



Мясная продуктивность и качество мяса бычков чёрно-пёстрой породы, получавших с рационом цинк и селен органической формы

© 2024. А. В. Харламов, А. Н. Фролов✉, В. В. Ильин

ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», г. Оренбург, Российская Федерация

Одной из главных задач агропромышленного комплекса страны является увеличение производства высококачественной экологически чистой продукции животноводства, в частности мяса говядины. В этой связи необходимо применять меры по эффективному использованию генетических ресурсов как отечественного, так и импортного происхождения, совершенствуя системы кормления, используя при этом кормовые добавки, биологические активные вещества, стимулирующие рост и развитие животных. Цель исследований – определение влияния кормовых добавок Плексомин Zn 26 и Плексомин Se 2000, содержащих в своём составе цинк и селен органической формы, на убойные показатели бычков чёрно-пёстрой породы, а также на качество полученной продукции – мяса говядины. Для проведения исследований 15-месячных бычков чёрно-пёстрой породы разделили на две группы (контрольная и опытная) по 20 голов в каждой, средняя живая масса 328,8–329,3 кг. Продолжительность эксперимента – 91 сутки. Различие заключалось в том, что опытным животным в течение учетного периода в составе концентрированной части рациона скармливали кормовые добавки Плексомин Se 2000 в дозировке 1,2 г/гол/сут и Плексомин Zn 26 в дозировке 1,2 г/гол/сут. Для сравнительной оценки показателей мясной продуктивности и качества мяса бычков, потреблявших рационы с кормовой добавкой и без неё, провели контрольный убой на мясоперерабатывающем предприятии «Оренбев». В результате исследования установлено, что бычки опытной группы превосходили сверстников контрольной по живой массе в конце опыта – на 2,5 % ($P \leq 0,05$), предубойной живой массе – на 2,2 % ($P \leq 0,05$), массе парной туши – 4,5 % ($P \leq 0,01$), массе внутреннего жира – на 22,1 % ($P \leq 0,05$), убойной массе – на 5,2 % ($P \leq 0,01$), убойному выходу – на 1,62 % ($P \leq 0,05$). Мясо бычков опытной группы содержало больше сухого вещества – на 1,35 % ($P \leq 0,05$), жира – на 0,26 % ($P \leq 0,05$), гликогена – на 32,9 % ($P \leq 0,01$), меньше влаги – на 1,3 % ($P \leq 0,05$), оксипролина – на 7,1 % ($P \leq 0,05$) и pH – на 1,92 % ($P \leq 0,05$).

Ключевые слова: предубойная живая масса, убойная масса, убойный выход, белок, жир-сырец, триптофан, оксипролин

Благодарности: работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук» (тема № FNWZ-2024-0001)

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Харламов А. В., Фролов А. Н., Ильин В. В. Мясная продуктивность и качество мяса бычков чёрно-пёстрой породы, получавших с рационом цинк и селен органической формы. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2024;25(6):1147–1155. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2024.25.6.1147-1155>

Поступила: 06.08.2024

Принята к публикации: 03.12.2024

Опубликована онлайн: 25.12.2024

Meat productivity and beef quality of Black-and-White bulls fed with zinc and selenium in organic form as part of the diet

© 2024. Anatoly V. Kharlamov, Alexei N. Frolov✉, Victor V. Ilyin

Federal Research Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russian Federation

Increasing the production of high quality ecologically pure animal products, especially beef is one of the main tasks of the agro-industrial complex. In this regard, it is necessary to apply measures for the effective use of genetic resources of both domestic and imported origin, improving feeding systems, using feed additives, biological active substances that stimulate the growth and development of animals. The aim of the study was to determine the effect of the feed additives Plexomin Zn 26 and Plexomin Se 2000, containing in its composition zinc and selenium in organic form, on the slaughter parameters of Black-and-White bulls, as well as on the quality of the obtained product - beef. For the research, 15-month-old Black-and-White bulls were divided into two groups (control and experimental) of 20 heads each, average live weight was 328.8–329.3 kg. The experiment lasted 91 days. The difference was that the experimental animals were fed with the feed additives Plexomin Se 2000 at a dosage of 1.2 g/head/day and Plexomin Zn 26 at a dosage of 1.2 g/head/day as part of the concentrated part of the diet during the study period. A control slaughter was carried out at the meat processing plant "Orenbeef" for comparative evaluation of meat productivity and beef quality of bulls fattened with and without feed additive. As a result of the research, it was found out that experimental bulls outperformed their control counterparts in live weight at the end of the experiment by 2.5 % ($P \leq 0,05$), pre-slaughter live weight by 2.2 % ($P \leq 0,05$), fresh carcass weight by 4.5 % ($P \leq 0,01$), internal fat weight by 22.1 % ($P \leq 0,05$), slaughter weight by 5.2 % ($P \leq 0,01$), and slaughter yield by 1.62 % ($P \leq 0,05$). Meat from experimental bulls contained 1.35 % more dry matter ($P \leq 0,05$), 0.26 % more fat ($P \leq 0,05$), 32.9 % more glycogen ($P \leq 0,01$), 1.3 % less moisture ($P \leq 0,05$), 7.1 % more oxyproline ($P \leq 0,05$) and 1.92 % more pH ($P \leq 0,05$).

Keywords: Pre-slaughter live weight, slaughter weight, slaughter yield, protein, raw fat, tryptophan, oxyproline

Acknowledgement: the research was carried out under the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the state assignment of Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences (theme no. FNWZ -2024-0001).

Conflict of interest: the authors stated that there was no conflict of interest.

For citation: Kharlamov A. V., Frolov A. N., Ilyin V. V. Meat productivity and beef quality of Black-and-White bulls fed with zinc and selenium in organic form as part of the diet. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2024;25(6):1147–1155. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2024.25.6.1147-1155>

Поступила: 06.08.2024

Принята к публикации: 03.12.2024

Опубликована онлайн: 25.12.2024

Одной из основных задач сельскохозяйственной науки и практики является разработка мер по обеспечению населения различными видами продовольствия за счет собственного производства. Существенно улучшить структуру питания людей по высокоценным аминокислотам, минеральным веществам и витаминам позволяет мясо-говядина и мясопродукты, получаемые из нее [1, 2]. Решение этой задачи обеспечивается интенсификацией скотоводства путём внедрения прогрессивных технологий [3], более полного использования генетического потенциала мясной продуктивности разводимых пород скота [4, 5, 6], повышения интенсивности роста за счет организации полноценного кормления [7] и создания оптимальных условий содержания животных [8, 9].

Необходимо отметить, что основными путями увеличения объёмов получаемой говядины является полное использование генетического потенциала крупного рогатого скота с учетом его биологических и хозяйственных особенностей. Что касается фактора кормления при производстве говядины, то он является основным и изменение таких показателей, как уровень кормления и его тип дают возможность корректировать внешний вид и телосложение животных, соотношение мышечной, жировой и костной тканей в теле, качественные показатели получаемой говядины. Использование в рационах кормления животных крупного рогатого скота, выращиваемого на мясо, специально приготовленных премиксов и кормовых добавок к конкретному рациону, с учетом региональных особенностей, способствует лучшему усвоению питательных веществ корма, повышению интенсивности роста, мясной продуктивности и качества мяса.

В связи с этим разработка кормовых добавок и оценка их влияния на продуктивные и качественные показатели молодняка крупного рогатого скота при выращивании на мясо является актуальным направлением исследо-

ваний и имеет как научное, так и практическое значение.

Цель исследования – дать оценку влияния кормовых добавок, содержащих в своём составе органические формы микроэлементов цинка и селена, на мясную продуктивность и качество мяса бычков чёрно-пёстрой породы.

Научная новизна – получение экспериментальных данных для разработки нового способа повышения мясной продуктивности и качества мяса бычков черно-пестрой породы.

Материал и методы. Объект исследования – бычки чёрно-пёстрой породы, кровь, туши подопытных бычков, мясо-фарш, длиннейшая мышца спины.

Экспериментальные исследования проводили в соответствии с инструкциями и рекомендациями российских нормативных актов (Приказ Минздрава СССР № 755 от 12.08.1977¹), протоколами Женевской конвенции и принципами надлежащей лабораторной практики (Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 53434-2009²). Все процедуры над животными выполняли в соответствии с правилами Комитета по этике животных ФНЦ БСТ РАН.

При проведении исследований были предприняты все необходимые меры для обеспечения минимума страданий животным и уменьшения количества исследуемых опытных образцов.

Схема эксперимента. До проведения контрольного убоя бычков на мясоперерабатывающем предприятии «Оренбив» подопытных животных выращивали в хозяйственно-производственных условиях СПК колхоза им. Кирова Октябрьского района Оренбургской области. Из 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.

¹Приказ Минздрава СССР от 12.08.1977 №755 «О мерах по дальнейшему совершенствованию организационных форм работы с использованием экспериментальных животных» [Электронный ресурс].

URL: http://primatologia.ru/images/NII/GLP/3_2_prikaz_minzdrawa_o_merakh_zhiwotnyh.pdf (дата обращения: 05.07.2024).

²ГОСТ Р 53434-2009. Принципы надлежащей лабораторной практики. М.: Стандартинформ, 2010. 16 с.

URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200075972>

Различие заключалось в том, что опытным животным в течение учетного периода в составе концентрированной части рациона скармливали кормовые добавки Плексомин Se 2000 в дозировке 1,2 г/гол/сут и Плексомин Zn 26 – 1,2 г/гол/сут. Продолжительность эксперимента – 91 сутки. Бычки находились на заключительном откорме в помещении на привязи. Рацион кормления был рассчитан на основании рекомендаций «Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных» (2003)³ для получения среднесуточного прироста 1000–1200 г. Рацион состоял из сена злаково-бобового, силоса кукурузного, комбикорма и кормовой патоки, которые скармливались в виде полувлажной кормосмеси, концентрированные корма составляли 55–58 % по питательности. По завершению заключительного откорма, с целью оценки влияния кормовых добавок на мясную продуктивность и качество мяса, провели контрольный убой всех опытных животных по методике ВАСХНИЛ, ВИЖ и ВНИИМП (1977)⁴. Изучаемые показатели: убойные качества, химический состав средней пробы мякоти туши, химический, аминокислотный и элементный состав длиннейшей мышцы спины в соответствии с методическими рекомендациями ВНИИМС (1984), на осно-

вании полученных данных определяли энергетическую и биологическую ценность мяса.

Оборудование и технические средства. Для определения живой массы подопытных бычков использовали платформенные весы «ВСП4-Ж» (Россия). При анализе проб мяса-фарша, длиннейшей мышцы спины использовали: весы лабораторные ВТЛ-150-П; спектрометр атомно-абсорбционный КВАНТ-2АТ; весы лабораторные CE224-С; весы лабораторные Pioneer PA413; хроматограф газовый «Кристалл 2000М».

Статистическая обработка. Статистический анализ цифрового материала, полученного в исследовании, проводили с помощью программ Microsoft Excel 2018 и «Statistica 10». Рассчитывали среднюю величину (М) и стандартное отклонение ($\pm SD$), достоверность межгрупповых различий проводили с использованием параметрического метода вариационной статистики критерия Стьюдента. Уровень значимости считали достоверным при $P \leq 0,05$.

Результаты и их обсуждение. Результаты контрольного убоя подопытных бычков свидетельствуют о положительном влиянии скармливания в составе рациона кормовых добавок Плексомин Zn 26 и Плексомин Se 2000 не только на интенсивность роста, но и на выход продуктов убоя (табл. 1).

Таблица 1 – Результаты контрольного убоя подопытных бычков /
Table 1 – Results of control slaughter of experimental bulls

Показатель / Indicator	Группа / Group	
	контрольная / control (n = 20)	опытная / experimental (n = 20)
Живая масса при снятии с опыта, кг (18 мес.) / Live weight at removal from the experiment, kg (18 months)	438,4 $\pm$ 1,65	449,4 $\pm$ 1,34*
Предубойная живая масса, кг / Pre-slaughter live weight, kg	424,2 $\pm$ 2,48,	433,6 $\pm$ 2,15*
Масса парной туши, кг / Weight of fresh carcass, kg	225,2 $\pm$ 2,31	235,4 $\pm$ 2,62**
Выход туши, % / Carcass yield, %	53,09 $\pm$ 1,5	54,28 $\pm$ 1,9
Масса внутреннего жира, кг / Weight of internal fat, kg	9,35 $\pm$ 0,32	11,42 $\pm$ 0,48*
Выход внутреннего жира, % / Yield of internal fat, %	2,20 $\pm$ 0,14	2,63 $\pm$ 0,17
Убойная масса, кг / Slaughter weight, kg	234,55 $\pm$ 2,81	246,82 $\pm$ 3,03**
Убойный выход, % / Slaughter yield, %	55,30 $\pm$ 0,47	56,92 $\pm$ 0,64*

Примечания: Контрольная группа – рацион без кормовых добавок, опытная – рацион с кормовыми добавками Плексомин Zn 26 и Плексомин Se 2000 (по 1,2 г/гол в сутки); *при $P \leq 0,05$; ** при $P \leq 0,01$ (по отношению к контрольной группе) /

Notes: Control group – diet without feed additives, experimental - diet with feed additives Plexomin Zn 26 and Plexomin Se 2000 (1.2 g/head/day), * at $P \leq 0.05$; ** at $P \leq 0.01$ (compared to control group)

³Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: справочное пособие. 3-е изд. перераб. и доп. Под ред. А. П. Калашникова, В. И. Фисинина, В. В. Щеглова, Н. И. Клейменова. М., 2003. 456 с.

⁴Методические рекомендации по изучению мясной продуктивности и качества мяса крупного рогатого скота (ВАСХНИЛ, ВИЖ, ВНИИМП). Дубровицы: ВИЖ, 1977. 54 с.

Полученные при убое животных данные показали, что сравнительно высокая энергия роста бычков опытной группы способствовала и более высоким убойным показателям. Так, если бычки контрольной группы имели туши массой 225,2 кг, то сверстники, получавшие с рационом кормовые добавки весили больше на 10,2 кг, или на 4,5 % ($P \leq 0,01$). Молодняк опытной группы характеризовался и более высоким отложением внутреннего жира-сырца. По абсолютной массе внутреннего жира-сырца контрольные бычки уступали сверстникам опытной группы на 2,07 кг, или на 22,1 % ($P \leq 0,05$). Убойный выход у животных сравниваемых групп был высоким и составил 55,30–56,92 %. Более значительным убойным выходом характеризовались особи опытной группы,

которые опережали контрольных сверстников на 1,62 %.

При производстве говядины важно выявить не только морфологический состав прироста, но и химический, чтобы судить о наступлении физиологической зрелости мяса, его энергетической ценности, особенностей преобразования питательных веществ кормов в основные компоненты мяса.

Данные химического состава мяса показали, что на его качественные показатели существенное влияние оказывают кормовые добавки, содержащие в своём составе микроэлементы цинк и селен органической формы, скармливаемые бычкам в период заключительного откорма (табл. 2).

Таблица 2 – Химический состав и качественные характеристики мяса-фарша бычков /
Table 2 – Chemical composition and quality characteristics of minced meat of bulls

Показатель / Indicator	Группа / Group	
	контрольная / control (n = 3)	опытная / experimental (n = 3)
Влага, % / Moisture, %	73,95±1,24	72,59±0,86*
Сухое вещество, % / Dry matter, %	26,05±1,24	27,41±0,86*
Белок, % / Protein, %	19,69±0,87	20,33±0,35
Жир, % / Fat, %	5,41±0,29	6,12±0,24
Зола, % / Ash, %	0,95±0,01	0,96±0,01
Энергетическая ценность 1 кг мякоти, МДж / Energy value of 1 kg of pulp, MJ	5,49	5,87

Примечания: Контрольная группа – рацион без кормовых добавок, опытная – рацион с кормовыми добавками Плексомин Zn 261 и Плексомин Se 2000 (по 1,2 г/гол в сутки); *при $P \leq 0,05$;
Notes: Control group – diet without feed additives, experimental - diet with feed additives Plexomin Zn 26 and Plexomin Se 2000 (1.2 g/head/day), * at $P \leq 0.05$

Из данных таблицы 2 следует, что соотношение воды и сухих веществ в средних пробах мяса подопытных бычков было благоприятное, количество влаги колебалось от 72,59 до 73,95 %. Мякотная часть туши, полученная от опытных бычков, характеризовалась большим содержанием сухого вещества – на 1,36 % ($P \leq 0,05$), жира – на 0,71 %, при меньшем содержании влаги – на 1,36 % ($P \leq 0,05$). Степень зрелости мяса, определяемая содержанием жира в туше, сопровождается уменьшением количества воды, что подтверждается результатами нашего эксперимента. Максимальное содержание жира в мякоти туши бычков опытной группы ведёт к уменьшению влаги до 72,59 %, а минимальное содержание жира в мякоти туши контрольных особей – к увеличению доли влаги до 73,95 %. Более высокой энергетической ценностью

характеризовалась мякоть туш опытных бычков, которые опережали по данному показателю контрольных аналогов на 6,9 %.

Для характеристики химического состава мышечной ткани и определения степени отложения внутримышечного жира подвергают исследованию длиннейшую мышцу спины, позволяющая довольно точно судить о качестве мышечной части всей туши.

Результаты химического анализа длиннейшей мышцы спины бычков изучаемых групп представлены в таблице 3.

Полученные данные свидетельствуют о том, что содержание белка и внутримышечного жира в длиннейшей мышце спины бычков изучаемых групп было на уровне 20,62–21,71 % и 0,87–1,13 % соответственно, причём наибольшее их количество отмечалось у животных опытной

группы. Превосходство по белку составляло 1,09 %, по жиру 0,26 % ($P \leq 0,05$). Энергетическая ценность 1 кг длиннейшей мышцы спины у опытных бычков составляла 4,17 МДж, тогда как у аналогов контрольной группы данный показатель был ниже на 7,47 %. В длиннейшей мышце спины бычков опытной группы на 32,9 % ($P \leq 0,01$) больше содержалось гликогена. Это свидетельствует о том, что применяемые кормовые добавки способствовали лучшему

расщеплению углеводной части рациона, с большим образованием глюкозы. Более высокое содержание триптофана (на 5,78 %) и меньшее оксипролина (на 7,14 %) в мышечной ткани бычков опытной группы оказало непосредственное влияние на качество мышечной ткани, что подтверждается белковым качественным показателем, который составил 7,68 единиц, что выше, чем у сверстников контроля на 13,95 %.

Таблица 3 – Химический состав и качественные характеристики длиннейшей мышцы спины бычков /
Table 3 – Chemical composition and qualitative characteristics of the longissimus dorsi muscle of bulls

Показатель / Indicator	Группа / Group	
	контрольная / control (n = 3)	опытная / experimental (n = 3)
Влага, % / Moisture, %	77,5±0,83	76,2±0,03*
Сухое вещество, % / Dry matter, %	22,48±0,834	23,83±0,030*
Белок, % / Protein, %	20,62±0,728	21,71±0,076
Жир, % / Fat, %	0,87±0,133	1,13±0,061*
Зола, % / Ash, %	0,99±0,000	0,99±0,000
Энергетическая ценность 1 кг мышцы, МДж / Energy value of 1 kg of muscle, MJ	3,88	4,17
pH, ед / pH, units	5,72±0,08	5,61±0,03*
Гликоген, мг% / Glycogen, mg%	136,27±17,34	181,17±19,67**
Триптофан, мг% / Tryptophan, mg%	366,56±11,509	387,76±20,929
Оксипролин, мг% / Oxypoline, mg%	54,38±1,085	50,50±0,996**
БКП / Protein quality indicator	6,74	7,68

Примечания: Контрольная группа – рацион без кормовых добавок, опытная – рацион с кормовыми добавками Плексомин Zn 261 и Плексомин Se 2000 (по 1,2 г/гол в сутки); *при $P \leq 0,05$; ** при $P \leq 0,01$ (по отношению к контрольной группе) /

Notes: Control group – diet without feed additives, experimental – diet with feed additives Plexomin Zn 26 and Plexomin Se 2000 (1.2 g/head/day), * at $P \leq 0.05$; ** at $P \leq 0.01$ (compared to control group)

Согласно данным ФГБУН «ФИЦ питания, биотехнологии и безопасности пищи» для нормального развития и жизнедеятельности, человеку требуются белки, важным критерием оценки которых является количество незаменимых аминокислот. В связи с этим, нами проведена оценка важнейших для организма человека аминокислот в длиннейшей мышце спины бычков в связи с применением изучаемых микроэлементных препаратов (табл. 4).

Из результатов таблицы 4 видно, что содержание как незаменимых, так и заменимых аминокислот в белках длиннейшей мышцы спины у бычков всех групп было довольно высокое. Однако следует отметить, белки мышечной ткани особой опытной группы содержали аргинина больше на 0,49 % ($P \leq 0,05$), метионина – на 0,25 % ($P \leq 0,001$), валина –

на 0,21 % ($P \leq 0,01$), аланина – на 0,22 % ($P \leq 0,05$), глицина – на 0,32 % ($P \leq 0,05$) по сравнению с контрольной. Это объясняется тем, что вводимые с рационом микроэлементы усваиваются организмом и находятся в белках мышечной ткани в составе аминокислот, участвуя в биосинтезе различных комплексов, Se связан с метионином, образуя комплекс селенметионин.

Оценка минерального состава длиннейшей мышцы спины показала увеличение содержания Fe – на 28,6 % ($P \leq 0,01$), Zn – 5,6 % ($P \leq 0,01$), Cu – 8,5 % ($P \leq 0,001$), Se – 64,7 % ($P \leq 0,001$), I – 34,4 % ($P \leq 0,05$), Ni – 61,9 % ($P \leq 0,05$) при снижении As – 50,0 % ($P \leq 0,01$), Al – 64,3 % ($P \leq 0,001$), Pb – 55,6 % ($P \leq 0,05$), Cd – 23,1 % ($P \leq 0,01$), Na – 3,4 % ($P \leq 0,05$) в опытной группе (табл. 5).

Таблица 4 – Содержание аминокислот в белках длиннейшей мышцы спины бычков, % /
Table 4 – Amino acid content in proteins of the longissimus dorsi muscle of bulls, %

Аминокислоты / Amino acids	Группа / Group	
	контрольная / control (n = 3)	опытная / experimental (n = 3)
Валин / Valin	3,89±0,04	4,10±0,05**
Лейцин + Изолейцин / Leucine + Isoleucine	10,02±0,20	10,31±0,33
Лизин / Lysine	7,22±0,12	7,38±0,25
Метионин / Methionine	1,93±0,01	2,18±0,04***
Треонин / Threonine	3,51±0,03	3,54±0,10
Аргинин / Arginine	5,30±0,18	5,79±0,17*
Фенилаланин / Phenylalanine	3,09±0,04	3,36±0,17
Аланин / Alanine	5,08±0,03	5,30±0,08*
Гистидин / Histidine	2,60±0,04	2,60±0,18
Глицин / Glycine	4,06±0,14	4,38±0,13*
Пролин / Proline	3,62±0,12	3,70±0,23
Серин / Serene	3,23±0,06	2,67±0,16
Тирозин / Tyrosine	2,59±0,07	3,31±0,12

Примечания: Контрольная группа – рацион без кормовых добавок, опытная – рацион с кормовыми добавками Плексомин Zn 261 и Плексомин Se 2000 (по 1,2 г/гол в сутки); *при $P \leq 0,05$; ** при $P \leq 0,01$, *** при $P \leq 0,001$ (по отношению к контрольной группе) /

Notes: Control group – diet without feed additives, experimental - diet with feed additives Plexomin Zn 26 and Plexomin Se 2000 (1.2 g/head/day), * at $P \leq 0.05$; ** at $P \leq 0.01$, *** at $P \leq 0.001$ (compared to control group)

Скармливание в составе рационов кормовых добавок стресспротекторного действия, содержащие в своём составе микроэлементы цинк и селен органической формы, оказывают существенное влияние на повышение содержания эссенциальных микроэлементов и снижение токсических в мышечной ткани животных.

Обсуждение полученных результатов. Мясная продуктивность животных, а также качество и пищевая ценность говядины зависят от целого ряда факторов: полноценного и сбалансированного кормления, условий содержания, породы, пола, возраста, физиологического состояния животного и других [4, 9, 10, 11]. При откорме молодняка крупного рогатого скота на мясо в рационах широко используются различные кормовые добавки, содержащие в своём составе биологически активные вещества, которые способствуют увеличению обменных процессов, усвояемости питательных веществ в организме, что в конечном итоге сказывается на убойных показателях животных и качестве мяса [12, 13].

В нашем исследовании применение в рационе кормовых добавок, содержащих в своём составе цинк и селен в органической форме, при заключительном откорме бычков чёрно-пёстрой породы положительно отрази-

лось на убойных показателях и качестве мяса. Так, при убое в 18 мес. масса парной туши бычков опытной группы составила 235,4 кг, что на 10,2 кг, или на 4,5 % больше, чем в контроле, внутреннего жира-сырца на 2,07 кг, или на 22,1 %, по убойному выходу – на 1,62 %. Мякотная часть туши, полученная от опытных бычков, характеризовалась большим содержанием сухого вещества – на 1,36 % ($P \leq 0,05$), жира – на 0,71 %, при меньшем содержании влаги – на 1,36 % ($P \leq 0,05$). Более высокой энергетической ценностью характеризовалась мякоть туш бычков опытных групп, которые по данному показателю опережали контрольных аналогов на 6,9 %.

Биологическая ценность мяса-говядины – это в первую очередь содержащиеся в нем белки, синтезирующиеся в организме из аминокислот, которые образуются в результате расщепления белков, находящихся в кормах [14, 15].

Анализ длиннейшей мышцы спины по содержанию аминокислот показал, что белки мышечной ткани у бычков опытной группы содержали аргинина больше на 0,49 % ($P \leq 0,05$), метионина – на 0,25 % ($P \leq 0,001$), валина – на 0,21 % ($P \leq 0,01$), аланина – на 0,22 % ($P \leq 0,05$), глицина – на 0,32 % ($P \leq 0,05$) по сравнению с контрольной.

Таблица 5 – Концентрация химических элементов в длиннейшей мышце бычков, мг/кг /
Table 5 – Concentration of chemical elements in the longissimus dorsi muscle of bulls, mg/kg

Элемент/ Element	Группа / Group	
	контрольная / control (n = 3)	опытная / experimental (n = 3)
K	15788±1274	15320±855
Ca	298±52	345±18
Mg	1100±56	1070±38
Na	2998±39	2895±30*
P	8646±483	8334±347
Fe	199,53±28,726	256,56±16,820**
Zn	227,64±4,482	240,30±8,315**
Co	0,02±0,009	0,02±0,005
Cr	2,13±0,262	2,13±0,520
Cu	3,05±0,107	3,31±0,061***
Mn	0,88±0,667	1,16±0,321
Se	0,68±0,084	1,12±0,078***
I	0,32±0,101	0,43±0,021*
B	1,56±0,046	1,52±0,103
Ni	0,63±0,355	1,02±0,181*
As	0,04±0,008	0,02±0,007**
Ba	0,11±0,012	0,11±0,021
Ag	0,01±0,001	0,01±0,006
Al	33,94±2,227	12,10±6,623***
Sr	0,47±0,045	0,43±0,153
Pb	0,09±0,004	0,04±0,039*
Cd	0,0039±0,0005	0,0030±0,000**
Ga	0,01±0,005	0,01±0,004
In	0,00±0,000	0,00±0,000
Tl	0,02±0,001	0,02±0,001
Bi	0,01±0,001	0,01±0,001

Примечания: Контрольная группа – рацион без кормовых добавок, опытная – рацион с кормовыми добавками Плексомин Zn 261 и Плексомин Se 2000 (по 1,2 г/гол в сутки); *при P≤0,05; ** при P≤0,01, *** при P≤0,001 (по отношению к контрольной группе) /

Notes: Control group – diet without feed additives, experimental - diet with feed additives Plexomin Zn 26 and Plexomin Se 2000 (1.2 g/head/day), * at P≤0.05; ** at P≤0.01, *** at P≤0.001 (compared to control group)

Заключение. Результаты проведённого исследования свидетельствуют о том, что скармливание бычкам на заключительном откорме в составе рациона кормовых добавок Плексомин Zn 29 и Плексомин Se 2000, содер-

жащих в своём составе Zn и Se органической формы, оказало положительное влияние на мясную продуктивность, убойные показатели и качество мяса.

Список литературы

1. Дускаев Г. К., Харламов А. В., Левахин Г. И., Ажмулдинов Е. А., Амерханов Е. А., Мирошников С. А., Рысаев А. Ф. Краткий обзор систем производства говядины в России и мире (обзор). Животноводство и кормопроизводство. 2022;105(3):78–94. DOI: <https://doi.org/10.33284/2658-3135-105-3-78> EDN: IBFJGM
2. Ouali A., Gaguaou M., Boudida Y., Becila S., Boudjellal A., Herrera-Mendez C. H., Sentandreu M. A. Biomarkers of meat tenderness: present knowledge and perspectives in regards to our current understanding of the mechanisms involved. Meat Science. 2013;95(4):854–870. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.05.010>

3. Кулинцев В. В., Шевхужев А. Ф., Дорохин Н. А. Эффективность выращивания и откорма молодняка симментальской поды при разных технологиях содержания и кормления. *Сельскохозяйственный журнал*. 2022;(3(15)):96–111. DOI: <https://doi.org/10.25930/2687-1254/013.3.15.2022> EDN: JDTGPB
4. Кулиев Р. Т., Кенжебаев Т. Е., Мамырова Л. К., Есембекова З. Т. Откормочные и убойные качества молодняка молочного и молочно-мясного скота. *Аграрная наука*. 2020;(5):48–51. DOI: <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-338-5-48-51> EDN: NAVUYN
5. Косилов В. И., Харламов А. В., Никонова Е. А., Рахимжанова И. А., Третьякова Р. Ф., Каюмов Ф. Г. Влияние генотипа тёлочек на качество мясной продукции. *Животноводство и кормопроизводство*. 2022;105(3):69–77. DOI: <https://doi.org/10.33284/2658-3135-105-3-69> EDN: TFXYCF
6. Наумов М. К. Изменение весового роста бычков чёрно-пёстрой породы и её помесей с голштинами на Южном Урале. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2021;(2(88)):235–238. DOI: <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2021-88-2-235-238> EDN: MEZKEU
7. Рахимжанова И. А., Байков А. С., Ширнина Н. М., Галлиев Б. Х. Продуктивные и мясные качества молодняка крупного рогатого скота при использовании в рационе кавитированных концентратов. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2020;(6(86)):275–280. DOI: <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2020-86-6-275-280> EDN: NJWWJV
8. Старцева Н. В. Потребление кормов, питательных веществ и динамика живой массы чистопородного и поместного молодняка крупного рогатого скота. *Известия Оренбургского государственного университета*. 2021;(2(88)):246–249. DOI: <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2021-88-2-246-249> EDN: UTNFKL
9. Дедюкин А. М., Санникова Н. А., Васильева М. И., Воробьёва Н. А. Оценка мясной продуктивности скота герефордской породы в условиях Удмуртской Республики. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2023;(4(102)):250–254. DOI: <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2023-102-4-250-254> EDN: QMZUMR
10. Тарчоков Т. Т., Приступа В. Н., Торосян Д. С., Савенков К. С., Рудометкина О. А. Современные технологии производства говядины. *Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова*. 2022;(4(38)):57–64. DOI: <https://doi.org/10.55196/2411-3492-2022-4-38-57-64> EDN: ASNUVF
11. Фролов А. Н., Харламов А. В., Ажмулдинов Е. А. Влияние сезона года и продолжительность предубойной выдержки на уровень окислительного стресса, убойные показатели и качественные характеристики мяса бычков. *Животноводство и кормопроизводство*. 2023;106(4):91–101. DOI: <https://doi.org/10.33284/2658-3135-106-4-91>
12. Кулик Д. К., Варакин А. Т., Саломатин В. В. Повышение продуктивных качеств бычков при использовании в рационах селеносодержащих кормовых добавок. *Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство*. 2022;(12(209)):33–40. DOI: <https://doi.org/10.33920/sel-05-2212-04> EDN: UXXAOF
13. Hultgren J., Segerkvist K. A., Berg Ch., Karlsson A. H., Öhgren C., Algers B. Preslaughter stress and beef quality in relation to slaughter transport of cattle. *Livestock Science*. 2022;264:105073. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2022.105073>
14. Харламов А. В., Ажмулдинов Е. А., Фролов А. Н., Завьялов О. А., Кизаев М. А. Влияние технологических факторов при убое бычков на аминокислотный состав мяса. *Пермский аграрный вестник*. 2022;(3(39)):139–144. DOI: https://doi.org/10.47737/2307-2873_2022_39_138 EDN: LGYBLG
15. Ажмулдинов Е. А., Кизаев М. А., Харламов А. В., Титов М. Г. Качество мясной продукции в зависимости от продуктивного содержания. *Ветеринарный врач*. 2022;(1):4–7. DOI: <https://doi.org/10.33632/1998-698X.2021-1-4-7> EDN: XHHJRD

References

1. Duskaev G. K., Kharlamov A. V., Levakhin G. I., Azhmuldinov E. A., Amerkhanov E. A., Miroshnikov S. A., Rysaev A. F. Brief overview of beef production systems in Russia and the world. *Zhivotnovodstvo i kormoproizvodstvo = Animal Husbandry and Fodder Production*. 2022;105(3):78–94. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.33284/2658-3135-105-3-78>
2. Ouali A., Gagaoua M., Boudida Y., Becila S., Boudjellal A., Herrera-Mendez C. H., Sentandreu M. A. Biomarkers of meat tenderness: present knowledge and perspectives in regards to our current understanding of the mechanisms involved. *Meat Science*. 2013;95(4):854–870. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.05.010>
3. Kulintsev V. V., Shevkhuzhev A. F., Dorokhin N. A. Effectiveness of growing and fattening of young simmental cattle with different housing and feeding technologies. *Sel'skokhozyaystvennyy zhurnal*. 2022;(3(15)):96–111. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.25930/2687-1254/013.3.15.2022>
4. Kuliye R. T., Kenzhebayev T. E., Bekisheva S. N., Mamyrova L. K., Yesembekova Z. T. Feeding and slaughter qualities of young dairy and dairy and beef cattle. *Agrarnaya nauka = Agrarian science*. 2020;(5):48–51. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-338-5-48-51>
5. Kosilov V. I., Kharlamov A. V., Nikonova E. A., Rakhimzhanova I. A., Tretyakova R. F., Kayumov F. G. The effect of heifers' genotype on quality of meat products. *Zhivotnovodstvo i kormoproizvodstvo = Animal Husbandry and Fodder Production*. 2022;105(3):69–77. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.33284/2658-3135-105-3-69>

6. Naumov M. K. Changes in the weight of black-and-wood bulls and its cross-section with holsteins in the Southern Urals. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2021;(2(88)):235–238. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2021-88-2-235-238>
7. Rakhimzhanova I. A., Baykov A. S., Shirmina N. M., Galliev B. Kh. Productive and quality indicators of beef of young cattle when using cavitated concentrates in the diet. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2020;(6(86)):275–280. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2020-86-6-275-280>
8. Startseva N. V. Consumption of feed, nutrients and dynamics of live weight of purebred and crossbred young cattle. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta* = *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2021;(2(88)):246–249. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2021-88-2-246-249>
9. Dedyukin A. M., Sannikova N. A., Vasilyeva M. I., Vorobyova N. A. The results of assessing the meat productivity of cattle of the hereford breed in the conditions of the Udmurt Republic. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2023;(4(102)):250–254. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2023-102-4-250-254>
10. Tarchokov T. T., Pristupa V. N., Torosyan D. S., Savenkov K. S., Rudometkina O. A. Modern beef production technologies. *Izvestiya Kabardino-Balkarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta im. V. M. Kokova*. 2022;(4(38)):57–64. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.55196/2411-3492-2022-4-38-57-64>
11. Frolov A. N., Kharlamov A. V., Azhmuldinov E. A. Effect of season and duration of pre-slaughter handling on oxidative stress levels, slaughter performance, and quality traits of steer meat. *Zhivotnovodstvo i kormoproizvodstvo* = *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2023;106(4):91–101. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.33284/2658-3135-106-4-91>
12. Kulik D. K., Varakin A. T., Salomatin V. V. Improving the productive traits of steers when using selenium-containing feed additives in their rations. *Kormlenie sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh i kormoproizvodstvo*. 2022;(12(209)):33–40. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.33920/sel-05-2212-04>
13. Hultgren J., Segerkvist K. A., Berg Ch., Karlsson A. H., Öhgren C., Algers B. Preslaughter stress and beef quality in relation to slaughter transport of cattle. *Livestock Science*. 2022;264:105073. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2022.105073>
14. Kharlamov A. V., Azhmuldinov E. A., Frolov A. N., Zavyalov O. A., Kizaev M. A. Influence of technological factors at slaughter of bulls on the amino acid composition of meat. *Permskiy agrarnyy vestnik* = *Perm Agrarian Journal*. 2022;(3(39)):139–144. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.47737/2307-2873_2022_39_138
15. Azhmuldinov E. A., Kizaev M. A., Kharlamov A. V., Titov M. G. The quality of meat products depending on the pre-slaughter content. *Veterinarnyy vrach*. 2022;(1):4–7. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.33632/1998-698X.2021-1-4-7>

Сведения об авторах

Харламов Анатолий Васильевич, доктор с.-х. наук, профессор, главный научный сотрудник отдела технологии мясного скотоводства и производства говядины, ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», ул. 9 Января, 29, г. Оренбург, Оренбургская обл., Российская Федерация, 460000, e-mail: fncbst@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9477-6568>

✉ **Фролов Алексей Николаевич**, доктор биол. наук, зав. отделом технологии мясного скотоводства и производства говядины, ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», ул. 9 Января, 29, г. Оренбург, Оренбургская обл., Российская Федерация, 460000, e-mail: fncbst@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4525-2554>, e-mail: forleh@mail.ru

Виктор Васильевич Ильин, кандидат с.-х. наук, заведующий лабораторией «Управление проектами», Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460000, г. Оренбург, ул. 9 января, 29 e-mail: fncbst@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-3430-872X>

Information about the authors

Anatoly V. Kharlamov, DSc in Agricultural Science, professor, chief researcher, the Department of Technology of Beef Cattle Breeding and Beef Production, Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 9 Yanvarya St., 29, Orenburg, Orenburg region, Russian Federation, 460000, e-mail: fncbst@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9477-6568>

✉ **Alexei N. Frolov**, DSc in Biological Science, Head of the Department of Technology of Beef Cattle Breeding and Beef Production, Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 9 Yanvarya St., 29, Orenburg, Orenburg region, Russian Federation, 460000, e-mail: fncbst@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4525-2554>, e-mail: forleh@mail.ru

Victor V. Ilyin, PhD in Agricultural Science, Head of the “Project Management” Laboratory, Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 9 Yanvarya St., 29, Orenburg, Orenburg region, Russian Federation, 460000, e-mail: fncbst@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-3430-872X>

✉ – Для контактов / Corresponding author