

ПРИМЕНЕНИЕ ХЕЛАТНЫХ СОЕДИНЕНИЙ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ СТАТУС СВИНЕЙ

¹М.В. Лазарева, ²Н.А. Шкиль

¹Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия

²Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН, Новосибирск, Россия

E-mail: Lazareva7@mail.ru

Для цитирования: Лазарева М.В., Шкиль Н.А. Применение хелатных соединений микроэлементов и их влияние на физиологический статус свиней // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2025. – № 1(74). – С. 177–185. – DOI 10.31677/2072-6724-2025-74-1-177-185.

Ключевые слова: свиноводство, рост и развитие, продуктивность, гематология, Биоферрон, Биоцинк.

Реферат. Показана эффективность применения препаратов Биоферрон и Биоцинк на физиологический статус свиней. Среднесуточный прирост массы тела поросят составил за весь период исследования (4–60 дней) в контрольной группе 0,25 кг. Наибольший уровень прироста массы тела поросят отмечали во 2-й (Биоферрон 0,2 мл/кг) и 5-й (Биоцинк 0,2 мл/кг) опытных группах, который составил 0,32 кг. Сохранность поголовья поросят за весь период эксперимента составила 100 % в каждой из исследуемых групп. Уровень эритроцитов в крови во 2-й (Биоферрон 0,2 мл/кг) и 3-й (Биоферрон 0,3 мл/кг) опытных группах составил $7,57 \pm 0,11$ и $7,37 \pm 0,14 \times 10^{12}/л$, что больше, чем в контрольной на 7,83 и 4,99 % ($p \leq 0,05$) соответственно. Среди опытных групп поросят, получавших препарат Биоцинк, наибольший уровень эритроцитов отмечали в 5-й (Биоцинк 0,2 мл/кг) опытной группе, данный показатель составил $7,24 \pm 0,16 \times 10^{12}/л$, что больше контроля на 3,13 %. У 90-суточных поросят количество эритроцитов повышается, сохраняется его преобладание в опытных группах. Уровень гемоглобина в крови 60-суточных поросят опытных групп, которым давали препарат Биоферрон в дозах 0,1, 0,2 и 0,3 мл/кг, превышал на 14,55, 15,01 и 16,03 % (при $p \leq 0,001$) уровня контрольной группы соответственно. В крови поросят, которые получали Биоцинк в дозах 0,1, 0,2 и 0,3 мл/кг, уровень гемоглобина превышал на 12,52, 12,83 (при $p \leq 0,001$) и 10,38 % (при $p \leq 0,01$) уровня контрольной группы соответственно. В крови 90-суточных поросят сохраняется превосходство уровня гемоглобина у поросят всех опытных групп над контролем. Наибольшее гематокритное значение отмечали у поросят 60 дневного возраста во 2-й и 3-й опытных группах, которым давали препарат Биоферрон в дозах 0,2 и 0,3 мл/кг, он составил $41,29 \pm 0,29$ и $41,65 \pm 0,30$ %, что больше контроля на 7,16 и 8,09 % ($p \leq 0,01$). У 90-суточных поросят наблюдается достоверное повышение гематокрита во всех опытных группах. Снижение количества лейкоцитов в крови в пределах физиологической нормы говорит о нормализации обменных процессов в организме свиней, что выражается в положительной динамике изменений морфологического состава крови животных, получавших препараты Биоферрон и Биоцинк. Соотношение разных форм лейкоцитов у 60 и 90 суточных поросят находилось в пределах физиологической нормы.

APPLICATION OF CHELATE COMPOUNDS OF TRACE ELEMENTS AND THEIR INFLUENCE ON PHYSIOLOGICAL STATUS OF PIGS

¹M.V. Lazareva, ²N.A. Shkil

¹Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

²Sibirsky Federal Scientific Center of Agrobiotechnologies of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia

E-mail: Lazareva7@mail.ru

Keywords: pig breeding, growth and development, productivity, hematology, Bioferron, Biocink.

Abstract. The efficacy of Bioferron and Biocink on the physiological status of pigs is shown. The average daily body weight gain of piglets over the entire study period (4–60 days) in the control group was 0,25 kg. The greatest increase in body weight of piglets was noted in the 2nd (Bioferron 0,2 ml/kg) and 5th (Biocink 0,2 ml/kg) experimental groups, which amounted to 0,32 kg. The safety of piglets for the entire period of the experiment was 100 % in each of the study groups. The red blood cell level in the 2nd (Bioferron 0,2 mL/kg) and 3rd (Bioferron 0,3 mL/kg) experimental groups was $7,57 \pm 0,11$ and $7,37 \pm 0,14 \times 10^{12}/L$, which is 7,83 and 4,99 % more than in the control ($p \leq 0,05$), respectively. Among the experimental groups of piglets treated with Biocink, the highest

level of red blood cells was noted in the 5th (Biocink 0,2 ml/kg) experimental group, this indicator was $7,24 \pm 0,16 \times 10^{12}/l$, which is 3,13% more than the control. In 90-day-old piglets, the number of red blood cells increases, its predominance in experimental groups remains. The hemoglobin level in the blood of 60-day-old piglets of experimental groups, which were given Bioferron at doses of 0,1, 0,2 and 0,3 ml/kg, exceeded the level of the control group by 14,55, 15,01 and 16,03 % (at $p \leq 0,001$), respectively. In the blood of piglets that received Biocink at doses of 0,1, 0,2 and 0,3 ml/kg, the level of hemoglobin exceeded by 12,52, 12,83 (at $p \leq 0,001$) and 10,38% (at $p \leq 0,01$) the level of the control group, respectively. In the blood of 90-day-old piglets, the superiority of the hemoglobin level in piglets of all experimental groups over control remains. The greatest hematocrit value was observed in piglets of 60 days of age in the 2nd and 3rd experimental groups, which were given Bioferron at doses of 0,2 and 0,3 ml/kg, it was $41,29 \pm 0,29$ and $41,65 \pm 0,30$ %, which is 7,16 and 8,09 % more control ($p \leq 0,01$). In 90-day-old piglets, a significant increase in hematocrit was observed in all test groups. A decrease in the number of leukocytes in the blood within the physiological norm indicates the normalization of metabolic processes in the body of pigs, which is expressed in the positive dynamics of changes in the morphological composition of the blood of animals treated with Bioferron and Biocink. The ratio of different forms of leukocytes in 60 and 90 daily piglets was within the physiological norm.

Одной из передовых отраслей в сельском хозяйстве является свиноводство. В настоящее время свиноводческие предприятия уделяют особое внимание кормлению и содержанию свиней с целью повышения показателей роста и развития животных. Обязательным условием при выращивании свиней являются сбалансированные рационы питания по основным питательным веществам, энергетической ценности, содержанию сухого вещества, переваримого протеина, аминокислот, клетчатки, минеральных веществ, витаминов [1, 2].

Немаловажным в системе кормления сельскохозяйственных животных является минеральное питание. Минералы используются организмом как строительный материал, участвуют во всех биологических реакциях, входят в состав клеток и всех тканей [3, 4]. Минеральные вещества не синтезируются в организме животного, поэтому они должны поступать в достаточном объеме с кормами.

В свиноводстве многими исследователями практикуется применение минеральных хелатных комплексов как источников воздействия на метаболические процессы в организме, обеспечивающих повышение продуктивности и снижение затрат корма на производство единицы продукции [5, 6].

Цинк, железо, марганец, медь, кобальт и селен, как основные микроэлементы, широко используются в кормах для животных в органических формах, при этом хелатные соединения занимают основной сегмент рынка [7, 8]. Железо не содержится в молоке свиноматок, и поскольку поросята рождаются с низким уровнем железа, они нуждаются в дополнительном приеме железа. В связи с повышенными показателями роста поросят-отъемышей, которых кормили рационами

с повышенным содержанием цинка, во многих странах широко практикуется включение от 2000 до 3000 мг/кг цинка в рационы поросят-отъемышей. Но последние данные свидетельствуют о том, что предоставление свиньям на откорме более 50 мг/кг цинка не имеет преимуществ для роста свиней [9, 10].

Многочисленные научные исследования подтвердили, что увеличение продуктивности, плодовитости, здоровья животных, возможно только за счет сбалансированного по всем компонентам рациона, а также биологически активным веществам [11–13].

Целью наших исследований явилось изучение влияния хелатных соединений микроэлементов на физиологический статус свиней.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Научно-исследовательские работы проводились на базе фермерского хозяйства Новосибирской области. В опыте участвовали свиньи возраста 4–90 сут, алтайской мясной породы мясного направления. Для исследований были сформированы 7 групп поросят (одна контрольная и шесть опытных) по 12 голов в каждой. Животных отбирали по принципу аналогов с учетом массы тела, клинического состояния. Поросят всех групп содержали в равных условиях, на рационе, отвечающем их физиологическим потребностям. Животным контрольной группы скармливали только основной рацион (ОР). Поросята 1-й опытной группы помимо рациона, применяемого в хозяйстве, ежедневно получали препарат Биоферрон в дозе 0,1 мл/кг, 2-й опытной группы – Биоферрон 0,2 мл/кг, 3-й опытной группы – Биоферрон 0,3 мл/кг. Поросята 4-й опытной

группы получали Биоцинк в дозе 0,1 мл/кг, 5-й опытной группы – Биоцинк 0,2 г/кг, 6-й опытной группы – Биоцинк 0,3 мл/кг массы тела. Контроль показателей физиологического статуса у свиней определяли по приросту массы тела и морфологии крови. Взвешивание животных проводили перед испытанием (на четвертый день жизни), на 28-й день жизни и на 60-й день. Кровь для морфологических исследований у животных опытных и контрольной групп отбирали утром до кормления. Исследование проводилось на базе лаборатории СФНЦА РАН.

Препараты Биоферрон и Биоцинк представляют собой водный раствор биологически активных веществ, в состав которых входят органические железо и цинк в форме хелатов и карбоксилатов (1 000 мг/л), являющихся естественным биосовместимым стимулятором гемопоэза.

Для оценки значимости различий между группами использовали *t*-критерий Стьюдента для непарных выборок. Также использовался метод вариационной статистики: вычисление средней арифметической *M* и ее ошибки *m*. Критическое значение уровня статистической значимости при проверке нулевых гипотез принимали равным 0,05. Биоинформационный анализ полученных данных проводили при помощи программных пакетов Excel MS Office 2016 и Past 4.03.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Включение хелатных соединений микроэлементов в составе препаратов Биоферрон и Биоцинк в разных дозах подопытным поросётам оказало положительное влияние на их рост и развитие (табл. 1).

В течение всего срока выращивания поросёта были активны и подвижны, с удовлетворительной упитанностью, положение тела животных было естественным. Слизистые оболочки бледно-розовые, умеренно влажные, соответствуют физиологической норме данного вида животных. Кожа эластичная, нормальной температуры, покраснений и изъязвлений нет.

Исследованные группы поросётов в начале опыта в возрасте четырех дней имели слабо различимую массу тела в пределах 2,07–2,20 кг. При взвешивании поросётов в возрасте 28 дней отмечали нарастание массы тела во всех испытываемых группах. У поросётов контрольной группы нарастание массы тела произошло на 206,13 %. Среди опытных групп, получавших препарат Биоферрон в разных дозах, наибольшее нараста-

ние массы тела отмечали во 2-й опытной группе (Биоферрон 0,2 мл/кг) – на 274,42 %. В группе поросётов, в рационе которых присутствовал Биоцинк, наибольшее нарастание массы тела отмечали в 5-й опытной группе (Биоцинк 0,2 мл/кг) – на 272,51 %. При сравнении масс тел поросётов опытных групп с контрольной отмечали, что в возрасте 28 дней масса тела поросётов 1-й опытной группы (Биоферрон 0,1 мл/кг) превышала контроль на 13,71 % ($p \leq 0,05$), 2-й опытной группы (Биоферрон 0,2 мл/кг) – на 24,04 % ($p \leq 0,001$), 3-й опытной группы (Биоферрон 0,3 мл/кг) – на 20,49 % ($p \leq 0,01$).

Анализ динамики массы тела поросётов в возрасте 60 дней показал преимущество нарастания массы тела в группах поросётов, получавших препараты Биоферрон и Биоцинк в дозах 0,2 мл/кг и 0,3 мл/кг.

Относительно контрольных значений масса тела поросётов, получавших препарат Биоферрон, была выше на 17,73 % (Биоферрон 0,1 мл/кг) при $p \leq 0,01$, на 24,41 % (Биоферрон 0,2 мл/кг) при $p \leq 0,001$, на 23,16 % (Биоферрон 0,3 мл/кг) при $p \leq 0,001$. Масса тела поросётов, получавших препарат Биоцинк, была выше контрольных значений на 7,43 % (Биоцинк 0,1 мл/кг), на 23,47 % (Биоцинк 0,2 мл/кг) при $p \leq 0,001$, на 22,09 % (Биоцинк 0,3 мл/кг) при $p \leq 0,001$.

Это подтверждается и изучением среднесуточного прироста массы тела, который составил за весь период исследования (4–60 дней) в контрольной группе поросётов – 0,25 кг. Наибольший уровень прироста массы тела поросётов отмечали во 2-й (Биоферрон 0,2 мл/кг) и 5-й (Биоцинк 0,2 мл/кг) опытных группах, который составил 0,32 кг.

Закономерность абсолютного прироста живой массы поросётов аналогична изменению среднесуточного прироста. Абсолютный прирост массы тела поросётов опытных групп в период выращивания 4–60 дней был выше на 20,43; 27,91; 26,76; 8,42; 27,19; 25,76 % по сравнению с аналогами контрольной группы. При этом наблюдаем наибольший эффект применения препаратов Биоферрон и Биоцинк в дозе 0,2 мл/кг.

Показатели относительного прироста в опытных группах за весь период выращивания составили от 82,34 до 115,55 %. Более высокий относительный прирост был выявлен во 2-й опытной группе (Биоферрон 0,2 мл/кг) за период выращивания 4–27 дней – 115,55 %, в 3-й опытной группе (Биоферрон 0,3 мл/кг) за период выращивания 4–27 дней – 115,22 % и в 5-й опытной группе (Биоцинк 0,2 мл/кг) – 115,38 %.

Таблица 1

Динамика массы тела поросят под влиянием хелатных соединений микроэлементов, кг
Dynamics of body weight of piglets under the influence of chelate compounds of microelements, kg

Период	Группа						
	Контрольная, (ОР)	1-я опытная (ОР + Биоферрон 0,1 мл/кг)	2-я опытная (ОР + Биоферрон 0,2 мл/кг)	3-я опытная (ОР + Биоферрон 0,3 мл/кг)	4-я опытная (ОР + Биоцинк 0,1 мл/кг)	5-я опытная (ОР + Биоцинк 0,2 мл/кг)	6-я опытная (ОР + Биоцинк 0,3 мл/кг)
До опыта возраст 4 дня (n = 12)	2,12±0,06	2,11±0,07	2,15±0,07	2,10±0,06	2,14±0,08	2,11±0,07	2,07±0,07
возраст 28 дней (n = 12)	6,49±0,21	7,38±0,27*	8,05±0,23***	7,82±0,19**	7,17±0,30	7,86±0,21***	7,65±0,24**
возраст 60 дней (n = 12)	16,02±0,26	18,86±0,65**	19,93±0,27***	19,73±0,47***	17,21±0,46	19,78±0,20***	19,56±0,36***
Среднесуточный прирост массы тела, кг							
4–27 дней	0,18	0,22	0,25	0,24	0,21	0,24	0,23
28–60 дней	0,30	0,36	0,37	0,37	0,31	0,37	0,37
4–60 дней	0,25	0,30	0,32	0,31	0,27	0,32	0,31
Абсолютный прирост массы тела, кг							
4–27 дней	4,38	5,27	5,90	5,72	5,03	5,75	5,57
28–60 дней	9,53	11,48	11,88	11,90	10,04	11,93	11,91
4–60 дней	13,90	16,74	17,78	17,62	15,07	17,68	17,48
Относительный прирост массы тела, %							
4–27 дней	101,65	110,98	115,55	115,22	108,11	115,38	114,67
28–60 дней	84,64	87,48	84,92	86,41	82,34	86,28	87,54
Коэффициент прироста массы тела, г							
4–27 дней	3,07	3,49	3,74	3,72	3,35	3,73	3,69
28–60 дней	2,47	2,55	2,48	2,52	2,40	2,52	2,56

Примечание: * $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$, *** $p \leq 0,001$ относительно контрольной группы.

Коэффициент увеличения массы тела или кратность увеличения растущей массы наиболее высокий отмечался у поросят опытных групп в течение всего периода исследования.

Можно отметить, что использование в рационе хелатов эссенциальных микроэлементов положительно влияет на интенсивность роста молодняка свиней. Вероятно, препараты Биоферрон и Биоцинк, нормализуя обменные процессы в организме, выступают стресс-корректором, что позволяет опытным животным стабильно набирать массу тела по сравнению с контрольной группой.

От сохранности поросят в конечном итоге зависит, сколько молодняка свиней поступит на откорм и будет получено свинины. В настоящее время во всех странах мира смертность поросят в перинатальный период (до родов, во время и после них), до и после отъема значительно сокращает биологические возможности свиней к воспроизводству и выкармливанию потомства.

Для учета сохранности поголовья велись наблюдения за всеми группами исследуемых животных. При определении сохранности поголовья за весь период эксперимента не было выявлено случаев падежа или выбраковки исследуемых животных. Следовательно, сохранность поголовья поросят за весь период эксперимента составила 100 % в каждой из исследуемых групп.

Полученные данные говорят о том, что использование препаратов Биоферрон и Биоцинк в разных дозах в виде хелатных соединений не оказало негативных побочных эффектов на поголовье молодняка свиней.

Для характеристики физиологического статуса животных самым распространенным, доступным и надежным критерием оценки является гематологическое исследование.

Гематологический анализ показал, что количество эритроцитов во всех исследуемых группах молодняка свиней находилось в пределах референсных значений ($6,0\text{--}7,5 \times 10^{12}/\text{л}$) (табл. 2). Количество эритроцитов в контрольной группе поросят 60-суточного возраста составляло $7,02 \pm 0,19 \times 10^{12}/\text{л}$. Количество эритроцитов 60-суточных поросят, в рацион которых были добавлены препарат Биоферрон в дозах 0,2 и

0,3 мл/кг, отмечали наибольший уровень эритроцитов в сравнении с контрольной группой. Во 2-й (Биоферрон 0,2 мл/кг) и 3-й (Биоферрон 0,3 мл/кг) опытных группах уровень эритроцитов составил $7,57 \pm 0,11$ и $7,37 \pm 0,14 \times 10^{12}/\text{л}$, что больше, чем в контрольной на 7,83 и 4,99 % ($p \leq 0,05$) соответственно. Среди опытных групп поросят, получавших препарат Биоцинк, наибольший уровень эритроцитов отмечали в 5-й (Биоцинк 0,2 мл/кг) опытной группе, данный показатель составил $7,24 \pm 0,16 \times 10^{12}/\text{л}$, что больше контроля на 3,13 %. У 90-суточных поросят количество эритроцитов повышается, сохраняется его преобладание в опытных группах. Наибольший уровень эритроцитов установили во второй (Биоферрон 0,2 мл/кг) и третьей (Биоферрон 0,3 мл/кг) опытных группах, он превышал контроль на 8,07 и 8,64 % при $p \leq 0,05$ соответственно. Это свидетельствует о лучшем снабжении кислородом тканей молодняка свиней опытных групп.

Содержание гемоглобина в эритроците у 60-суточных поросят контрольной группы составляло $88,08 \pm 1,04$ г/л. В крови 60-суточных поросят опытных групп, которым давали препарат Биоферрон в дозах 0,1, 0,2 и 0,3 мл/кг, уровень гемоглобина превышал на 14,55, 15,01 и 16,03 % (при $p \leq 0,001$) уровня контрольной группы соответственно. В крови поросят, которые получали Биоцинк в дозах 0,1, 0,2 и 0,3 мл/кг, уровень гемоглобина превышал на 12,52, 12,83 (при $p \leq 0,001$) и 10,38 % (при $p \leq 0,01$) уровня контрольной группы соответственно.

В крови 90-суточных поросят сохраняется превосходство уровня гемоглобина у поросят всех опытных групп над контролем. Наибольший уровень гемоглобина отмечен у поросят 2-й и 3-й опытных групп, которым давали препарат Биоферрон в дозах 0,2 и 0,3 мл/кг, он составил $107,3 \pm 1,57$ и $108,9 \pm 1,59$ г/л ($p \leq 0,01$) соответственно, что больше контроля на 12,25 и 13,92 %.

Повышение уровня гемоглобина в крови молодняка свиней опытных групп является следствием более интенсивных окислительно-восстановительных процессов, что указывает на положительное влияние включения в рацион хелатных соединений железа и цинка.

Таблица 2

Гематологические показатели поросят под влиянием хелатных соединений микроэлементов
Hematological parameters of piglets under the influence of chelated compounds of microelements

Показатель	Возраст, день	Группа						
		Контрольная (ОР)	1-я опытная (ОР + Биоферрон 0,1 мл/кг)	2-я опытная (ОР + Биоферрон 0,2 мл/кг)	3-я опытная (ОР + Биоферрон 0,3 мл/кг)	4-я опытная (ОР + Биоцинк)	5-я опытная (ОР + Биоцинк 0,2 мл/кг)	6-я опытная (ОР + Биоцинк 0,3 мл/кг)
Лейкоциты, $\times 10^9/l$	60	23,16 $\pm$ 0,81	16,30 $\pm$ 0,38***	16,78 $\pm$ 0,30***	15,69 $\pm$ 0,35***	16,20 $\pm$ 0,32***	15,92 $\pm$ 0,28***	15,73 $\pm$ 0,22***
	90	18,70 $\pm$ 0,25	15,83 $\pm$ 0,57**	15,21 $\pm$ 0,71**	15,37 $\pm$ 0,64**	16,79 $\pm$ 0,60**	14,95 $\pm$ 0,92**	15,76 $\pm$ 0,92**
Эритроциты, $\times 10^{12}/l$	60	7,02 $\pm$ 0,19	7,11 $\pm$ 0,15	7,57 $\pm$ 0,11*	7,37 $\pm$ 0,14*	7,03 $\pm$ 0,20	7,24 $\pm$ 0,16	6,76 $\pm$ 0,27
	90	7,06 $\pm$ 0,11	7,35 $\pm$ 0,11	7,63 $\pm$ 0,19*	7,67 $\pm$ 0,21*	7,13 $\pm$ 0,12	7,27 $\pm$ 0,11	7,31 $\pm$ 0,11
Гемоглобин, g/l	60	88,08 $\pm$ 1,04	100,9 $\pm$ 1,96***	101,3 $\pm$ 1,63***	102,2 $\pm$ 1,96***	99,11 $\pm$ 2,06***	99,38 $\pm$ 1,70***	97,22 $\pm$ 2,14**
	90	95,59 $\pm$ 2,85	105,5 $\pm$ 1,49*	107,3 $\pm$ 1,57**	108,9 $\pm$ 1,59**	101,1 $\pm$ 1,98	106,3 $\pm$ 1,93*	102,9 $\pm$ 2,07
Гематокрит, %	60	38,53 $\pm$ 0,67	40,71 $\pm$ 0,40*	41,29 $\pm$ 0,29**	41,65 $\pm$ 0,30**	38,99 $\pm$ 0,71	39,46 $\pm$ 0,53	40,68 $\pm$ 0,30*
	90	39,17 $\pm$ 0,60	41,33 $\pm$ 0,28**	42,59 $\pm$ 0,38***	42,60 $\pm$ 0,59***	41,28 $\pm$ 0,41*	42,12 $\pm$ 0,44**	41,37 $\pm$ 0,34*
Средний объем эритроцитов, fl	60	55,29 $\pm$ 1,72	57,50 $\pm$ 1,28	54,71 $\pm$ 0,99	56,77 $\pm$ 1,41	55,85 $\pm$ 1,55	54,78 $\pm$ 1,28	61,39 $\pm$ 2,80
	90	55,60 $\pm$ 1,11	56,39 $\pm$ 0,97	56,20 $\pm$ 1,55	56,15 $\pm$ 2,08	58,05 $\pm$ 1,09	58,12 $\pm$ 1,10	56,71 $\pm$ 0,82
Среднее содержание гемоглобина в эритроците, p/g	60	12,64 $\pm$ 0,37	14,24 $\pm$ 0,33**	13,42 $\pm$ 0,28	13,92 $\pm$ 0,36*	14,26 $\pm$ 0,57*	13,77 $\pm$ 0,26*	14,59 $\pm$ 0,53*
	90	13,59 $\pm$ 0,50	14,38 $\pm$ 0,28	14,17 $\pm$ 0,46	14,34 $\pm$ 0,49	14,26 $\pm$ 0,48	14,66 $\pm$ 0,33	14,12 $\pm$ 0,37
Средняя концентрация гемоглобина в эритроците, g/l	60	229,2 $\pm$ 3,96	247,9 $\pm$ 4,60**	245,8 $\pm$ 5,29*	245,6 $\pm$ 5,05*	255,1 $\pm$ 6,84**	252,1 $\pm$ 4,63**	239,2 $\pm$ 5,57
	90	244,2 $\pm$ 6,55	255,0 $\pm$ 2,41	252,3 $\pm$ 4,81	255,8 $\pm$ 3,54	245,2 $\pm$ 5,81	252,7 $\pm$ 5,60	249,0 $\pm$ 5,58

Примечание. * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$ относительно контрольной группы. ОР – основной рацион, используемый в хозяйстве.

Уровень гематокрита у поросят в течение всего эксперимента находился в пределах нормы. Наибольшее гематокритное значение отмечали у поросят 60-дневного возраста во 2-й и 3-й опытных группах, которым давали препарат Биоферрон в дозах 0,2 и 0,3 мл/кг, он составил $41,29 \pm 0,29$ и $41,65 \pm 0,30$ %, что больше контроля на 7,16 и 8,09 % ($p \leq 0,01$). У 90-суточных поросят наблюдается достоверное повышение гематокрита во всех опытных группах. У поросят опытных групп, которым давали препарат Биоферрон в дозах 0,1, 0,2 и 0,3 мл/кг, гематокритное значение превышало на 5,51, 8,73 и 8,76 % (при $p \leq 0,001$) уровня контрольной группы. В крови поросят, которые получали Биоцинк в дозах 0,1, 0,2 и 0,3 мл/кг, уровень гематокрита превышал на 5,39, 7,53 и 5,62 % (при $p \leq 0,05$) уровня контрольной группы соответственно.

Незначительные изменения концентрации гемоглобина, эритроцитов и гематокрита привели к изменению эритроцитарных индексов. У свиней средний объем эритроцитов в норме составляет 50,0–65,0 ф/л. Отмечено, что средний объем эритроцитов в крови у свиней всех подопытных групп находился в пределах референсных значений (от $54,71 \pm 0,99$ до $61,39 \pm 2,80$ ф/л), различия были незначительные и недостоверные.

О насыщенности эритроцитов гемоглобином указывают и такие индексы красной крови как среднее содержание гемоглобина в эритроцитах и средняя концентрация гемоглобина в отдельном эритроците. У поросят, получавших препараты Биоферрон и Биоцинк в разных дозах, отмечали повышение значения среднего содержания гемоглобина. В возрасте 60 сут у свиней 1-й опытной группы (Биоферрон 0,1 мл/кг) индекс среднего содержания гемоглобина составил $14,24 \pm 0,33$ п/г, что на 12,66 % ($p \leq 0,01$) больше контроля. У поросят 6-й опытной группы (Биоцинк 0,3 мл/кг) данный показатель составил $14,59 \pm 0,53$ п/г, что на 15,43 % ($p \leq 0,05$) больше контроля. В 90-суточном возрасте поросят среднее содержание гемоглобина в эритроцитах во 1-й опытной группе составило $14,38 \pm 0,28$ п/г, в 5-й – $14,66 \pm 0,33$ п/г, что больше, чем в контрольной группе на 5,81 и 7,87 % соответственно. Уровень средней концентрации гемоглобина у свиней всех опытных групп имели недостоверные различия в пределах физиологической нормы. Повышение данных показателей обусловлено напряжением всех метаболических процессов в организме свиней, получавших хелатные соединения микроэлементов.

Анализ лейкоцитарной формулы крови свиней показал отсутствие отклонений от физиологической нормы. Количество лейкоцитов в крови свиней при применении препаратов Биоферрон и Биоцинк уменьшается. У 60-суточных свиней наибольший уровень лейкоцитов отмечали в 3-й опытной группе (Биоферрон 0,3 мл/кг), который составил $15,69 \pm 0,35 \times 10^9/\text{л}$ (при $p \leq 0,001$), что меньше на 32,25 %, чем в контрольной группе. В 1-й опытной группе при включении в рацион препарата Биоферрон в дозе 0,1 мл/кг количество лейкоцитов отмечали на 29,62 % ($p \leq 0,001$) ниже, чем в контрольной. Во 2-й опытной группе (Биоферрон 0,2 мл/кг) – на 27,55 % ($p \leq 0,001$) меньше контроля. Среди групп поросят, в рацион которых был включен препарат Биоцинк в дозах 0,1, 0,2 и 0,3 мл/кг, количество лейкоцитов в крови было на 30,05, 31,26 и 32,08 % (при $p \leq 0,001$) ниже, чем в контрольной группе соответственно. У 90-суточных поросят наименьший уровень лейкоцитов отмечается во 2-й опытной группе (Биоферрон 0,2 мл/кг) и 5-й (Биоцинк 0,2 мл/кг), он составил $15,21 \pm 0,71$ и $14,95 \pm 0,92 \times 10^9/\text{л}$, что ниже контроля на 18,66 и 20,05 % (при $p \leq 0,01$).

Снижение количества лейкоцитов в крови в пределах физиологической нормы говорит о нормализации обменных процессов в организме свиней, что выражается в положительной динамике изменений морфологического состава крови животных, получавших препараты Биоферрон и Биоцинк. Соотношение разных форм лейкоцитов у 60-и и 90-суточных поросят находилось в пределах физиологической нормы.

Результаты исследований показали, что гематологические показатели свиней опытных групп, получавших хелатные соединения биоэлементов, более выражены, чем в контрольной группе, но находятся в пределах физиологической нормы. Это свидетельствует о повышении естественной защиты организма.

ВЫВОДЫ

1. Включение препаратов Биоферрон и Биоцинк в рацион повышает уровень прироста массы свиней. За период исследования 4–60 дней наибольший уровень прироста массы тела поросят отмечали во 2-й (Биоферрон 0,2 мл/кг) и 5-й (Биоцинк 0,2 мл/кг) опытных группах, который составил 0,32 кг.

2. Сохранность поголовья поросят за весь период эксперимента составила 100 в каждой из исследуемых групп. Полученные данные говорят

о том, что использование препаратов Биоферрон и Биоцинк в разных дозах в виде хелатных соединений не оказало негативных побочных эффектов на поголовье молодняка свиней.

3. Наибольший уровень эритроцитов установили во второй (Биоферрон 0,2 мл/кг) и третьей (Биоферрон 0,3 мл/кг) опытных группах, он превышал контроль на 8,07 и 8,64 % соответственно.

4. Наибольший уровень гемоглобина отмечен у поросят 2-й и 3-й опытных групп, которым да-

вали препарат Биоферрон в дозах 0,2 и 0,3 мл/кг, он составил $107,3 \pm 1,57$ и $108,9 \pm 1,59$ г/л соответственно, что больше контроля на 12,25 и 13,92 %.

5. У 90-суточных поросят наименьший уровень лейкоцитов отмечается во 2-й опытной группе (Биоферрон 0,2 мл/кг) и 5-й (Биоцинк 0,2 мл/кг), который составил $15,21 \pm 0,71$ и $14,95 \pm 0,92 \times 10^9/\text{л}$, что ниже контроля на 18,66 и 20,05 %.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Условия выращивания и откорм свиней для изготовления функциональных продуктов питания / Е.П. Лисовицкая, П.В. Мирошниченко, Н.Н. Забашта [и др.] // Сборник научных трудов Краснодарского научного центра по зоотехнии и ветеринарии. – 2024. – Т. 13, №. 1. – С. 193–197.
2. Растржиженкова В.К., Лазарева М.В. Эффективность кормовой добавки Биокор при кормлении молодняка свиней // Актуальные вопросы акушерства, гинекологии и репродуктологии животных: сб. тр. науч.-практ. конф. студ. ин-та вет. медицины и биотехнологии Новосибирского ГАУ, Новосибирск, 15 июля 2023 г. – Новосибирск, 2023. – С. 35–40.
3. Кичеева А.Г., Терещенко В.А. Перспективы использования природных глинистых минералов в животноводстве (обзор) // Аграрный научный журнал. – 2021. – № 12. – С. 88–93.
4. Рост и развитие, мясная продуктивность свиней при использовании в их рационах нетрадиционных кормовых добавок в Якутии / Н.М. Черноградская, Р.Л. Шарвадзе, М.Ф. Григорьев [и др.] // Аграрная наука. – 2020. – № 5. – С. 40–44.
5. Шленкина Т.М. Использование различных источников минеральных веществ в рационах свиней // Кремний и жизнь. Кремнистые породы в сельском хозяйстве: мат.-лы национальной науч.-практ. конф. с междунар. участием, Ульяновск, 8–9 апреля 2021 г. – Ульяновск, 2021. – С. 226–231.
6. Влияние хелатных соединений микроэлементов на продуктивность свиней / В.С. Шерне, А.Ю. Лаврентьев, Л.В. Жестянова [и др.] // Инновации в отрасли животноводства и ветеринарии: междунар. науч.-практ. конф., Брянск, 15–16 апреля 2021 г. Ч. 1. – Брянск, 2021. – С. 405–410.
7. Кузьменко Л.М. Использование подкислителя кормов с микроэлементами в хелатной форме в кормлении молодняка свиней // Зоотехническая наука Беларуси. – 2020. – Т. 55, № 2. – С. 13–21.
8. Лазарева М.В. влияние органических соединений микроэлементов на продуктивность свиней // Актуальные проблемы лечения и профилактики болезней молодняка: мат.-лы Междунар. науч.-практ. конф., Витебск, 2–4 ноября 2023 г. – Витебск, 2023. – С. 210–215.
9. Stein H.H. Aspects of digestibility and requirements for minerals and vitamin D by growing pigs and sows // Animal. – 2024. – P. 101125.
10. Effect of zinc source and level on growth performance and carcass characteristics of finishing pigs / H.S. Cemin, C.B. Carpenter, J.C. Woodworth [et al.] // Translational Animal Science. – 2019. – № 3. – P. 742–748.
11. Миллер В.А., Лазарева М.В. Особенности проявления дефицита цинка у свиней и его профилактика // Теория и практика современной аграрной науки: сб. VI нац.(всерос.) науч. конф. с междунар. участием, Новосибирск, 27 февраля 2023 г. – Новосибирск, 2023. – С. 1140–1143.
12. Лихошерст Ю.И., Лазарева М.В. Обоснование необходимости введения в рацион свиней эссенциальных микроэлементов // Вопросы ветеринарной науки и практики: сб. тр. науч.-практ. конф. преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов факультета ветеринарной медицины Новосибирского государственного аграрного университета, Новосибирск, 30 марта 2021 г. – Новосибирск, 2021. – С. 39–42.
13. Зирук И.В., Салаутин В.В. Хелатные препараты в кормлении свиней // Инновационный путь развития свиноводства стран СНГ: сб. науч. тр. по мат.-ам XXVIII Междунар. науч.-практ. конф. – Жодино, 2021. – С. 108–114.

REFERENCES

1. Lisovickaja E.P., Miroshnichenko P.V., Zabashata N.N., Danil'chenko O.B., Basankina V.M., *Sbornik nauchnyh trudov Krasnodarskogo nauchnogo centra po zootehnii i veterinarii*, 2024, No. 1, pp. 193–197. (In Russ.)
2. Rastrizhenkova, V.K., Lazareva M.V., *Aktual'nye voprosy akusherstva, ginekologii i reproduktologii zhivotnyh* (Effectiveness of Biocor feed additive in feeding young pigs), Collection of works of a scientific and practical conference, Novosibirsk, 2023, pp. 35–40. (In Russ.)

3. Kicheeva A.G., Tereshhenko V.A., *Agrarnyj nauchnyj zhurnal*, 2021, No. 12, pp. 88–93. (In Russ.)
4. Chernogradskaja N.M., Sharvadze R.L., Grigor'ev M.F., Grigor'eva A.I., *Agrarnaja nauka*, 2020, No. 5, pp. 40–44. (In Russ.)
5. Shlenkina T.M., *Kremnij i zhizn'. Kremnistye porody v sel'skom hozjajstve* (Silicon and life. Siliceous rocks in agriculture), Materials of the national scientific and practical conference, Ulyanovsk, 2021, pp. 226–231. (In Russ.)
6. Sherne V.S., Lavrent'ev A.Ju., Zhestjanova L.V., Mihajlova L.R., *Innovacii v otrasli zhivotnovodstva i veterinarii* (Innovations in the livestock and veterinary industry), International Scientific and Practical Conference, Bryansk, 2021, pp. 405–410. (In Russ.)
7. Kuz'menko L.M., *Zootehnicheskaja nauka Belarusi*, 2020, No. 2, pp. 13–21. (In Russ.)
8. Lazareva M.V., *Aktual'nye problemy lechenija i profilaktiki boleznej molodnjaka* (Topical problems of treatment and prevention of diseases of young animals), Materials of the International Scientific and Practical Conference, Vitebsk, 2023, pp. 210–215. (In Russ.)
9. Stein H.H., Aspects of digestibility and requirements for minerals and vitamin D by growing pigs and sows, *Animal*, 2024, pp. 101125.
10. Cemin H.S., Carpenter C.B., Woodworth J.C. [et al.], Effect of zinc source and level on growth performance and carcass characteristics of finishing pigs, *Translational Animal Science*, 2019, No. 3, pp. 742–748.
11. Miller V.A., Lazareva M.V., *Teorija i praktika sovremennoj agrarnoj nauki* (Theory and practice of modern agricultural science), Proceedings of the Conference Title, Novosibirsk, 2023, pp. 1140–1143. (In Russ.)
12. Lihosherst Ju.I., Lazareva M.V., *Voprosy veterinarnoj nauki i praktiki* (Issues of veterinary science and practice), Proceedings of the Conference Title, Novosibirsk, 2021, pp. 39–42. (In Russ.)
13. Ziruk I.V., Salautin V.V., *Innovacionnyj put' razvitija svinovodstva stran SNG*, (Innovative way of developing pig breeding in the CIS countries), Proceedings of the Conference Title, Zhodino, 2021, pp. 108–114. (In Russ.)

Информация об авторах:

М.В. Лазарева, кандидат ветеринарных наук, доцент

Н.А. Шкиль, доктор ветеринарных наук, профессор

Contribution of the authors:

M.V. Lazareva, edging. veterinarian. sciences, associate professor

N.A. Shkil, Dr. Vet. sciences, professor, Professor

Вклад авторов:

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.