
ЗООТЕХНИЯ, БИОЛОГИЯ И ВЕТЕРИНАРНАЯ МЕДИЦИНА

Продуктивность и метаболические процессы ремонтных телок при скармливании органического хрома разных концентраций

Магомед Газиевич Чабаев, Инна Петровна Новгородова✉

ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста», п. Дубровицы, Россия

✉ Автор, ответственный за переписку: novg-inna2005@yandex.ru

Аннотация

Оптимизация системы кормления ремонтного молодняка представляет собой определяющий фактор, влияющий на последующую продуктивность животных. Целью исследований явилось установление оптимальной нормы кормления органическим хромом для молодняка крупного рогатого скота в возрасте 6–9 месяцев. Опыт проводился на базе ОАО «Предприятие “Емельяновка”» (Московская область, Озерский р-н). Были сформированы три группы животных: 1-я группа (контроль) получала основной рацион (ОР), 2-я опытная группа – ОР + 3,75 мг/гол. в сутки неорганического хрома, 3-я опытная группа – ОР + 2,81 мг/гол. в сутки неорганического хрома. По достижении 9-месячного возраста показатели живой массы телок 2-й и 3-й опытных групп превысили результаты контрольной группы на 4,9 и 4,6% соответственно. Среднесуточный прирост в опытных группах достиг 1470,4 и 1493,2 г, превысив показатели контроля на 12,20 и 13,95%. Потребление энергии на 1 кг прироста было ниже в опытных группах на 8,3 и 9,8%. Также была отмечена положительная динамика морфологических и биохимических показателей крови в этих группах. На основании полученных данных установлено, что оптимальной суточной нормой введения органического хрома в рацион молодняка крупного рогатого скота в возрасте 6–9 месяцев является 2,81 мг/гол. в сутки.

Ключевые слова

ремонтный молодняк крупного рогатого скота, органический хром, живая масса, среднесуточный прирост, экономическая эффективность

Благодарности

Работа выполнена в рамках государственного задания при финансовой поддержке фундаментальных научных исследований Минобрнауки РФ № 124020200032–4 (FGGN №-2024–0016).

Для цитирования

Чабаев М.Г., Новгородова И.П. Продуктивность и метаболические процессы ремонтных телок при скармливании органического хрома разных концентраций // *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2026. № 2. С. 147–157.

Productivity and metabolic processes of replacement heifers when fed organic chromium at different concentrations

Magomed G. Chabaev, Inna P. Novgorodova✉

L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry,
Dubrovitsy, Russia

✉ **Corresponding author:** novg-inna2005@yandex.ru

Abstract

Optimization of the feeding system of repair young animals is a determining factor affecting the subsequent productivity of animals. The study aimed to establish the optimal rate of organic chromium feeding for young cattle aged 6–9 months. The experiment was conducted on the basis of JSC Enterprise Yemlyanovka (Moscow region, Ozersk district). Three groups of animals were formed: group 1 (control) received the basic ration (BD), experimental group 2 received BD + 3.75 mg/head per day of inorganic chromium, and experimental group 3 received BD + 2.81 mg/head per day of inorganic chromium. Upon reaching the age of 9 months, the live weight indicators of heifers of the 2nd and 3rd experimental groups exceeded the results of the control group by 4.9% and 4.6%, respectively. The average daily increase in the experimental groups reached 1470.4 g and 1493.2 g, exceeding the control indicators by 12.20% and 13.95%. Energy consumption per 1 kg of gain was lower in the experimental groups by 8.3% and 9.8%. The positive dynamics of morphological and biochemical blood parameters in these groups was also noted. Based on the data obtained, it was found that the optimal daily intake of organic chromium in the diet of young cattle aged 6–9 months is 2.81 mg/head per day.

Keywords

replacement young cattle, organic chromium, live weight, average daily gain, economic efficiency

Acknowledgments

The work was carried out within the framework of the state assignment with financial support from fundamental scientific research of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (Project No. 124020200032–4 (FGGN №-2024–0016).

For citation

Chabaev M.G., Novgorodova I.P. Productivity and metabolic processes of replacement heifers when fed organic chromium at different concentrations. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2026;(2):147–157.

Введение

Introduction

Одним из ключевых факторов, определяющих дальнейшую продуктивность при выращивании ремонтного молодняка крупного рогатого скота, является полноценное сбалансированное кормление, соответствующее нормам [1, 2]. Особое внимание следует уделять качеству кормов. При нормировании питания для различных половозрастных групп животных и птицы учитывается наличие макро- и микроэлементов.

Среди микроэлементов наибольшее значение при кормлении имеют кобальт, йод, марганец, железо, цинк, селен, хром [3-5].

Известно, что микроэлементы играют важную роль в организме сельскохозяйственных животных. Они не только способствуют их росту и внутриклеточному метаболизму, но и принимают участие в важнейших процессах: дыхании, размножении, всасывании, синтезе, расходовании и выделении продуктов обмена, кроветворения и многих других. Микроэлементы входят в состав ферментов и многих белков, что способствует эффективной работе щитовидной железы и системы размножения, а также защищает организм от вирусов и бактерий.

Недостаток или дисбаланс микроэлементов в кормовых рационах различных половозрастных групп сельскохозяйственных животных могут привести к снижению их продуктивности, эндемическим расстройствам, метаболическим процессам, и как следствие – к различным заболеваниям. Современные научные исследования углубляют понимание физиологической роли и механизмов действия микроэлементов как в норме, так и при патологических состояниях, что подтверждается работами С.В. Кузнецова с соавт. (2003), Е.В. Шейды с коллегами (2020а, б), О.В. Шошина с исследователями (2022), F.S. Dalolio с сотрудниками (2018) и S. Lebedev с соавт. (2021) [6-11].

Биологическая роль хрома в организме сельскохозяйственных животных и птицы изучена недостаточно. Однако основываясь на данных источников литературы, можно сделать вывод о его жизненно важной роли для животных. Доказано, что включение хрома в рацион животных положительно влияет на обмен энергии. Кроме того, он способствует укреплению иммунитета и повышению устойчивости к стрессовым ситуациям. В результате снижается уровень кортизола в крови, что делает животных менее чувствительными по отношению к стрессам [12].

Хром потенцирует действие инсулина в регулируемых им метаболических процессах. Он повышает чувствительность к инсулину в белковом обмене, стимулируя транспорт аминокислот (глицина, серина, метионина) в ткани и их последующую утилизацию в синтезе белков – например, в миокарде [1]. Параллельно, в присутствии инсулина, хром интенсифицирует утилизацию глюкозы: ускоряет ее окисление в жировой ткани, облегчает трансмембранный транспорт и стимулирует липогенез [1].

До недавнего времени проблема дефицита микроэлементов в рационах различных половозрастных групп сельскохозяйственных животных решалась с помощью минеральных премиксов, которые содержали их неорганические соли. Однако биодоступность микроэлементов из таких соединений остается низкой.

Дефицит микроэлементов в рационах сельскохозяйственных животных компенсировали с помощью неорганических солей в составе минеральных премиксов, в связи с чем и возрастает интерес к использованию органических форм микроэлементов. Их получают путем ферментативного гидролиза растительных белков с последующим образованием хелатных соединений металлов с аминокислотами [13-15]. Эти комплексы, являясь структурными аналогами природных соединений корма, характеризуются высокой биодоступностью и функциональной активностью, что способствует улучшению продуктивных и репродуктивных показателей животных [13-15].

Цель исследований: установление оптимальной нормы ввода органического хрома в рацион для ремонтных телок в возрасте от 6 до 9 месяцев.

Методика исследований

Research method

Научно-хозяйственный эксперимент продолжительностью 92 дня проводился на 30 гол. ремонтных телок черно-пестрой голштинизированной породы с 6 до 9-месячного возраста в условиях ОАО Предприятие «Емельяновка» (АО ОСП АГРО, Московская область, Озерский район, село Емельяновка). Сформированы 3 группы животных (по 10 гол. в каждой) по методу пар-аналогов с учетом возрастных характеристик, живой массы при рождении и на начальном этапе исследований. Условия содержания (параметры микроклимата, плотность размещения) для всех групп соответствовали действующим зооигиеническим нормативам.

Схема эксперимента: 1-я группа (контроль) получала основной рацион (ОР), 2-я группа (опытная) – ОР + органический хром 3,75 мг/гол. в сутки, 3-я группа (опытная) – ОР + органический хром 2,81 мг/гол. в сутки.

Оценку питательной ценности кормов выполняли в лаборатории химико-аналитических исследований в животноводстве ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста. На протяжении эксперимента все группы получали основной рацион, сбалансированный согласно детализированным нормам кормления.

Для мониторинга интенсивности роста молодняка проводили индивидуальное ежемесячное взвешивание. Учет поедаемости кормов осуществляли с 15-дневным интервалом методом взвешивания заданных кормов и их остатков.

По завершении эксперимента были отобраны пробы крови для биохимического анализа. Исследование морфологического и биохимического состава крови проводили в лаборатории биохимических исследований ВИЖ им. Л.К. Эрнста на автоматическом анализаторе ChemWell (Awareness Technology, США).

Статистическую обработку данных выполняли с использованием дисперсионного анализа (ANOVA) в программе STATISTICA 10 (StatSoft, Inc., 2011). Результаты представлены в формате $M \pm m$ (среднее арифметическое \pm стандартная ошибка среднего). Статистически значимыми считали различия при $p < 0,05$ и $p < 0,01$.

Результаты и их обсуждение

Results and discussion

Результаты влияния различных доз органического хрома на показатели роста ремонтных телок в возрасте 6-9 месяцев представлены в таблице 1. Введение в рацион пиколината хрома в дозах 3,75 и 2,81 мг/гол/сутки (2-я и 3-я опытные группы) оказало значимое положительное влияние на живую массу животных. К концу эксперимента (9 месяцев) телки этих групп достигли массы 340,5 и 339,5 кг соответственно, что существенно превысило показатели контрольной группы.

Проведенный эксперимент выявил положительную динамику продуктивных показателей у ремонтных телок, получавших органический хром. К возрасту 9 месяцев значения среднесуточных привесов в опытных группах превосходили на 18,7 и 23,0% (в абсолютных значениях – 215,4 и 265,4 г) результаты животных контрольной группы.

В среднем за весь период проведения опыта среднесуточный прирост составил 1470,4 г (2-я опытная группа) и 1493,2 г (3-я опытная группа), что на 12,2 и 13,9% выше, чем у животных контрольной группы.

Таким образом, ремонтные телки, получавшие органический хром, достоверно превзошли сверстников из контрольной группы как по интенсивности роста (на 4,6-4,9% по конечной живой массе), так и по эффективности конверсии питательных веществ рациона.

**Показатели продуктивности ремонтных телок
в возрасте от 6 до 9 месяцев ($M \pm m$)**

Table 1

Productivity indicators of repair heifers aged 6 to 9 months ($M \pm m$)

Возраст, мес.	Группа		
	1 контрольная	2 опытная	3 опытная
Живая масса, кг			
6	206,9±5,4	208, 8±8,3	205,3±7,7
7	246,5±5,9	251,3±8,9	244,5±8,6
8	294,5±6,3	304,9±8,6	302,6±9,3
9	324,5±5,1	340,5±7,8	339,5±7,1
% к контролю	100,0	104,9	104,6
Приросты живой массы, кг			
7	39,6	42,5	39,2
8	48,0	53,6	58,1
9	30,0	35,6	36,9
В среднем	38,2	43,9	44,7
Среднесуточные приросты, г			
7	1365,5±47,6	1465,5±105,8	1351,7±98,7
8	1411,7±40,2	1576,5±37,6*	1708,8±80,4**
9	1153,8±32,7	1369,2±49,8**	1419,2±52,4**
В среднем	1310,3	1470,4	1493,2

* $p < 0,05$.** $p < 0,01$.

Данные, приведенные в таблице 2, свидетельствует о более рациональном использовании кормовых ресурсов ремонтными телками 2-й и 3-й опытных групп. Отмечено снижение расхода энергетических кормовых единиц на 9,2 и 10,6%, а также сырого протеина на 8,3 и 9,8% соответственно на 1 кг прироста живой массы по сравнению с контрольными животными.

Затраты кормов на 1 кг привеса

Table 2

Feed costs per 1 kg weight gain

Показатели	Группа		
	1 контрольная	2 опытная	3 опытная
ЭКЕ	5,83	5,34	5,27
% к контролю	100,0	109,2	110,6
Сырого протеина, г	740,3	683,8	674,1
% к контролю	100,0	108,3	109,8

Для оценки влияния органического хрома на метаболический статус был выполнен анализ морфологических и биохимических показателей крови (табл. 3).

Включение в рацион органического хрома в дозах 3,75 и 2,81 мг/гол. в сутки оказало положительное влияние на гематологический статус животных. По сравнению с контрольной группой у телок опытных групп отмечено достоверное повышение уровня эритроцитов на 2,4-5,4%, лейкоцитов на 5,9-6,0% и гемоглобина на 3,4-3,9%. Это свидетельствует об улучшении транспортировки кислорода в крови животных и активации иммунной системы.

Увеличение концентрации эритроцитов, лейкоцитов и гемоглобина в крови ремонтного молодняка свидетельствует о том, что скармливаемый микроэлемент (органический хром) оказывал направленное воздействие на улучшение дыхательной функции крови. Это в свою очередь положительно сказалось на усвоении питательных веществ кормов, и как следствие – на повышении продуктивности молодняка крупного рогатого скота.

Согласно данным таблицы 3 применение органического хрома в дозах 3,75 и 2,81 мг/гол. в сутки оказало благоприятное воздействие на белковый метаболизм. Концентрация общего протеина в сыворотке крови во 2-й и 3-й группах превысила показатели контрольной группы, соответственно, на 2,76 и 3,76 г/л (4,3 и 5,8%).

Уровень холестерина в сыворотке крови у телок 2-й и 3-й опытных групп ниже показателей животных в контрольной группе на 7,2 и 3,2%. Полученные значения находятся в пределах физиологической нормы (3,7 ммоль/л) и могут свидетельствовать об улучшении функционального состояния печени.

Содержание холестерина в сыворотке крови у телок опытных групп было ниже значений контрольной группы на 7,2 и 3,2%. Полученные показатели соответствуют физиологической норме (3,7 ммоль/л) и могут отражать улучшение функционального состояния печени.

Уровень билирубина в сыворотке крови достиг 0,67 мкмоль/л во 2-й группе и 0,64 мкмоль/л в 3-й группе, превысив контрольные значения на 17,5 и 12,3% соответственно. Полученные данные могут свидетельствовать об активизации липидного обмена под влиянием органической формы хрома.

Повышение активности аминотрансфераз (АСТ на 2,5-2,9% и АЛТ на 2,8-3,4%) в опытных группах указывает на активизацию метаболических процессов, связанных с аминокислотным обменом и энергетическим гомеостазом.

Таблица 3

**Морфологические и биохимические показатели крови ремонтных телят
(в среднем по группе, $M \pm m$, $n = 5$)**

Table 3

**Morphological and biochemical parameters of blood in repair calves
(average for the group, $M \pm m$, $n=5$)**

Показатели	Группа		
	1 контрольная	2 опытная	3 опытная
Эритроциты, $10^{12}/л$	7,99±0,30	9,12±0,46	8,36±0,28
Лейкоциты, $10^9/л$	9,28±1,63	9,84±0,73	9,83±0,92
Гемоглобин, г/л	116±3,72	120,6±8,27	120,00±3,99
Общий белок, г/л	64,34±1,18	67,10±2,42	68,10±1,39 ⁺
Холестерин, ммоль/л	2,66±0,10	2,48±0,29	2,58±0,12
Билирубин общий, мкмоль/л	0,57±0,05	0,67±0,17 [*]	0,64±0,08 [*]
АЛТ, МЕ/л	28,60±1,89	29,32±1,21	29,42±0,44
АСТ, МЕ/л	66,56±4,88	68,84±5,65	68,42±3,85
Креатинин, мкмоль/л	97,00±4,79	105,48±3,84 ⁺	106,05±3,22 [*]
Мочевина, ммоль/л	6,06±0,34	6,22±0,34	6,34±0,38
Глюкоза, ммоль/л	4,96±0,11	5,28±0,10	5,36±0,14 ^{**}
Кальций, ммоль/л	2,49±0,02	2,55±0,03 ⁺	2,56±0,03
Фосфор, ммоль/л	3,16±0,04	3,23±0,04	3,23±0,07

* $p < 0,05$, достоверно по отношению к контролю ⁺ при $p < 0,05$.

Косвенным признаком интенсификации обменных процессов в организме ремонтного молодняка крупного рогатого скота является повышенная концентрация креатинина в плазме крови. Исследования показали, что концентрация этого метаболита в сыворотке крови животных из 2-й и 3-й опытных групп превышала контрольные значения на 8,7 и 9,3% соответственно.

Таким образом, повышение уровня креатинина в плазме крови ремонтного молодняка может быть связано с интенсификацией обменных процессов в их организме, а уровня креатинина – с активизацией метаболических процессов.

Содержание мочевины в плазме крови у животных опытных групп увеличилось, соответственно, на 2,6 и 4,6% относительно показателей контрольной группы. Наблюдаемые изменения указывают на интенсификацию белкового обмена и активизацию биосинтетических процессов в организме.

Уровень глюкозы в плазме крови ремонтных телок крупного рогатого скота является важным показателем обеспеченности животных энергией и отражает углеводный обмен в их организме. Концентрация глюкозы в сыворотке крови в опытных группах достоверно превышала показатель в контрольной группе (4,96 ммоль/л) на 6,4 и 8,1% соответственно (табл. 3).

Полученные данные свидетельствуют о способности органической формы хрома активировать углеводный обмен и формировать легкодоступные энергетические резервы, обеспечивающие высокую продуктивность молодняка.

Введение хромсодержащей добавки положительно повлияло на минеральный обмен в организме животных. У телок опытных групп зафиксировано повышение уровня кальция в плазме крови на 2,4-2,8% и повышение концентрации неорганического фосфора на 2,2% относительно животных контрольной группы.

Оценка экономической эффективности показала, что применение органического хрома в рационах ремонтных телок обеспечило дополнительный экономический эффект в размере 34,04 и 39,24 руб. на 1 гол. в сутки для 2-й и 3-й опытных групп соответственно.

Выводы **Conclusions**

Проведенные исследования позволяют рекомендовать в рацион для ремонтного молодняка крупного рогатого скота 6-9 месяцев к использованию оптимальную норму ввода органического хрома в количестве 2,81 мг/гол. в сутки, обеспечивающую стимуляцию обменных процессов и значительный рост продуктивности.

Список источников

1. Захаров В.М., Максимов В.И. Влияние обменных процессов на продуктивные качества животных // *Зоотехния*. 2021. № 2. С. 25–27. <https://doi.org/10.25708/ZT.2021.19.64.007>
2. Цис Е.Ю., Дуборезов В.М. Влияние скармливания пребиотической добавки коровам при разном уровне кормления на продуктивность и качество молока // *Вестник КрасГАУ*. 2025. № 7. С. 151–160. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2025-7-151-160>
3. *Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных*: Справочное пособие. 3-е изд. / Под ред. А.П. Калашникова, В.И. Фисинина, В.В. Щеглова, Н.И. Клейменова. Москва, 2003. 456 с.

4. Боголюбова Н.В., Рыков Р.А. Возрастные аспекты биохимических и клинических показателей в организме крупного рогатого скота // *Молочное и мясное скотоводство*. 2023. № 2. С. 45–49. <https://doi.org/10.33943/MMS.2023.25.98.009>
5. Bailey C.H. Improved meta-analytic methods show no effect of chromium supplements on fasting glucose. *Biol. Trace Elem. Res.* 2014;157(1):1-8. <https://doi.org/10.1007/s12011-013-9863-9>
6. Кузнецов С.Г., Кузнецов А.С. Микроэлементы в кормлении животных // *Животноводство России*. 2003. № 3. С. 16.
7. Шейда Е.В., Лебедев С.В., Мирошников С.А., Гречкина В.В. и др. Воздействие ультрадисперсных частиц Fe на биохимический статус организма и экзокринную деятельность поджелудочной железы на фоне скармливания белковых рационов при выращивании крупного рогатого скота // *Животноводство и кормопроизводство*. 2020. № 103 (3). С. 190–203. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-103-3-190>
8. Шейда Е.В., Лебедев С.В., Мирошников С.А., Гречкина В.В. и др. Изменение активности пищеварительных ферментов панкреатического сока под влиянием ультрадисперсных частиц Cr₂O₃ на фоне скармливания белковых рационов при выращивании крупного рогатого скота // *Животноводство и кормопроизводство*. 2020. № 103 (4). С. 26–36. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-103-4-26>
9. Шошина О.В., Лебедев С.В., Шейда Е.В., Корнейченко Е.В. Сравнительный анализ влияния различных форм хрома на пищеварительные процессы в рубце телят // *Животноводство и кормопроизводство*. 2022. № 105 (1). С. 31–38. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-105-1-31>
10. Dalólio F.S., Albino L.F.T., Silva J.N. et al. Dietary chromium supplementation for heat-stressed broilers. *Worlds Poult. Sci. J.* 2018;74:101-116. <https://doi.org/10.1017/S0043933917001064>
11. Lebedev S.E., Sheida V.I., Vershinina I. et al. Use of chromium nanoparticles as a protector of digestive enzymes and biochemical parameters for various sources of fat in the diet of calves. *AIMS Agriculture and Food*. 2021;6(1):14-31. <https://doi.org/10.3934/agrfood.2021002>
12. Кокорев В.А., Федаев А.Н., Гибалкина Н.И. Нормирование хрома в рационах бычков // *Зоотехния*. 2000. № 4. С. 17–19. EDN: ZPZIGZ
13. Клементьев М.И., Чабаев М.Г., Цис Е.Ю., Некрасов Р.В. Влияние различных соединений селена на продуктивность, обменные процессы молодняка крупного рогатого скота // *Аграрная наука*. 2023. № 4. С. 87–93. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-369-4-87-93>
14. Мысик А.Т., Клементьев М.И., Некрасов Р.В., Чабаев М.Г. и др. Апробация хелатных соединений селена в рационах свиноматок в условиях производства // *Зоотехния*. 2018. № 3. С. 4–9. EDN: XMGPXV
15. Assis J.R. Chromium in performance and metabolism of dairy cows. *Scientific Electronic Archives*. 2021;14(1):100-107. <http://doi.org/10.36560/14120211280>

References

1. Zakharov V.M., Maximov V.I. Influence of exchange processes on productive quality of animals. *Journal Zootekhniya*. 2021;(2):25-27. (In Russ.) <https://doi.org/10.25708/ZT.2021.19.64.007>

2. Tsis E.Yu., Duborezov V.M. Effect of feeding prebiotic supplement to cows at different feeding levels on milk productivity and quality. *Bulletin of KSAU*. 2025;(7):51-160. (In Russ.) <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2025-7-151-160>
3. *Feeding standards and rations for farm animals: a reference guide*. 3rd ed. Kalashnikov A.P., Fisinin V.I., Shheglov V.V., Kleymenov N.I. (Eds). Moscow, Russia: 2003:456. (In Russ.)
4. Bogolyubova N.V., Rykov R.A. Age aspects of biochemical and clinical indicators in the body of cattle. *Journal of Dairy and Beef Cattle Breeding*. 2023;(2):45-49. (In Russ.) <https://doi.org/10.33943/MMS.2023.25.98.009>
5. Bailey C.H. Improved meta-analytic methods show no effect of chromium supplements on fasting glucose. *Biol. Trace Elem. Res.* 2014;157(1):1-8. <https://doi.org/10.1007/s12011-013-9863-9>
6. Kuznetsov S.G., Kuznetsov A.S. Micronutrients in Animal Feeding. *Zhivotnovodstvo Rossii*. 2003;(3):16. (In Russ.)
7. Sheyda E.V., Lebedev S.V., Miroshnikov S.A., Grechkina V.V. et al. Influence of ultrafine Fe on biochemical status of organism and exocrine activity of pancreas against the background of feeding with protein diets in raising cattle. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2020a;(103(3)):190-203. (In Russ.) <https://doi.org/10.33284/2658-3135-103-3-190>
8. Sheyda E.V., Lebedev S.V., Miroshnikov S.A., Grechkina V.V. et al. Changes in the activity of digestive enzymes of pancreatic juice under the influence of ultrafine particles of Cr₂O₃ against the background of feeding with protein diets raising cattle. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2020;(103(4)):26-36. (In Russ.) <https://doi.org/10.33284/2658-3135-103-4-26>
9. Shoshina O.V., Lebedev S.V., Sheyda E.V., Korneychenko V.I. et al. Comparative analysis of the effect of different chromium forms on digestive processes in the rumen of calves. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2022;(105(1)):31-38. (In Russ.) <https://doi.org/10.33284/2658-3135-105-1-31>
10. Dalólio F.S., Albino L.F.T., Silva J.N. et al. Dietary chromium supplementation for heat-stressed broilers. *Worlds Poult. Sci. J.* 2018;74:101-116. <https://doi.org/10.1017/S0043933917001064>
11. Lebedev S.E., Sheyda V.I., Vershinina I. et al. Use of chromium nanoparticles as a protector of digestive enzymes and biochemical parameters for various sources of fat in the diet of calves. *AIMS Agriculture and Food*. 2021;6(1):14-31. <https://doi.org/10.3934/agrfood.2021002>
12. Kokorev V.A., Fedaev A.N., Gibalkina N.I. Chromium norms in bull diets. *Zootechniya*. 2000;(4):17-19. (In Russ.)
13. Klementiev M.I., Chabaev M.G., Tsis E.Yu., Nekrasov R.V. Influence different form of selenium to production and metabolic process of young cattle. *Agrarian Science*. 2023;4:87-93. (In Russ.) <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-369-4-87-93>
14. Mysik A.T., Klement'ev M.I., Nekrasov R.V., Chabaev M.G. et al. Appobation helates compounds of selenium in sows diets at industrial conditions. *Zootechniya*. 2018;(3):4-9. (In Russ.)
15. Assis J.R. Chromium in performance and metabolism of dairy cows. *Scientific Electronic Archives*. 2021;14(1):100-107. <http://doi.org/10.36560/14120211280>

Сведения об авторах

Магомед Газиевич Чабаев, д-р с.-х. наук, профессор, главный научный сотрудник, отдел кормления сельскохозяйственных животных, ФГБНУ

«Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста» (ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста); 142132, Российская Федерация, Московская обл., г.о. Подольск, п. Дубровицы, д. 60; e-mail: chabaev.m.g-1@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1889-6063>

Инна Петровна Новгородова, канд. биол. наук, старший научный сотрудник, отдел кормления сельскохозяйственных животных, ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста» (ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста); 142132, Российская Федерация, Московская обл., г.о. Подольск, п. Дубровицы, д. 60; e-mail: novg-inna2005@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4617-1644>

Information about the authors

Magomed G. Chabaev, DSc (Ag), Professor, Chief Research Associate at the Department of Feeding Farm Animals, L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry, 60 Dubrovitsy Vlg., Podolsk, Moscow Region, 142132, Russian Federation; e-mail: chabaev.m.g-1@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1889-6063>

Inna P. Novgorodova, CSc (Bio), Senior Research Associate at the Department of Feeding Farm Animals, L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry, 60 Dubrovitsy Vlg., Podolsk, Moscow Region, 142132, Russian Federation; e-mail: novg-inna2005@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4617-1644>