УДК 636.22/.28.087.72+636.22/.28.034+636.22/.28.084.523

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-357-3-36-40>

Оригинальное исследование/Original research

Чабаев М.Г.,
Некрасов Р.В.,
Боголюбова Н.В.,
Зеленченкова А.А.,
Цис Е.Ю.

ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста, 142132,
Россия, Московская обл., г.о. Подольск, пос. Дубровицы, 60
E-mail: chabaev.m.g-1@mail.ru

Ключевые слова: селен, молочная продуктивность, затраты корма, резистентность, антиоксидантный статус, прибыль

Для цитирования: Чабаев М.Г., Некрасов Р.В., Боголюбова Н.В., Зеленченкова А.А., Цис Е.Ю. Влияние различных форм и уровней селена на молочную продуктивность и резистентность лактирующих коров. Аграрная наука. 2022; 357 (3): 36–40.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-357-3-36-40>**Конфликт интересов отсутствует**

Magomed G. Chabaev,
Roman V. Nekrasov,
Nadezhda V. Bogoluybova,
Aloyna A. Zelenchenkova,
Elena Yu. Tsis

Federal Research Center for Animal Husbandry
named after Academy Member L.K. Ernst, 142132,
Moscow region, Podolsk city district, Dubrovitsy
village, house 60
E-mail: chabaev.m.g-1@mail.ru

Key words: selenium, dairy productivity, feed costs, resistance, antioxidant status, profit

For citation: Chabaev M.G., Nekrasov R.V., Bogoluybova N.V., Zelenchenkova A.A., Tsis E.Yu. Effect of various forms and levels of selenium on milk productivity and resistance of lactating cows. Agrarian Science. 2022; 357 (7): 36–40. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-357-3-36-40>**There is no conflict of interests**

Влияние различных форм и уровней селена на молочную продуктивность и резистентность лактирующих коров

РЕЗЮМЕ

В исследованиях оценивали действие двух форм селена — неорганической и органической. Лактирующим коровам 1-й контрольной группы скармливали (по ДВ) 4,9 мг/гол./сут. неорганической формы селена, коровам 2-й, 3-й и 4-й опытных групп — органическую форму селена в количестве 2,5; 3,7 и 4,9 мг/гол./сут. Исследованиями установлено, что применение органической формы селена позволяет повысить среднесуточные удои молока по сравнению с 1-й контрольной группой на 3,3, 12,9 и 10,8% ($p < 0,05$) при увеличении содержания концентрации сухого вещества в молоке на 0,57% ($p < 0,05$). При вводе селена в органической форме 3,7 мг/гол./сут. отмечается тенденция увеличения содержания казеина и снижения количества соматических клеток в молоке на 0,13% и 33,7 тыс./см³ соответственно ($p < 0,1$). Дозировка 4,9 мг/гол./сут. органического селена способствовала снижению количества соматических клеток на 29,3 тыс./см³ ($p < 0,05$). Скармливание опытным группам коров органической формы селена в различных дозировках положительно повлияло на иммунный статус и антиоксидантную активность сыворотки крови. Содержание в сыворотке крови свободных водорастворимых антиоксидантов (СКВА) было выше на 39,3 и 53,5% ($p < 0,001$) у коров 3-й и 4-й опытных групп, получавших 3,7 и 4,9 мг/гол./сут. органического селена. Таким образом, использование селена в органической форме наиболее эффективно и позволяет снизить количество используемого микроэлемента для восполнения потребности животного.

Effect of various forms and levels of selenium on milk productivity and resistance of lactating cows

ABSTRACT

The effect of two forms of selenium, inorganic and organic, was evaluated in the study. Lactating cows of the 1st control group were fed 4.9 mg/head/day of inorganic form of selenium, cows of the 2nd, 3rd and 4th experimental groups received organic form of selenium in the amounts of 2.5, 3.7 and 4.9 mg/head/day. Researches show that application of organic form of selenium permits to increase average daily milk yield by 3.3, 12.9 and 10.8% ($p < 0.05$), while increasing of dry matter concentration in milk by 0.57% ($p < 0.05$) in comparison with the 1st control group. When administering selenium in organic form 3.7 mg/head/day, there was a tendency to increase in amount of casein and decrease in amount of somatic cells in milk by 0.13% and 33.7 thousand/cm³ respectively ($p < 0.1$). A dose of 4.9 mg/head/day of organic selenium contributed to a decrease in amount of somatic cells by 29.3 thousand/cm³ ($p < 0.05$). Feeding experimental groups with organic form of selenium in different doses had a positive effect on the immune status and antioxidant activity of blood serum. The content of free water-soluble antioxidants (TAWSA) in blood serum was higher by 39.3 and 53.5% ($p < 0.001$) in cows of the 3rd and 4th experimental groups fed 3.7 and 4.9 mg/head/day of organic selenium. Thus, the use of selenium in organic form is the most effective and allows to reduce the amount of used micronutrient for replenishment of animal needs.

Поступила: 5 февраля
Принята к публикации: 22 марта

Received: 5 February
Accepted: 22 March

Введение

При организации полноценного сбалансированного питания высокопродуктивных лактирующих коров важную роль играют микроэлементы. Микроэлементы являются составной частью витаминов, гормонов, ферментов, и усиливают или замедляют их действие в организме животных и этим обеспечивают их физиологическую функцию и активируют процессы обмена веществ [1].

Одним из таких жизненно важных, биологически активных микроэлементов для сельскохозяйственных животных является селен, который содержится во всех органах и тканях животных, участвует в многочисленных обменных процессах организма [2, 3].

При недостатке селена в организме животных снижается активность целого ряда важнейших ферментов, нарушаются процессы нейтрализации гидроперекисей и перекисей липидов, развивается оксидативный стресс. С недостаточным потреблением селена в составе рациона связывают высокую восприимчивость к инфекционным заболеваниям, медленный рост животных, явления токсикоза. Вместе с тем селен функционально связан с обменом йода, цинка, витамина Е и других нормируемых макро- и микроэлементов, является антагонистом особо тяжелых токсичных химических элементов — ртути, свинца, кадмия, которые способствуют снижению обменных процессов в организме животных. Дефицит селена вызывает симптомы гипотиреоза, вследствие чего снижается уровень обменных процессов в организме и невозможна полная реализация генетического потенциала продуктивности сельскохозяйственных животных и птицы [4].

Не менее опасен для организма животных избыток селена, который приводит к анемии, истощению, нарушению сердечной деятельности и функции печени, частичной деформации суставов. Селен способен вызывать тканевую гипоксию путем блокировки сульфгидрильных ферментов тканевых белков [5].

Известно, что использование неорганических солей селена не позволяет в полной мере обеспечивать потребности организма животных в нем, так как существуют некоторые трудности в их абсорбции, такие как взаимодействие элементов между собой и другими компонентами корма, низкая биодоступность [6].

Применение неорганических солей микроэлементов вошло в практику сельскохозяйственного животноводства и птицеводства. Однако высокий генетический потенциал и высокая продуктивность животных сделала их более требовательными к соотношению питательных и биологически активных веществ в кормах. То равновесие, которого можно было достичь с помощью неорганических солей металлов, уже не удовлетворяет потребности современных пород сельскохозяйственных животных

Известно, что в организме животных селен обнаруживается главным образом в связанной с белками форме, что защищает его от участия в различных реакциях и предотвращает нежелательные взаимодействия. Селен усваивается в высокой степени, и селен из органических источников более биодоступен, чем из неорганических [7]. Так, например, по данным Zheng et al. (2021) скармливание гидроксиселеноме-

тионина (0,6 мг/кг СВ) обеспечивает оптимальное влияние на ферментацию в рубце и бактериальный состав [8].

В последние годы отечественная и зарубежная биотехнологическая промышленность стала выпускать органические формы микроэлементов. Они, в отличие от оксидов, сульфатов, в пищеварительном тракте животных не реагируют с другими питательными веществами рациона и всасываются в легко используемой организмом форме, обладают хорошей биодоступностью и биоактивностью [9]. Одним из способов является инкубирование микроэлементов с очищенным гидролизатом протеинов сои. Нами с учетом данных зарубежных и отечественных исследователей была поставлена цель по изучению влияния различных форм и уровней селена на продуктивность и резистентность лактирующих коров.

Методика

Научно-хозяйственный опыт по изучению продуктивного действия различных форм и уровней селена в рационах лактирующих коров черно-пестрой голштинизированной породы был проведен в АО «Молоди» (отд. Мещерское) Чеховского района Московской области, в лабораториях: ФГБУ Брянского МВЛ, ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста, ООО «НИЦ «Черкизово»», согласно схеме, приведенной в таблице 1.

Для проведения исследований было сформировано 4 группы коров черно-пестрой голштинизированной породы 2-й и 3-й лактации с учетом: породности, числа отелов, времени последнего отела, живой массы, суточного удоя и молочной продуктивности за предшествующую лактацию, при этом средний возраст лактации коров составил 2,4. Содержание подопытных коров было привязное с прогулкой на выгульных площадках.

До начала исследований был проведен анализ питательной ценности кормов рациона в лаборатории химико-аналитических исследований в животноводстве ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста. Определение концентрации селена в изучаемых ингредиентах кормового рациона проведено в ООО «НИЦ «Черкизово»» (ГОСТ 31651-2012). Исследование показало, что концентрация селена в кормах была ниже предела обнаружения.

В период проведения научно-хозяйственного эксперимента коровам 1-й контрольной группы скармливали в составе основного рациона (ОР) премикс, содержащий селенит натрия, таким образом, чтобы количество селена составило 4,9 мг/гол./сутки, тогда как животным 2-й, 3-й и 4-й опытных групп скармливали в составе ОР премиксы, содержащие органический селен (В-траксим селен), таким образом, чтобы коровы опытных групп по-

Таблица 1. Схема научно-хозяйственного опыта

Table 1. Design of scientific experiment

Группа животных	Количество животных	Характеристика кормления*
1-я контрольная	9	Основной рацион (ОР) + 4,9 мг/гол./сут. неорганической формы селена
2-я опытная	9	ОР + 2,5 мг/гол./сут. органической формы селена
3-я опытная	9	ОР + 3,7 мг/гол./сут. органической формы селена
4-я опытная	9	ОР + 4,9 мг/гол./сут. органической формы селена

* — здесь и далее количество селена приведено по действующему веществу.

Таблица 2. Молочная продуктивность и качество молока ($M \pm m$, $N = 36$, $n = 9$)

Table 2. Milk productivity and milk quality ($M \pm m$, $N = 36$, $n = 9$)

Показатель	Группа			
	1-я контрольная	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная
Среднесуточный удой молока натуральной жирности, кг	22,79±0,25	23,54±1,18	25,73±2,46*	25,26±2,04*
Массовая доля жира, %	3,88±0,05	3,82±0,05	3,84±0,11	3,89±0,05
Среднесуточный удой молока 4%-й жирности, кг	22,11	22,48	24,70	24,56
Среднесуточный удой молока 3,4%-й жирности, кг	26,00	26,44	29,05	28,90
Всего надоено 4%-го молока	2653,2	2697,6	2964,0	2947,2
Всего надоено 3,4%-го молока	3120,0	3172,8	3486,0	3468,0
Качественные показатели молока:				
Массовая доля белка, %	2,95±0,07	2,94±0,03	3,06±0,06	3,07±0,08
Сухое вещество, %	11,77±0,12	12,34±0,11**	12,34±0,16*	12,17±0,4+
Казеин, %	2,29±0,06	2,33±0,03	2,42±0,06+	2,43±0,07
Соматические клетки, тыс./см ³	257,9±8,3	249,2±8,2	224,2±14,6+	228,6±10,3*
Селен, мг/кг	0,0203	0,0206	0,0256	0,0253

Достоверно при * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, + тенденция при $p < 0,1$.

лучали селен в количестве 2,5; 3,7 и 4,9 мг/гол./сутки соответственно. В наших исследованиях потребность коров в селене в 1-контрольной и 4-опытной группе реализовывалась за счет разных источников селена на 100% [7]. Во 2-й и 3-й группах количество селена соответствовало 50 и 75% нормы потребности, соответственно.

Ежемесячно от каждой коровы отбирали (в течение двух смежных суток) пропорционально удою средние пробы молока для анализа. Качественный состав и свойства молока определяли на оборудовании Fossomatic 7 DC в отделе популяционной генетики и генетических основ разведения животных ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста, соматические клетки — по ГОСТ 23453-90. В ООО «НИЦ «Черкизово»» определяли концентрацию селена в молоке по стандартной методике: ГОСТ 31707-2012 (EN 14627:2005), методом атомно-абсорбционной спектроскопии с генерацией гидридов с предварительной минерализацией пробы под давлением.

Определение лизоцимной и бактерицидной активности сыворотки крови проводили в лаборатории микробиологии ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста с использованием суточных суспензий тест-культур *Micrococcus luteus (lysodeicticus)* 4698 ATCC 1537, ATCC-2665 и *Escherichia coli* M-17-02. Тест-культуры *Micrococcus luteus (lysodeicticus)* стандартизировали на ФЭК (КФК-2, Россия), используя зеленый светофильтр, длина волны 540 нм в кюветах с рабочей длиной 3 мм. Тест-культуру *Escherichia coli* стандартизировали, используя денсиламетр (EU) с оптической плотностью 1,9 McF, на ФЭК (КФК-2, Россия), используя зеленый светофильтр, длина волны 540 нм в кюветах с рабочей длиной 10 мм. Фагоцитарную активность (ФА) лейкоцитов определяли по Гостьеву с использованием бактериальной взвеси суточной музейной тест-культуры *Escherichia coli* M-17-02 с оптической плотностью 4,5 McF.

Антиоксидантный статус крови был определен в отделе физиологии и биохимии сельскохозяйственных животных ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста на осно-

вании следующих показателей: содержание ТБК-активных продуктов (ТБК — тиобарбитуровая кислота) с помощью биохимического набора «Агат-Мед», общее содержание водорастворимых антиоксидантов (СКВА) в крови на приборе Цвет-Яуза-01-АА — амперометрическим методом.

По результатам зоотехнического учета, проводимого в течение научно-хозяйственного опыта, рассчитывалась экономическая эффективность использования различных уровней органического селена в кормлении молочного скота.

Полученные в исследованиях материалы обработаны биометрически с использованием метода дисперсионного анализа (ANOVA), посредством программы STATISTICA, version 10, StatSoft, Inc., 2011 (www.statsoft.com), с вычислением следующих величин: среднеарифметической (M), среднеквадратической ошибок ($\pm m$) и уровня значимости (p). При $p < 0,001$ результаты исследований считали вы-

сокодоверными, и достоверными — при $p < 0,01$ и $p < 0,05$.

Результаты

Молочная продуктивность и качественный состав молока лактирующих коров, получавших различные дозировки и формы селена, представлены в таблице 2.

У лактирующих коров 2-й, 3-й, 4-й опытных групп, получавших в составе кормового рациона различные уровни селена органической формы, среднесуточные удои натурального молока составили соответственно 23,54; 25,73 и 25,26 кг ($p < 0,05$), или на 3,3; 12,9 и 10,8% больше по сравнению с контролем. Наибольшее количество 4%-го и 3,4%-го молока за период исследований дополнительно получено от животных 2-й, 3-й и 4-й опытных групп — 44,4; 310,8; 294,0 и 52,8; 366,0; 348,0 кг соответственно, в сравнении с контролем. Содержание массовой доли жира при этом в молоке коров подопытных групп практически было на одном уровне и составило соответственно 3,88; 3,82; 3,84 и 3,89%. Массовая доля истинного и общего белка в молоке коров 3-й и 4-й опытных групп, получавших в составе рациона 3,7 и 4,9 мг/гол. в сутки селена органической формы была больше соответственно на 3,7 и 4,1% в сравнении с контролем, что подтверждается тенденцией увеличения концентрации казеина в молоке коров 3-й опытной группы на 5,67% ($p < 0,1$). В среднем концентрация сухого вещества в молоке составила от 11,77 до 12,34%, но ее уровень колебался в целом за период проведения эксперимента в зависимости от продуктивности, уровня и формы изучаемого микроэлемента. Нами установлено увеличение сухого вещества в молоке коров 2-й и 3-й опытных групп на 0,57% ($p < 0,05$), в 4-й опытной группе на 0,40% ($p < 0,1$) относительно контроля.

Добавление в рацион лактирующих коров в первые 120 дней лактации различных форм и уровней селена способствовало снижению количества соматических клеток в молоке 2-й, 3-й и 4-й опытных групп, которое составило соответственно 249,2; 224,2 ($p < 0,1$) и 228,2

($p < 0,05$), что было меньше, чем в контроле, на 8,6; 33,6 и 29,6 тысяч в 1 см^3 , или на 3,3; 13,0 и 11,5% относительно показателей молока коров контрольной группы.

Включение в рацион лактирующих коров селена в органической форме способствовало увеличению концентрации селена в молоке. Так, при использовании 50% по ДВ от потребности селена показатели содержания его в молоке были на уровне контроля, а при уровне 75–100% — на 26,1–24,6% выше в сравнении с контролем, что подтверждает эффективность применения данной формы.

Совокупный анализ полученных данных (в первую очередь, по молочной продуктивности и качественным характеристикам молока, накоплению селена) свидетельствует, что оптимальной дозировкой скармливания протеината селена является 3,7 мг на голову в сутки, что на 1,2 мг меньше в сравнении с существующими нормами (4,9 мг/гол./сутки) неорганического селена для лактирующих коров. Также установлено, что скармливание лактирующим ковам опытных групп разных уровней селена органической природы способствовало снижению затрат энергетических кормовых единиц, переваримого протеина и концентратов на 3,03–12,08; 3,24–12,90; 3,00–12,86% соответственно относительно животных контрольной группы.

Основой крепкого здоровья и возможности реализации генетического потенциала продуктивности сельскохозяйственных животных является высокий уровень естественной резистентности, иммунного и антиоксидантного статуса их организма. Одним из резервов повышения молочной продуктивности новотельных коров в первые три-четыре месяца после отела является повышение их иммунной системы (табл. 3).

Напряженность бактерицидной активности оказалась самой высокой во 2-й, 3-й и 4-й опытных группах лактирующих коров, получавших различные уровни селена органической природы, и составила 43,48–45,71%, или на 0,62–2,85% больше по сравнению с контролем.

Повышение лизоцимной активности способствует стимулированию активного процесса биосинтеза антител, способных разрушать липополисахаридные поверхностные слои клеточных мембран большинства бактерий, в том числе и патогенных микроорганизмов. В связи с этим следует отметить, что лизоцимная активность у лактирующих коров опытных групп была на 3,3–8,3% выше по сравнению с контролем.

Более высокая фагоцитарная активность в конце исследований отмечена в крови коров опытных групп, где она была выше на 2,67–3,04%, фагоцитарный индекс — на 5,9–11,9%, фагоцитарное число — на 15,2–23,2% в сравнении с аналогами контрольной группы.

Следовательно, скармливание в составе кормов рациона различных уровней селена органической природы оказало положительное влияние на защит-

ные свойства организма, что, в свою очередь, приводило и к повышению продуктивности лактирующих коров.

Для увеличения удоев коров и получения молока с улучшенными биологическими качествами производители молока применяют различные приемы, которые зачастую оказывают отрицательное воздействие на здоровье животных. Использование антиоксидантов для новотельных коров целесообразно, поскольку в их организме наиболее ярко выражены окислительные реакции на фоне инволюционных процессов в молочной железе в послеродовой лактационный период. В механизме инволюции важная роль отводится процессам аутофагоцитоза, которые обычно сопровождаются повышенной интенсивностью перекисного окисления липидов. Известно, что селен обладает антиоксидантной активностью, в связи с этим нами были изучены некоторые параметры антиоксидантного статуса сыворотки крови новотельных коров, которые приведены в таблице 4.

При анализе таблицы 4 следует отметить, что содержание ТБК-активных продуктов в сыворотке крови коров опытных групп, получавших 4,9; 3,7 и 2,7 мг на голову в сутки селена органической природы, составило 3,82; 2,94 и 3,30 мкмоль/л соответственно, или на 9,9–42,8% меньше по сравнению с животными контрольной группы, что свидетельствует о положительном влиянии различных уровней органического селена на антиоксидантный статус организма коров. Об этом также свидетельствует повышение в организме коров суммарного количества водорастворимых антиоксидантов в сыворотке крови коров опытных групп на 18,9; 39,3 и 53,5% соответственно по сравнению с аналогами контрольной группы, при одновременном повышении концентрации селена в крови опытных групп коров.

Таблица 3. Показатели неспецифической резистентности ($N = 12, n = 3$)

Table 3. Indicators of nonspecific resistance ($N = 12, n = 3$)

Показатель	Группа			
	1-я контрольная	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная
% лизиса	26,09±0,88	26,5±1,85	30,24±2,25	29,33±1,59
Лизоцим, мкг/мл сыворотки	0,60±0,02	0,62±0,01	0,65±0,05	0,64±0,02
Уд. ед. а, ед. а/мг белка	1,40±0,13	1,30±0,13	1,64±0,14	1,40±0,09
Бактерицидная активность, %	42,86±0,001	43,48±1,19	45,71±5,45	44,05±1,19
Фагоцитарная активность, %	39,66±5,36	42,33±3,75	43,66±4,70	43,33±4,09
Фагоцитарный индекс	3,69±0,07	4,13±0,02**	3,98±0,17+	3,91±0,29
Фагоцитарное число	1,51±0,22	1,74±0,14	1,82±0,22	1,86±0,07

Достоверно при ** $p < 0,01$; + тенденция при $p < 0,01$.

Таблица 4. Показатели антиоксидантной активности сыворотки крови лактирующих коров ($M \pm m, N = 16, n = 4$)

Table 4. Indicators of antioxidant activity of blood serum of lactating cows ($M \pm m, N = 16, n = 4$)

Показатель	Группа			
	1-я контрольная	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная
ТБК, мкмоль/л	4,2±0,073	3,82±0,12	2,94±0,20+	3,30±0,11
СКВА, мг/л	11,74±1,09	13,96 ±1,36	16,36±0,5***	18,02±0,86***

Достоверно при *** $p < 0,001$; + тенденция при $p < 0,01$.

Выводы

Таким образом, наши исследования дополнительно подтверждают, что важным фактором получения высокой продуктивности является полное, сбалансированное кормление животных, в частности по содержанию эссенциальных микроэлементов. Изучение почв и растений на предмет их содержания зачастую явно указывает на их дефицит. Поэтому необходимо добавление наиболее важных микроэлементов в корма для животных в составе премиксов. При этом необходимо рассматривать их использование не только по содержанию

действующего вещества, но и, по-видимому, эффективности использования той или иной формы. В результате работы установлено, что использование протеината селена более эффективно в сравнении с селенитом натрия в кормлении дойных коров. Наиболее эффективной нормой использования селена следует считать при этом для коров с продуктивностью около 25 кг молока в сутки в первую треть лактации уровень 3,7 мг/гол./сут.

Работа выполнена в рамках государственного задания при финансовой поддержке фундаментальных научных исследований Минобрнауки РФ № 121052600314-1.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Некрасов Р.В. Нормы потребностей молочного скота и свиней в питательных веществах: Монография / Под ред. Р.В. Некрасова, А.В. Головина, Е.А. Махаева. – Москва. – 2018. – 290 с. [Nekrasov R.V. Requirements of dairy cattle and pigs in nutrients: Monograph / Edited by R.V. Nekrasov, A.V. Golovin, E.A. Makhayeva. - Moscow. - 2018. - 290 p.] (In Russ.)
2. Овчинников Т. Селен: яд и противоядие. *Ветеринария сельскохозяйственных животных*. 2005; (12): 14-16. [Ovchinnikov T. Selenium: poison and antidote. *Veterinary medicine of farm animals*. 2005; (12): 14-16.] (In Russ.)
3. Туяева Е.В., Перепелкина Л.И., Плавинский С.Ю. Содержание селена в кормах Приамурья и его использование в кормлении животных и кур «Проблемы зоотехнии, ветеринарии и биологии сельскохозяйственных животных на Дальнем Востоке»: Сборник научных трудов ДальГАУ. – Благовещенск: ДальГАУ, 2010.- С.18-23. [Tuyaeva, E.V. Selenium content in forages of Priamurye and its use in feeding animals and chickens / E.V. Tuyaeva, L.I. Perepelkina, S.Y. Plavinsky // "Problems of zootechnology, veterinary medicine and biology of farm animals in the Far East": Collection of scientific works of DalGAU. -Blagoveshensk: DalGAU, 2010.-P.18-23.] (In Russ.)
4. Зяббаров А.Г., Большаков А.Д. Клиническое проявление недостаточности селена и меры профилактики. *Ветеринария*. 2002; (7): 11–12. [Zyabbarov A.G., Bolshakov A.D. Clinical manifestation of selenium deficiency and preventive measures. *Veterinary*. 2002; (7): 11-12.] (In Russ.)
5. Алиев А.А., Джамбулатов З.М., Гаджиев Б.М. Изучение влияния различных уровней селена на интенсивность роста живой массы и показатели этого элемента в крови телят 1-6-месячного возраста. *Зоотехния*. 2012; (10): 11-12. [Aliev

A.A., Dzhambulatov Z.M., Hajiev B.M. The study of the effect of different levels of selenium on the intensity of growth of live weight and indicators of this element in the blood of 1-6-month-old calves. *Zootehnika*. 2012; (10): 11-12.] (In Russ.)

6. Лыкасова И.А. Опыт применения селеносодержащих препаратов и их влияние на качество животноводческой продукции. *АВУ*. 2012; 5(97): 43-45. [Lykasova I.A. Experience in the use of selenium-containing preparations and their impact on the quality of animal products *AVU*. 2012; 5(97): 43-45.] (In Russ.)

7. Hadrup N., Ravn-Haren G. Absorption, distribution, metabolism and excretion (ADME) of oral selenium from organic and inorganic sources: A review. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*. 2021; (67). <https://doi.org/10.1016/j.jtemb.2021.126801> [Hadrup N., Ravn-Haren G. Absorption, distribution, metabolism and excretion (ADME) of oral selenium from organic and inorganic sources: A review. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*. 2021;(67). <https://doi.org/10.1016/j.jtemb.2021.126801>]

8. Zheng Y., He T., Xie T., Wang J., Yang Z., Sun X., Li S. Hydroxy selenomethionine supplementation promotes the in vitro rumen fermentation of dairy cows by altering the relative abundance of rumen microorganisms. *Journal of Applied Microbiology*. 2021; p. 1-11. <https://doi.org/10.1111/jam.15392> [Zheng Y., He T., Xie T., Wang J., Yang Z., Sun X., Li S. Hydroxy selenomethionine supplementation promotes the in vitro rumen fermentation of dairy cows by altering the relative abundance of rumen microorganisms. *Journal of Applied Microbiology*. 2021; p. 1-11. <https://doi.org/10.1111/jam.15392>]

9. Голубкина Н.А., Папазян Т.Т. Селен в питании: растения, животные, человек. М., 2006. 254 с. [Golubkina N.A., Papazyan T.T. Selenium in nutrition: plants, animals, people. M., 2006. 254 p.] (In Russ.)

ОБ АВТОРАХ:

Чабаев Магомед Газиевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник отдела кормления сельскохозяйственных животных

Некрасов Роман Владимирович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор Российской академии наук, руководитель отдела кормления сельскохозяйственных животных

Боголюбова Надежда Владимировна, кандидат биологических наук, руководитель отдела физиологии и биохимии сельскохозяйственных животных

Зеленченкова Алена Анатольевна, младший научный сотрудник отдела кормления сельскохозяйственных животных

Цис Елена Юрьевна, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник отдела кормления сельскохозяйственных животных

ABOUT THE AUTHORS:

Chabaev Magomed Gazievich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Chief Researcher of the Department of Feeding Farm Animals

Nekrasov Roman Vladimirovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Russian Academy of Sciences, Head of the Department of Feeding Farm Animals

Bogolyubova Nadezhda Vladimirovna, Candidate of Biological Sciences, Head of the Department of Physiology and Biochemistry of Farm Animals

Zelenchenkova Alyona Anatolyevna, Junior Researcher of the Department of Feeding Farm Animals

Tsis Elena Yurevna, Candidate of Agricultural Sciences, Researcher of the Department of Feeding Farm Animals