of the study, we can conclude that the use of the drug Prostimul in hypotrophic piglets at a dose of 0.1 ml/kg of body weight twice, in the first and third days of life, leads to a balance of catabolic and anabolic metabolic pathways in the body of animals, increases the viability of individuals and their immunoreactivity, as well as overall productivity, which affects the normalization of the exchange of essential microelements in the body, as indicated by increasing the amount of manganese, iron, zinc, cobalt, copper in the blood serum of hypotrophic piglets. It is worth noting that the issue of the direct effect of the drug Prostimul on mineral metabolism in piglets remains open and requires further study.

Список литературы. 1. Арсанукаев, Д. Л. Влияние комплексонатов эссенциальных микроэлементов на физиолого-биохимический статус крови растущего молодняка крупного рогатого скота / Д. Л. Арсанукаев, Х. М. Зайналабдиева, А. А. Шидаева // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2023. – № 1(99). – С. 201-205. 2. Влияние простимула на иммунный статус, продуктивность и сохранность оставших в росте поросят / А. Г. Шахов [и др.] // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак почета» государственная академия ветеринарной медицины». – 2021. – Т. 57, № 2. – С. 133-137. 3. Гуриева, З. С. Микроэлементозы как фактор снижения резистентности при инфекцион-

ных заболеваниях / З. С. Гуриева, Г. А. Гипаева // Медицина Кыргызстана. – 2022. – № 1. – С. 8-10. 4. Жаров, А. В. Функциональная морфология органов иммунной и эндокринной систем поросят при гипотрофии / А. В. Жаров // Ветеринарная патология. – 2003. – № 2(6). – С. 58-59. 5. Коджакова, С. З. Биологическая роль меди в живых организмах / С. З. Коджакова // Новая наука: От идеи к результату. – 2016. – № 5-3(84). – С. 8-12. 6. Корovina, Н. А. Роль железа в организме и коррекция его дефицита у детей / Н. А. Корovina, И. Н. Захарова, Н. Е. Малова // Вопросы современной педиатрии. – 2004. – Т. 3, № 5. – С. 86-91. 7. Корочкина, Е. А. Влияние микроэлементов цинка, кобальта, йода, селена, марганца, меди на здоровье и продуктивные качества животных / Е. А. Корочкина // Генетика и разведение животных. – 2016. – № 3. – С. 69-73. 8. Оценка биохимических показателей крови коров с низкими воспроизводительными качествами после внутримышечного введения препарата, содержащего комплекс эссенциальных микроэлементов / А. Н. Фролов [и др.] // Животноводство и кормопроизводство. – 2018. – Т. 101, № 2. – С. 97-103. 9. Попов, Д. А. Влияние меди на организм человека / Д. А. Попов // Бюллетень медицинских интернет-конференций. – 2017. – Т. 7, № 6. – С. 1068. 10. Пудовкин, Н. А. Обмен железа в организме поросят и пути его коррекции / Н. А. Пудовкин, Т. В. Гарипов, П. В. Смутнев // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2015. – № 2(124). – С. 49-53. 11. Сравнительный анализ содержания эссенциальных микроэлементов в сыворотке крови здоровых и заболевших коронавирусной инфекцией / Г. А. Гипаева [и др.] // Международный научно-исследовательский журнал. – 2022. – № 10(124). 12. Султонова, С. Ф. Биологическая роль кобальта в организме / С. Ф. Султонова, И. И. Норов // Kimyo va tibbiyot: nazariyadan amaliyotgacha : Xalqaro ishtirok bilan respublika ilmiy-amaliy konferensiya materiallar to'plami, Buxoro, 07–08 oktyabrya 2022 goda. – Buxoro: DURDONA, 2022. – P. 202-204. 13. Тихомирова, Г. С. Биологическая роль и обмен цинка в организме молодняка свиней / Г. С. Тихомирова, Т. И. Логвинова, А. И. Тихомиров // Вестник Орловского государственного аграрного университета. – 2013. – № 1(40). – С. 126-128. 14. Трошина, Е. А. Роль цинка в процессах синтеза и метаболизма гормонов щитовидной железы / Е. А. Трошина, Е. С. Сеньюшкина // Клиническая и экспериментальная тиреологическая. – 2020. – Т. 16, № 3. – С. 25-30. 15. Эльдерханова, М. Л. Физиологическая роль цинка в процессе метаболизма / М. Л. Эльдерханова // Наука и молодежь : Всероссийская научно-практическая конференция студентов, молодых ученых и аспирантов, Грозный, 27–28 октября 2016 года. – Грозный: Чеченский государственный университет, 2016. – С. 54-57. 16. Effect of proteinate or sulphate mineral sources on trace elements in blood and liver of piglets / S. Schiavon[et al] // Animal Science. – 2000. – Vol. 71. – P.131-139.

References. 1. Arsanukaev, D. L. Vliyanie kompleksonatov essentsialnykh mikroelementov na fiziologo-biokhimiicheskiy status krovi rastushchego molodnyaka krupnogo rogatogo skota / D. L. Arsanukaev, Kh. M. Zaynalabdieva, A. A. Shidaeva // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2023. – No. 1(99). – P. 201-205. 2. Vliyanie prostimula na immunnyy status, produktivnost i sokhrannost oststavshikh v roste porosyat / A. G. Shakhov, L. Yu. Sashnina, K. V. Tarakanova [et al.] // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya Vitebskaya ordena Znak pocheta gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy meditsiny. – 2021. – V. 57, No. 2. – P. 133-137. 3. Gurieva, Z. S. Mikroelementozy kak faktor snizheniya rezistentnosti pri infektsionnykh zabollevaniyakh / Z. S. Gurieva, G. A. Gipaeva // Meditsina Kyrgyzstana. – 2022. – No. 1. – P. 8-10. 4. Zharov, A. V. Funktsionalnaya morfologiya organov immunnoy i endokrinnoy sistem porosyat pri gipotrofii / A. V. Zharov // Veterinarnaya patologiya. – 2003. – No. 2(6). – P. 58-59. 5. Kodzhakova, S. Z. Biologicheskaya rol medi v zhivykh organizmakh / S. Z. Kodzhakova // Novaya nauka: Ot idei k rezultatu. – 2016. – No. 5-3(84). – P. 8-12. 6. Korovina, N. A. Rol zheleza v organizme i korrektsiya ego defitsita u detey / N. A. Korovina, I. N. Zakharova, N. E. Malova // Voprosy sovremennoy pediatrii. – 2004. – V. 3, No. 5. – P. 86-91. 7. Korochkina, E. A. Vliyanie mikroelementov tsinka, kobalta, yoda, selena, margantsa, medi na zdorovye i produktivnye kachestva zhivotnykh / E. A. Korochkina // Genetika i razvedenie zhivotnykh. – 2016. – No. 3. – P. 69-73. 8. Otsenka biokhimiicheskikh pokazateley krovi korov s nizkimi vosproizvoditelnyimi kachestvami posle vnutrimyshechnogo vvedeniya preparata, soderzhashchego kompleks essentsialnykh mikroelementov / A. N. Frolov [et al] // Zhivotnovodstvo i kormoproizvodstvo. – 2018. – V. 101, No. 2. – P. 97-103. 9. Popov, D. A. Vliyanie medi na organizm cheloveka / D. A. Popov // Byulleten meditsinskikh internet-konferentsiy. – 2017. – V. 7, No. 6. – P. 1068. 10. Pudovkin, N. A. Obmen zheleza v organizme porosyat i puti ego korrektsii / N. A. Pudovkin, T. V. Garipov, P. V. Smutnev // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2015. – No. 2(124). – P. 49-53. 11. Sravnitelnyy analiz soderzhaniya essentsialnykh mikroelementov v syvorotke krovi zdorovykh i zabollevshikh koronavirusnoy infektsiei / G. A. Gipaeva [et al] // Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal. – 2022. – No. 10(124). 12. Sul-tonova, S. F. Biologicheskaya rol kobalta v organizme / S. F. Sul-tonova, I. I. Norov // Kimyo va tibbiyot: nazariyadan amaliyotgacha : Xalqaro ishtirok bilan respublika ilmiy-amaliy konferensiya materiallar to'plami, Buxoro, 07–08 oktyabrya 2022 goda. – Buxoro: DURDONA, 2022. – P. 202-204. 13. Tikhomirova, G. S. Biologicheskaya rol i obmen tsinka v organizme molodnyaka sviney / G. S. Tikhomirova, T. I. Logvinova, A. I. Tikhomirov // Vestnik Orlovskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2013. – No. 1(40). – P. 126-128. 14. Troshina, E. A. Rol tsinka v protsessakh sinteza i metabolizma gormonov shchitovidnoy zhelezy / E. A. Troshina, E. S. Senyushkina // Klinicheskaya i eksperimentalnaya tireoidologiya. – 2020. – V. 16, No. 3. – P. 25-30. 15. Elderkhanova, M. L. Fiziologicheskaya rol tsinka v protsesse metabolizma / M. L. Elderkhanova // Nauka i molodezh : Vserossiyskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya studentov, molodykh uchenykh i aspirantov, Groznyy, 27–28 oktyabrya 2016 goda. – Groznyy: Chechenskiy gosudarstvennyy universitet, 2016. – P. 54-57. 16. Effect of proteinate or sulphate mineral sources on trace elements in blood and liver of piglets / S. Schiavon[et al] // Animal Science. – 2000. – Vol. 71. – P.131-139.

Поступила в редакцию 04.07.2024.