

Животноводство и кормопроизводство. 2024. Т. 107, № 3. С. 79-88.
Animal Husbandry and Fodder Production. 2024. Vol. 107, no 3. P. 79-88.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА, КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ И ЭКОНОМИКА В ЖИВОТНОВОДСТВЕ

Научная статья

УДК 636.084.1:636.085:577.17

doi:10.33284/2658-3135-107-3-79

**Влияние кормовых добавок, содержащих Zn и Se органической формы,
на продуктивные и гематологические показатели бычков чёрно-пёстрой породы
при заключительном откорме**

Анатолий Васильевич Харламов¹, Алексей Николаевич Фролов², Виктор Васильевич Ильин³

¹²³Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, Оренбург, Россия

¹harlamov52@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9477-6568>

²forleh@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4525-2554>

³vvilin1957@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0001-3430-872X>

Аннотация. Главной задачей в повышении продуктивности животных является полноценное и сбалансированное кормление как по питательным веществам, так и макро- микроэлементному составу. Целью исследования являлось определение влияния кормовых добавок Плексомин Zn 29 и Плексомин Se 2000, содержащих в своём составе цинк и селен органической формы, на стрессовое состояние организма бычков, изучая по продуктивным и гематологическим показателям. Научный опыт проводился на бычках чёрно-пёстрой породы, для этого были сформированы две группы (контрольная и опытная) по 20 голов в каждой, средняя живая масса – 328,8-329,3 кг. Бычки опытной группы ежедневно с рационом получали кормовую добавку в количестве 460 мг, которая в своём составе содержала микроэлементы Zn (цинк) и Se (селен) органической формы. Для сравнительной оценки метаболических процессов, происходящих в организме бычков, потреблявших с рационом кормовую добавку и без неё, провели морфологический и биохимический анализы крови. Результаты исследований свидетельствуют о положительном влиянии изучаемых кормовых добавок на продуктивные и гематологические показатели. Установлено, что живая масса бычков опытной группы в конце опыта была на 2,5 % больше, чем в контроле. Межгрупповые морфологические и биохимические показатели крови подопытных бычков имели некоторые различия, но находились в пределах физиологической нормы.

Ключевые слова: бычки, кормление, кормовая добавка, цинк, селен, гематологические показатели

Благодарности: работа выполнена в соответствии с планом НИР на 2024-2026 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (FNWZ-2024-0001).

Для цитирования: Харламов А.В., Фролов А.Н., Ильин В.В. Влияние кормовых добавок, содержащих Zn и Se органической формы, на продуктивные и гематологические показатели бычков чёрно-пёстрой породы при заключительном откорме // Животноводство и кормопроизводство. 2024. Т. 107, № 3. С. 79-88. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-107-3-79>

PRODUCTION TECHNOLOGY, QUALITY AND ECONOMY IN ANIMAL HUSBANDRY
Original article

The influence of feed additives containing organic Zn and Se on productive and hematological parameters of Black Spotted bulls on final fattening

Anatoly V Kharlamov¹, Alexey N Frolov², Viktor V Ilyin³

¹²³Federal Research Centre for Biological Systems and Agricultural Technologies of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia

¹harlamov52@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9477-6568>

²forleh@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4525-2554>

³vvilin1957@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0001-3430-872X>

Abstract. Complete and balanced feeding, in terms of both nutrients and macro-microelement composition is the main task in increasing animal productivity. The purpose of the study was to determine

the effect of feed additives Plexomin Zn 29 and Plexomin Se 2000, containing organic zinc and selenium, on the stressful state of the body of bulls, studying them according to productive and hematological indicators. The scientific experiment was carried out on Black Spotted bulls; for this purpose, two groups (control and experimental) were formed with 20 heads in each, with an average live weight of 328.8-329.3 kg. The bulls of the experimental group received a daily diet supplement in the amount of 460 mg, which contained Zn (zinc) and Se (selenium) in organic form. For a comparative assessment of the metabolic processes occurring in the body of bull calves that consumed a feed additive with and without the diet, morphological and biochemical blood tests were carried out. The research results indicate a positive effect of the studied feed additives on productive and hematological parameters. It was found that live weight of bulls in the experimental group at the end of the experiment was 2.5% greater than in the control. Inter-group morphological and biochemical blood parameters of experimental bulls had some differences, but were within the physiological standard.

Keywords: bulls, feeding, feed additive, zinc, selenium, hematological parameters

Acknowledgments: the work was performed in accordance to the plan of research works for 2024-2026 FSBRI FRC BST RAS (FNWZ-2024-0001).

For citation: Kharlamov AV, Frolov AN, Ilyin VV. The influence of feed additives containing organic Zn and Se on productive and hematological parameters of Black Spotted bulls on final fattening. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2024;107(3):79-88. (In Russ). <https://doi.org/10.33284/2658-3135-107-3-79>

Введение.

Основными стрессовыми факторами, оказывающими отрицательное влияние на организм животных, в частности на снижение продуктивности бычков при откорме, являются смена рационов, неполноценное кормление (Николаев С.И. и др. 2021), взвешивание, ветобработка (Hultgren J et al., 2022.), транспортировка их на мясоперерабатывающие предприятия (Khan I et al., 2023). Кормление должно быть полноценным и сбалансированным и по своему предназначению обеспечивать животных всем набором контролируемых питательных веществ в соответствии с видом, полом, возрастом и продуктивностью. Все необходимые организму питательные вещества должны получать с рационом в наиболее доступной форме и в определённом их соотношении (Фролов А.И. и Бетин А.Н., 2019; Ширнина Н.М. и др., 2022).

Особое значение при организации кормления крупного рогатого скота отводится подбору элементов, способствующих снижению стрессового состояния животных, что ведёт к рациональному расходу кормов, повышению продуктивности, улучшению качества продукции (Приступа В.Н. и др., 2021).

Исследования отечественных и зарубежных авторов, изучавших биологические свойства микроэлементов селена, цинка и др., подтверждают, что данные химические элементы играют важную роль в жизнедеятельности организма. Они содержатся во всех органах и тканях, являются мощными антиоксидантами, катализаторами, участвуют в синтезе и взаимодействии белков, ферментов, витаминов, стимулируют рост и развитие организма (Завьялов О.А. и Слепцов И.И., 2023; Мусаева М.Н., 2023).

Так, цинк влияет на обменные процессы, в частности стимулирует всасывание азотистых веществ и использование организмом витаминов, что в свою очередь усиливает рост молодняка (Lewandowski L et al., 2019). Селен в организме выполняет функцию антиоксиданта в составе ферментного звена антиоксидантной защиты. Проявляет выраженные иммуностимулирующие свойства: поддерживает клеточный и гуморальный иммунитет, усиливает иммунный ответ при защите вирусов (Завьялов О.А., 2023). Взаимодействует с витаминами, ферментами и биологическими мембранами, участвует в регуляции обмена веществ (жиров, белков и углеводов), а также в окислительно-восстановительных процессах (Hariharan S and Dharmaraj S, 2020; Schwarz M et al., 2020).

С этой целью применяют различные кормовые добавки, позволяющие сбалансировать рационы кормления по основным питательным веществам, а также обогащать их жизненно важными микроэлементами, способствующими повышению продуктивности и снижению или выведению из организма тяжёлых металлов.

Цель исследования.

Определить влияние кормовых добавок, содержащих в своём составе микроэлементы цинк и селен органической формы, на продуктивные и гематологические показатели бычков чёрно-пёстрой породы при выращивании на мясо.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Бычки чёрно-пёстрой породы, кровь, сыворотка крови.

Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями и рекомендациями нормативных актов: Модельный закон Межпарламентской Ассамблеи государств-участников Содружества Независимых Государств "Об обращении с животными", ст. 20 (постановление МА государств-участников СНГ № 29-17 от 31.10.2007 г.), Руководство по работе с лабораторными животными (http://fncbst.ru/?page_id=3553). При проведении исследований были предприняты меры для обеспечения минимума страданий животных и уменьшения количества исследуемых опытных образцов.

Схема эксперимента. Исследование проводилось в хозяйственно-производственных условиях СПК колхоза им. Кирова Октябрьского района Оренбургской области. Из числа бычков чёрно-пёстрой породы в возрасте 15 мес. по принципу групп-аналогов с учётом живой массы и физиологического состояния были сформированы две группы (контрольная и опытная) по 20 голов в каждой. Продолжительность эксперимента – 90 суток, животные находились на заключительном откорме, содержались в помещении на привязи. Рацион кормления рассчитывали на основании «Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных» (Калашников А.П. и др., 2003) для получения среднесуточного прироста 1000-1200 г, состоящий из сена, силоса кукурузного, комбикорма и кормовой патоки, скармливался в виде полувлажной кормосмеси. Концентрированные корма в рационе составляли 55-58 % по питательности. Живую массу подопытных бычков определяли путём ежемесячного взвешивания и на основании полученных данных рассчитывали абсолютный прирост, среднесуточный прирост и относительную скорость роста. С целью оценки влияния кормовых добавок, содержащих в своём составе микроэлементы цинк и селен органической формы, на физиологическое состояние подопытных бычков исследовалась кровь. Отбор проб крови проводили из хвостовой вены непосредственно перед убоем утром на уровне средней трети тела 2-5 хвостовых позвонков. Кровь исследовали на морфологические и биохимические показатели и антиоксидантный статус.

Оборудование и технические средства. Гематологические показатели крови определяли на базе центра «Нанотехнологии в сельском хозяйстве» в Центре коллективного пользования Федерального научного центра биологических систем и агротехнологий Российской академии наук (г. Оренбург) (<http://цкп-бст.рф>), с использованием автоматического гематологического анализатора «URIT-2900 VetPlus» (URIT Medical, Китай). Для определения живой массы подопытных бычков использовались платформенные весы «ВСП4-Ж» (Россия).

Статистическая обработка. Статистический анализ цифрового материала, полученного в исследовании, проводился при помощи пакета программ «Statistica 10.0» («Stat Soft Inc.», США), рассчитывая среднюю величину (M), ошибку стандартного отклонения (m) с определением критерия достоверности разницы по Стьюденту-Фишеру. Уровень значимости считали достоверным при $P \leq 0,05$.

Результаты исследований.

Скармливание в составе рациона кормовых добавок Плексомин Zn 29 и Плексомин Se 2000 положительно повлиял на интенсивность роста подопытных бычков на их заключительном откорме. Данные по изменению живой массы, абсолютного и среднесуточного прироста бычков приведены в таблице 1.

Таблица 1. Динамика живой массы, абсолютного и среднесуточного прироста у подопытных бычков при скормлинии микроэлементных препаратов, кг

Table 1. Dynamics of live weight, absolute and average daily gain in experimental bulls after fed with microelement preparations, kg

Показатель / Indicator	Группа / Group	
	контрольная/control	опытная/experimental
Живая масса при постановке на опыт, кг (15 мес.) / Live weight at the time of experiment, kg (15 months)	328,8±4,20	329,3±4,17
Живая масса при снятии с опыта, кг (18 мес.) / Live weight after the experiment, kg (18 months)	438,4±1,65	449,4±1,34*
Абсолютный прирост, кг / Absolute gain, kg	109,6±4,84	120,1±4,67
Среднесуточный прирост, г / Average daily weight gain, g	1218,0±57,73	1333,3±55,25*
Относительная скорость роста, % / Relative growth rate, %	28,57	29,83

Примечание: * – при $P \leq 0,05$; ** – при $P \leq 0,01$ по отношению к контрольной группеNote: * – at $P \leq 0.05$; ** – at $P \leq 0.01$ in relation to the control group

Анализ данных таблицы 1 свидетельствует о том, что введение в рацион микроэлементных кормовых добавок способствовало лучшему росту бычков на заключительном откорме. При снятии животных с откорма живая масса у опытной группы была больше на 11,0 кг или 2,5 %, абсолютный прирост – на 10,5 кг или 9,6 %, среднесуточный прирост – на 115 г или 9,5 % и относительная скорость роста – на 1,3 %, чем у сверстников контрольной группы. Это свидетельствует о том, что скормливание в составе рациона кормовых добавок Плексомин Zn 29 и Плексомин Se 2000, содержащих в своём составе Zn и Se органической формы, оказало положительное влияние не только на лучшую поедаемость кормов, но и на большее потребление питательных веществ и их усвоение. О чём констатируют полученные морфологические и биохимические показатели крови бычков подопытных групп (табл. 2, 3).

Таблица 2. Морфологический состав крови подопытных бычков

Table 2. Morphological composition of blood of experimental bulls

Показатель / Indicator	Группа / Group	
	контрольная/control	опытная/experimental
Эритроциты, 10^{12} кл/л / RBC, 10^{12} kl/l	5,04±0,37	5,50±0,49
Средний объём эритроцита, фл / MCV, fl	41,13±1,20	42,13±0,78
Ширина распределения эритроцитов, % / RDW-CV, %	17,40±0,22	15,70±0,29
Ширина распределения эритроцитов (стандартное отклонение), фл / RDW-SD, fl	29,10±1,11	26,60±1,32
Гемоглобин, г/л / HGB, g/l	95,75±0,12	98,33±0,29
Среднее содержание гемоглобина в эритроците, пг / MCH, pg	17,40±0,50	19,33±3,26
Средняя концентрация гемоглобина в эритроците, г/л / MCHC, g/l	423,50±12,45	457,67±19,59
Лейкоциты, 10^9 кл/л / WBC, 10^9 kl/l	11,68±0,33	8,52±0,42**
Лимфоциты, % / Lym, %	52,05±0,27	52,40±0,30
Тромбоциты, 10^9 кл/л / PLT, 10^9 kl/l	228,75±13,38	365,33±15,96

Примечание: * – при $P \leq 0,05$; ** – при $P \leq 0,01$ по отношению к контрольной группеNote: * – at $P \leq 0.05$; ** – at $P \leq 0.01$ in relation to the control group

Результаты гематологических исследований показали, что на определённые изменения в составе крови оказали влияние условия кормления. Установлено, что при введении в состав рациона кормовых добавок Плексомин Zn 29 и Плексомин Se 2000 содержание в крови эритроцитов увеличилось у бычков опытной группы на $0,46 \times 10^{12}/л$ (9,1 %), концентрация в них гемоглобина повысилась на 2,58 г/л (2,7 %), при этом содержание лейкоцитов снизилось на $3,16 \times 10^9/л$ (27,1 %; $P \leq 0,01$). Все отмеченные изменения морфологического состава крови были в пределах физиологической нормы.

Важной составной частью крови являются белки, которые играют основную роль в физиологических процессах в организме. В нашем исследовании по содержанию общего белка сыворотки крови обнаружена определённая зависимость от кормового фактора (табл. 3).

Таблица 3. Биохимический состав сыворотки крови подопытных бычков
Table 3. Biochemical composition of blood serum of experimental bulls

Показатель / Indicator	Группа / Group	
	контрольная / control	опытная / experimental
Общий белок, г/л / Total protein, g/l	79,25±1,09	83,16±0,73*
Альбумины, г/л / Albumin, g/l	39,54±1,73	43,50±0,70*
Глобулины, г/л / Globulins g/l	39,71±0,43	39,66±0,42
АЛТ, Ед/л / ALT, U/l	27,27±0,88	20,70±0,63**
АСТ, Ед/л / AST, U/l	84,07±0,72	73,80±0,63**
Глюкоза, ммоль/л / Glucose, mmol/l	4,39±0,41	4,86±0,30*
Билирубин общий, мкмоль/л / Total bilirubin, $\mu\text{mol/l}$	3,09±0,76	3,63±0,16
Холестерин, ммоль/л / Cholesterol, mmol/l	2,70±0,32	2,01±0,25*
Триглицериды, ммоль/л / Triglycerides, mmol/l	0,23±0,01	0,21±0,01
Мочевина, ммоль/л / Urea, mmol/l	3,45±0,41	3,27±0,06
Креатинин, мкмоль/л / Creatinine, $\mu\text{mol/l}$	121,30±2,48	107,33±1,05
Мочевая кислота мкмоль/л / Uric acid, $\mu\text{mol/l}$	29,40±0,77	51,77±0,11
Железо, мкмоль/л / Iron, $\mu\text{mol/l}$	31,90±1,15	41,25±1,29*
Кальций, ммоль/л / Calcium, mmol/l	2,31±0,11	2,68±0,16*
Фосфор, ммоль/л / Phosphorus, mmol/l	1,63±0,08	1,39±0,21

Примечание: * – при $P \leq 0,05$; ** – при $P \leq 0,01$ по отношению к контрольной группе

Note: * – at $P \leq 0.05$; ** – at $P \leq 0.01$ relative to the control group

Анализ сыворотки крови показал, что содержание белков и белковых фракций у подопытных животных изменялось в пределах физиологической нормы. При скармливании бычкам кормовых добавок, содержащих в своём составе Zn и Se органической формы, в крови опытной группы общего белка увеличилось на 3,91 г/л (4,9 %, $P \leq 0,05$), а его фракции – альбуминов – на 3,96 г/л (10,0 %, $P \leq 0,05$). Что касается глобулинов, то их количество у подопытных бычков было практически одинаково. Более высокий уровень сывороточного белка в крови свидетельствует о более интенсивном синтезе и отложении его в теле бычков, получавших испытываемые кормовые добавки, а уровень альбуминов является резервом для формирования тканей организма и обеспечивает более высокую интенсивность их роста. Активность АСТ при этом составляла 73,80-84,07 Ед/л, АЛТ – 20,7-27,27 Ед/л. Анализ динамики активности трансаминаз подтверждает, что изменения показателей АСТ и АЛТ происходили в пределах физиологической нормы, что свидетельствует о нормальном течении обменных процессов в организме подопытных бычков. Более активно эти процессы проходили у бычков опытной группы с достоверной разностью $P \leq 0,01$.

Глюкоза в организме выполняет важную роль, являясь основным источником энергии для клеток. Её количество в сыворотке крови в основном зависит от поступления в организм с кормом углеводов, которые в процессе пищеварения расщепляются до глюкозы и других питательных веществ, затем всасываются в тонком отделе кишечника, распространяясь по всему организму. Лучший углеводный обмен наблюдался у бычков опытной группы, которые получали с рационом испытываемую кормовую добавку. По уровню глюкозы в сыворотке крови они превышали контрольных на 0,47 ммоль/л (10,71 %, $P \leq 0,05$), что свидетельствует о лучшей переваримости и усвояемости углеводной части кормов рациона.

Уровень холестерина в крови характеризует липидный обмен в организме, а также состояние сосудов. Повышенный уровень холестерина в крови ведёт к разрушению стенок кровеносных сосудов, снижает их эластичность. В нашем исследовании содержание холестерина в крови подопытных бычков было в пределах физиологической нормы. Однако следует отметить, что в крови бычков опытной группы содержание холестерина на 0,69 ммоль/л (25,56 %) было меньше, это свидетельствует о том, что микроэлементы цинк и селен органической формы способствуют уменьшению образования холестерина в печени путём снижения метаболизма насыщенных жирных кислот в желудочно-кишечном тракте животных.

Количество мочевины и креатинина в крови характеризует физиолого-функциональное состояние почек в организме животного, так как их наличие непосредственно зависит от способности почек выводить из организма ненужные вещества с мочой. Повышенное содержание данных веществ в крови говорит о том, что нарушены функции почек, а именно понижена фильтрационная их способность. В нашем исследовании анализ крови показал, что изучаемые вещества были в пределах физиологической нормы, с меньшим содержанием их в крови у сверстников опытной группы. Что касается содержания в крови изучаемых макро- и микроэлементов, то они были в пределах физиологической нормы с небольшим преимуществом в пользу опытной группы.

Обсуждение полученных результатов.

При выращивании и откорме молодняка крупного рогатого скота на мясо в рационах кормления широко используются различные кормовые добавки, содержащие в своём составе биологически активные вещества, способствующие повышению обменных процессов, снижению стрессовой нагрузки на организм в период их жизни. Среди них перспективными являются микроэлементы, особенно органической формы, которые принимают участие в регуляции основных физиологических процессов в живом организме – роста, развития, дыхания и других, это объясняется влиянием их как ферментов антиоксидантной защиты, так и снижением метаболизма продуктов распада жирных кислот (Варакин А.Т. и др., 2020; Кулик Д.К. и др., 2022).

В нашем исследовании скормливание в составе рациона кормовых добавок Плексомин Zn 29 и Плексомин Se 2000, содержащих в своём составе Zn и Se органической формы, способствовало лучшему росту бычков в период заключительного откорма. При снятии животных с откорма живая масса у опытной группы была больше на 11,0 кг или 2,5 %, среднесуточный прирост – на 115 г или 9,5 %, чем у сверстников контрольной группы.

Важная роль в жизнедеятельности организма животных принадлежит крови. Она является главным и основным индикатором всех изменений обмена веществ, происходящих в организме, связанных с его физиологическим состоянием, условиями содержания и кормления, выполняя при этом важнейшие функции в организме, такие как гуморальную, защитную, терморегуляторную, транспортирует к тканям питательные вещества, кислород, отводит конечные продукты обмена и сохраняет водный баланс организма (Нечитайло К.С. и Сизова Е.А., 2021; Фролов А.Н. и др., 2021).

Результаты гематологических исследований показали, что при введении в состав рациона кормовых добавок Плексомин Zn 29 и Плексомин Se 2000, содержание в крови эритроцитов увеличилось у бычков опытной группы на $0,46 \times 10^{12}/л$ (9,1 %), концентрация в них гемоглобина повысилась на 2,58 г/л (2,7 %), при этом содержание лейкоцитов снизилось на $3,16 \times 10$ г/л (27,1 %;

$P \leq 0,01$). общего белка увеличилось на 3,91 г/л (4,9 %, $P \leq 0,05$), а его фракции – альбуминов – на 3,96 г/л (10,0 %, $P \leq 0,05$). Уровень глюкозы в сыворотке крови превышал контрольных на 0,47 ммоль/л (10,71 %, $P \leq 0,05$), что свидетельствует о лучшей переваримости и усвояемости углеводной части кормов рациона.

Все отмеченные изменения морфологического и биохимического составов крови были в пределах физиологической нормы.

Заключение.

Скармливание бычкам на заключительном откорме в составе рациона кормовых добавок Плексомин Zn 29 и Плексомин Se 2000, содержащих в своём составе Zn и Se органической формы, оказало положительное влияние не только на лучшую поедаемость кормов, но и на большее потребление питательных веществ с рационом и их усвоение.

Список источников

1. Влияние минерального гранулированного комплекса на молочную продуктивность и качественные показатели молока коров / С.И. Николаев, Д.А. Ранделин, Н.М. Костомахин, Ю.М. Батраков, К.С. Арстанов, В.В. Ионов, С.Н. Куприянов // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2021. № 7(192). С. 32-42. [Nikolaev SI, Randelin DA, Kostomakhin NM, Batrakov YuM, Arstanov KS, Ionov VV, Kupriyanov SN. The influence of mineral granulated complex on milk productivity and quality indicators of cows' milk. Kormlenie sel'skhozjajstvennyh zhivotnyh i kormoproizvodstvo. 2021;7(192):32-42. (In Russ.)]. doi: 10.33920/sel-05-2107-04

2. Влияние минеральной добавки на показатели гемограммы, функциональную активность глутатиона и лейкоцитарную формулу крови телят / В.В. Саломатин, А.Т. Варакин, В.Д. Кочарян, Е.А. Харламова, А.Ю. Медведев. Ветеринария. 2020. № 3. С. 44-47. [Salomatin VV, Varakin AT, Kocharyan VD, Kharlamova EA, Medvedev AYU. The influence of a mineral additive on indicators of haemogram, functional activity of glutathione and blood leukocytic formula of calves. Veterinary Medicine. 2020;3:44-47. (In Russ.)]. doi: 10.30896/0042-4846.2020.23.3.44-48

3. Влияние кормовых добавок «Валоπρο» и «Рупрокол» на изменение энергии роста и формирование мясной продуктивности у бычков герефордской породы / В.Н. Приступа, О.Е. Кротова, Д.С. Торосян и др. // Проблемы развития АПК региона. 2021. № 1(45). С. 149-155. [Prystupa VN, Krotova OE, Torosyan DS, et al. Effect of feed additives "of Valopro and Ruprocol" change of energy growth and the formation of meat productivity of calves of hereford breed. Development Problems of Regional Agro-Industrial Complex. 2021;1(45):149-155. (In Russ.)]. doi: 10.52671/20790996_2021_1_149

4. Динамика живой массы и рост молодняка мясного скота при использовании селеносодержащих кормовых добавок / А.Т. Варакин, Д.К. Кулик, В.В. Саломатин, Г.А. Симонов, В.С. Зотеев // Проблемы и перспективы развития органического сельского хозяйства: материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Махачкала: Дагестан. гос. аграрный ун-т, 2020. С. 238-245. [Varakin AT, Kulik DK, Salomatin VV, Simonov GA, Zoteev VS. Dynamics of live weight and growth of young meat cattle when using selenium-containing feed additives. (Conference proceedings) Problemy i perspektivy razvitiya organicheskogo sel'skogo hozjajstva: materialy Vserossijskoj nauch.-prakt. konf. s mezhdunarodnym uchastiem. Mahachkala: Dagestanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet; 2020:238-245. (In Russ.)].

5. Завьялов О.А. Влияние селеносодержащих добавок на метаболизм селена, продуктивные качества и микробиом кишечника у сельскохозяйственных животных (обзор) // Аграрный научный журнал. 2023. № 12. С. 95-100. [Zav'yalov OA. The effect of selenium supplements on selenium metabolism, performance and intestinal microbiome in farm animals (review). The Agrarian Scientific Journal. 2023;12:95-100. (In Russ.)]. doi: <https://doi.org/10.28983/asj.y2023i12pp95-100>

6. Завьялов О.А., Слепцов И.И. Влияние коррекции концентраций селена и цинка в семенной жидкости на элементный состав, антиоксидантный статус и качественные характеристики спермы

быков-производителей // Пермский аграрный вестник. 2023. № 3(43). С. 74-82. [Zavyalov OA, Sleptsov II. The effect of correction of selenium and zinc concentrations in seminal fluid on the elemental composition, antioxidant status and qualitative characteristics in sperm of servicing bulls. Perm Agrarian Journal. 2023;3(43):74-82. (In Russ.)]. doi: 10.47737/2307-2873_2023_43_74

7. Кулик Д.К., Варакин А.Т., Саломатин В.В. Повышение продуктивных качеств бычков при использовании в рационах селесодержащих кормовых добавок // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2022. № 12(209). С. 33-40. [Kulik DK, Varakin AT, Salomatina VV. Improving the productive traits of steers when using selenium-containing feed additives in their rations. Kormlenie sel'skhozjajstvennyh zhivotnyh i kormoproizvodstvo. 2022;12(209):33-40. (In Russ.)]. doi: 10.33920/sel-05-2212-04

8. Мусаева М.Н. Значение микроэлементов в кормлении крупного рогатого скота // Прикаспийский вестник ветеринарии. 2023. № 4(5). С. 69-75. [Musaeva MN. The importance of trace elements in cattle's feeding and their correlation [review]. Prikaspijskij vestnik veterinarii. 2023;4(5):69-75. (In Russ.)].

9. Нечитайло К.С., Сизова Е.А. Биохимические показатели крови и антиоксидантный статус цыплят-бройлеров при использовании фульвогумата в рационе // Животноводство и кормопроизводство. 2021. Т. 104. № 4. С. 182-192. [Nechitailo KS, Sizova EA. Biochemical parameters of blood and antioxidant status of broiler chickens using fulvohumate in the diet. Animal Husbandry and Fodder Production. 2021;104(4):182-192. (In Russ.)]. doi: 10.33284/2658-3135-104-4-182

10. Оценка адаптационных качеств герефордского скота импортной селекции к условиям южно-уральской биогеохимической провинции на основе изучения репродуктивных качеств и биохимических показателей сыворотки крови / А.Н. Фролов, О.А. Завьялов, А.В. Харламов, Г.А. Морган, И.М. Дунин // Животноводство и кормопроизводство. 2021. Т. 104. № 4. С. 79-88. [Frolov AN, Zavyalov OA, Kharlamov AV, Morgan GA, Dunin IM. Assessment of the adaptation qualities of Hereford livestock of imported breeding to the conditions of the South Ural biogeochemical province based on the study of reproductive qualities and biochemical values of blood serum. Animal Husbandry and Fodder Production. 2021;104(4):78-88. (In Russ.)]. doi: 10.33284/2658-3135-104-4-79

11. Фролов А.И., Бетин А.Н. Влияние органического комплекса на продуктивность и качество молока коров // Вестник АПК Верхневолжья. 2019. № 2(46). С. 28-31. [Frolov AI, Betin AN. The effect of the organic complex on the productivity and quality of cow's milk. Vestnik APK Verhnevolzh'ja. 2019;2(46):28-31. (In Russ.)]. doi: 10.35694/YARCX.2019.46.2.006

12. Ширнина Н.М., Рахимжанова И.А., Кононец В.В. Использование энергии лактирующими коровами красной степной породы при скормлинии рационов с концентратами различной подготовки // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2022. № 1(93). С. 248-254. [Shirnina NM, Rakhimzhanova IA, Kononets VV. The use of energy by lactating cows of the red steppe breed when feeding rations with concentrates of various preparations. Izvestia Orenburg State Agrarian University. 2022;1(93):248-254. (In Russ.)]. doi: 10.37670/2073-0853-2022-93-1-248-254

13. Hariharan S, Dharmaraj S. Selenium and selenoproteins: it's role in regulation of inflammation. Inflammopharmacology. 2020;28(3):667-695. doi: 10.1007/s10787-020-00690-x

14. Hultgren J, Segerkvist KA, Berg Ch, Karlsson AH, Öhgren C, Algers B. Preslaughter stress and beef quality in relation to slaughter transport of cattle. Livestock Science. 2022;264:105073. doi: 10.1016/j.livsci.2022.105073

15. Khan I, Mesalam A, Heo YS, Lee SH, Nabi G, Kong IK. Heat stress as a barrier to successful reproduction and potential alleviation strategies in cattle. Animals (Basel). 2023;13(14):2359. doi: 10.3390/ani13142359

16. Schwarz M, Lossow K, Schirl K, Hackler J, Renko K, Kopp JF, Schwerdtle T, Schomburg L, Kipp AP. Copper interferes with selenoprotein synthesis and activity. Redox Biol. 2020;37:101746. doi: 10.1016/j.redox.2020.10174

References

1. Nikolaev SI, Randelin DA, Kostomakhin NM, Batrakova YuM, Arstanov KS, Ionov VV, Kupriyanov SN. The influence of mineral granulated complex on milk productivity and quality indicators of cows' milk. *Feeding of Farm Animals and Fodder Production*. 2021;7(192):32-42. doi: 10.33920/sel-05-2107-04
2. Salomatin VV, Varakin AT, Kocharyan VD, Kharlamova EA, Medvedev AYU. The influence of a mineral additive on indicators of haemogram, functional activity of glutathione and blood leukocytic formula of calves. *Veterinary Medicine*. 2020;3:44-47. doi: 10.30896/0042-4846.2020.23.3.44-48
3. Prystupa VN, Krotova OE, Torosyan DS, et al. Effect of feed additives "of Valopro and Ruprocol" change of energy growth and the formation of meat productivity of calves of hereford breed. *Development Problems of Regional Agro-Industrial Complex*. 2021;1(45):149-155. doi: 10.52671/20790996_2021_1_149
4. Varakin AT, Kulik DK, Salomatin VV, Simonov GA, Zoteev VS. Dynamics of live weight and growth of young meat cattle when using selenium-containing feed additives (Conference proceedings) Problems and prospects for the development of organic agriculture: materials of All-Russian Scientific-practical Conference with International Participation. Makhachkala: Dagestan State Agrarian University; 2020:238-245.
5. Zav'yalov OA. The effect of selenium supplements on selenium metabolism, performance and intestinal microbiome in farm animals (review). *The Agrarian Scientific Journal*. 2023;12:95-100. doi: <https://doi.org/10.28983/asj.y2023i12pp95-100>
6. Zavyalov OA, Sleptsov II. The effect of correction of selenium and zinc concentrations in seminal fluid on the elemental composition, antioxidant status and qualitative characteristics in sperm of servicing bulls. *Perm Agrarian Journal*. 2023;3(43):74-82. doi: 10.47737/2307-2873_2023_43_74
7. Kulik DK, Varakin AT, Salomatin VV. Improving the productive traits of steers when using selenium-containing feed additives in their rations. *Feeding of Farm Animals and Fodder Production*. 2022;12(209):33-40. doi: 10.33920/sel-05-2212-04
8. Musaeva MN. The importance of trace elements in cattle's feeding and their correlation [review]. *Caspian Veterinary Bulletin*. 2023;4(5):69-75.
9. Nechitailo KS, Sizova EA. Biochemical parameters of blood and antioxidant status of broiler chickens using fulvohumate in the diet. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2021;104(4):182-192. doi: 10.33284/2658-3135-104-4-182
10. Frolov AN, Zavyalov OA, Kharlamov AV, Morgan GA, Dunin IM. Assessment of the adaptation qualities of Hereford livestock of imported breeding to the conditions of the South Ural biogeochemical province based on the study of reproductive qualities and biochemical values of blood serum. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2021;104(4):78-88. doi: 10.33284/2658-3135-104-4-79
11. Frolov AI, Betin AN. The effect of the organic complex on the productivity and quality of cow's milk. *Vestnik APK Verhnevolzh'ja*. 2019;2(46):28-31. doi: 10.35694/YARCX.2019.46.2.006
12. Shirnina NM, Rakhimzhanova IA, Kononets VV. The use of energy by lactating cows of the red steppe breed when feeding rations with concentrates of various preparations. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2022;1(93):248-254. doi: 10.37670/2073-0853-2022-93-1-248-254
13. Hariharan S, Dharmaraj S. Selenium and selenoproteins: it's role in regulation of inflammation. *Inflammopharmacology*. 2020;28(3):667-695. doi: 10.1007/s10787-020-00690-x
14. Hultgren J, Segerkvist KA, Berg Ch, Karlsson AH, Öhgren C, Algers B. Preslaughter stress and beef quality in relation to slaughter transport of cattle. *Livestock Science*. 2022;264:105073. doi: 10.1016/j.livsci.2022.105073
15. Khan I, Mesalam A, Heo YS, Lee SH, Nabi G, Kong IK. Heat stress as a barrier to successful reproduction and potential alleviation strategies in cattle. *Animals (Basel)*. 2023;13(14):2359. doi: 10.3390/ani13142359

16. Schwarz M, Lossow K, Schirl K, Hackler J, Renko K, Kopp JF, Schwerdtle T, Schomburg L, Kipp AP. Copper interferes with selenoprotein synthesis and activity. *Redox Biol.* 2020;37:101746. doi: 10.1016/j.redox.2020.10174

Информация об авторах:

Анатолий Васильевич Харламов, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник отдела технологии мясного скотоводства и производства говядины, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8(3532)30-81-78.

Алексей Николаевич Фролов, доктор биологических наук, заведующий отделом технологии мясного скотоводства и производства говядины, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8(3532)30-81-78.

Виктор Васильевич Ильин, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией «Управление проектами», Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8(3532)30-81-70.

Information about the authors:

Anatoly V Kharlamov, Dr. Sci. (Agriculture), Professor, Chief Researcher of the Department of Technology of Beef Cattle Breeding and Beef Production, Federal Research Centre for Biological Systems and Agricultural Technologies of the Russian Academy of Sciences, 29 9 Yanvarya St., Orenburg, 460000, tel.: 8(3532)30-81-78.

Alexey N Frolov, Dr. Sci. (Biology), Head of the Department of Technology for Beef Cattle Breeding and Beef Production, Federal Research Centre for Biological Systems and Agricultural Technologies of the Russian Academy of Sciences, 29 9 Yanvarya St., Orenburg, 460000, tel.: 8(3532)30-81-78.

Viktor V Ilyin, Cand. Sci. (Agriculture), Head of the Project Management Laboratory, Federal Research Centre for Biological Systems and Agricultural Technologies of the Russian Academy of Sciences, 29 9 Yanvarya St., Orenburg, 460000, tel.: 8(3532) 30-81-70.

Статья поступила в редакцию 02.07.2024; одобрена после рецензирования 18.07.2024; принята к публикации 09.09.2024.

The article was submitted 02.07.2024; approved after reviewing 18.07.2024; accepted for publication 09.09.2024.