

It has been established that targeted mechanical damage to the stems and leaves of plants using special devices (flattening) during the process of mowing them allows one to simultaneously increase the rate of moisture transfer of the wilted mass. With this technological method, a DM level of about 35% for clover and alfalfa, both the stemming phase and the budding phase, is achieved under favorable sunny weather conditions during the first daylight hours (at 16.00 and 18.00). The selection of green mass of galega can only be started at the end of the first daylight hours at 20.00-21.00.

**Список литературы.** 1. Ганущенко, О.Ф. Многолетние бобовые травы – недооцененный резерв энергоресурсосбережения в практике кормопроизводства : рекомендации / О.Ф. Ганущенко, Н.Н. Зенькова. Витебск : ВГАВМ, 2023. – 16 с. 2. Зенькова, Н.Н. Научно-практические рекомендации по планированию и производству кормов для дойного стада : методические рекомендации / Н.Н. Зенькова, В.Г. Микуленок. – Витебск : ВГАВМ, 2018. – 35 с. 3. Изучение показателей силосуемости и питательной ценности зеленой массы галеги восточной в зависимости от фазы уборки, укоса и степени провяливания / Н.Н. Зенькова [и др.] // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». – 2021. – Т. 57, вып. 4. – С. 42-46. – DOI 10.52368/2078-0109-2021-57-4-42-47. 4. Научно-технические основы производства и использования кормов в молочном скотоводстве : монография / Н.С. Яковчик [и др.] ; под общ. ред. И.В. Брыло. – Минск : РИВШ, 2022. – 491 с. 5. Практическое руководство по использованию кормовых ресурсов в кормопроизводстве : практическое руководство / Н. Н. Зенькова [и др.] ; под общ. ред. Н.Н. Зеньковой, О.Ф. Ганущенко. – Витебск : ВГАВМ, 2021. – 176 с. 6. Современные подходы к приготовлению кормов : учебное пособие / О.Ф. Ганущенко [и др.]. – Москва : Русайнс, 2021. – 416 с. 7. Сырьевая база кормопроизводства и оптимизация приемов заготовки кормов [Электронный ресурс] / Н.Н. Зенькова [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2021. – 356 с. – Режим доступа : <https://www.vsavm.by/kafedra-kormoproizvodstva-i-proizvo/literatura>. – Дата доступа: 15.07.2022. 8. Кормопроизводство с основами ботаники. Практикум : учебное пособие / Т.М. Шлома [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2022. – 131 с.

**References.** 1. Ganushchenko, O.F. *Mnogoletnie bobovye travy – nedoocenennyj rezerv energoresursosberezheniya v praktike kormoproizvodstva : rekomendacii* / O.F. Ganushchenko, N.N. Zen'kova. Vitebsk : VGAVM, 2023. – 16 s. 2. Zen'kova, N.N. *Nauchno-prakticheskie rekomendacii po planirovaniyu i proizvodstvu kormov dlya dojnogo stada : metodicheskie rekomendacii* / N.N. Zen'kova, V.G. Mikulenok. – Vitebsk : VGAVM, 2018. – 35 s. 3. *Izuchenie pokazatelej silosuемости i pitatel'noj cennosti zelenoj massy galegi vostochnoj v zavisimosti ot fazy uborki, ukosa i stepeni provyalivaniya* / N.N. Zen'kova [i dr.] // *Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya «Vitebskaya ordena «Znak Pocheta» gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny»*. – 2021. – T. 57, vyp. 4. – S. 42-46. – DOI 10.52368/2078-0109-2021-57-4-42-47. 4. *Nauchno-tehnicheskie osnovy proizvodstva i ispol'zovaniya kormov v molochnom skotovodstve : monografiya* / N.S. YAKOVCHIK [i dr.] ; pod obshch. red. I.V. Brylo. – Minsk : RIVSH, 2022. – 491 s. 5. *Prakticheskoe rukovodstvo po ispol'zovaniyu kormovyh resursov v kormoproizvodstve : prakticheskoe rukovodstvo* / N. N. Zen'kova [i dr.] ; pod obshch. red. N.N. Zen'kovoj, O.F. Ganushchenko. – Vitebsk : VGAVM, 2021. – 176 s. 6. *Sovremennye pod-hody k prigotovleniyu kormov : uchebnoe posobie* / O.F. Ganushchenko [i dr.]. – Moskva : Rusajns, 2021. – 416 s. 7. *Syr'evaya baza kormoproizvodstva i optimizaciya priemov zagotovki kormov [Elektronnyj resurs]* / N.N. Zen'kova [i dr.]. – Vitebsk : VGAVM, 2021. – 356 s. – *Rezhim dostupa* : <https://www.vsavm.by/kafedra-kormoproizvodstva-i-proizvo/literatura>. – *Data dostupa*: 15.07.2022. 8. *Kormoproizvodstvo s osnovami botani-ki. Praktikum : uchebnoe posobie* / T.M. SHLOMA [i dr.]. – Vitebsk : VGAVM, 2022. – 131 s.

Поступила в редакцию 11.03.2024.

DOI 10.52368/2078-0109-2024-60-2-77-81  
УДК 636.2.082

## КОРМОВАЯ ДОБАВКА «НАНОПЛАНТ ХРОМ (К)» В РАЦИОНЕ ПЛЕМЕННЫХ БЫКОВ

\*Карпеня М.М. ORCID ID 0000-0002-4762-676X, \*Ногина Т.Н., \*\*Козинец А.И.

\*УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины,  
г. Витебск, Республика Беларусь

\*\*РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству»,  
г. Жодино, Республика Беларусь

В результате проведенных исследований установлено, что применение кормовой добавки «Наноплант Хром (К)» в количестве 0,2 мг на 1 кг сухого вещества рациона в кормлении растущих быков-производителей способствует увеличению содержания хрома в суточном рационе 30,0%, повышению среднесуточных приростов живой массы на 5,5% ( $P<0,05$ ), относительной скорости роста – на 0,6 п.п. и позволяет улучшить их гематологические показатели, о чем свидетельствует увеличение в сыворотке крови гемоглобина на 5,3 г/л, или на 4,8%, и содержания общего белка – на 6,1 г/л, или на 8,1% ( $P<0,01$ ). **Ключевые слова:** быки-производители, рацион, хром, наночастицы, живая масса, гемоглобин, общий белок.

## FOOD ADDITIVE "NANOPLANT CHROMIUM (K)" IN THE DIET OF BREEDING BULLS

\*Karpenia M.M., \*Nogina T.N., \*\*Kozinets A.I.

\*Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk, Republic of Belarus

\*\*Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Animal Husbandry, Zhodino, Republic of Belarus

As a result of the studies, it was established that the use of the feed additive "Nanoplant Chrome (K)" in the amount of 0.2 mg per 1 kg of dry matter of the diet in feeding growing sire bulls contributes to an increase in the content of chromium in the daily diet of 30.0%, an increase in the average daily increase in live weight by 5.5% ( $P < 0.05$ ), relative growth rate - by 0.6 p.p. and makes it possible to improve their hematological indicators, as evidenced by an increase in serum hemoglobin by 5.3 g/L, or by 4.8% and total protein content - by 6.1 g/L, or by 8.1% ( $P < 0.01$ ). **Key-words:** sire bulls, diet, chromium, nanoparticles, live mass, hemoglobin, total protein.

**Введение.** Необходимым условием повышения эффективности племенной работы в Республике Беларусь, ускорения темпов роста генетического потенциала продуктивности крупного рогатого скота и правильного использования племенных ресурсов является создание специализированной системы выращивания и использования племенных быков. Кормление быков-производителей должно обеспечить получение от них высококачественной спермы для искусственного осеменения независимо от сезона года [2, 4]. Немаловажная роль в этом принадлежит минеральному питанию. Микроэлементы участвуют в процессах, оказывающих влияние на рост и развитие тканей и органов, состояние здоровья, продуктивность и размножение животных. Без минеральных элементов рост и развитие невозможны, поэтому природа предусмотрела специальные механизмы ионных «насосов» и транспортных белков, которые переносят ионы через поры защитной мембраны. Но ресурс такого транспорта ограничен, поэтому степень усваивания микроэлементов, в том числе и хрома – очень низкая (менее 10%) [1, 3, 8].

Перспективным направлением обеспечения животных хромом и другими микроэлементами является использование нанотехнологий, обладающих огромным потенциалом и способных кардинально изменить существующие технологии в животноводстве. Исследования, проводимые в настоящее время мировой наукой, подтверждают предположение о положительном влиянии ввода наночастиц хрома на организм животных. В практике кормления появились препараты нового поколения – на основе наночастиц микроэлементов с размером менее 100 нм. Основное преимущество нанопрепаратов – явление «сверхпроницаемости» через защитные мембраны клеток, что позволяет им проявлять высокую биологическую эффективность при существенно меньших расходах в сравнении с традиционными соевыми и хелатными формами [5, 6, 7].

Хром в организме животных выполняет множество функций: поддержание нормального уровня глюкозы в крови, участвует в регуляции жирового обмена, обеспечивает структурную целостность нуклеиновых кислот, регулирует работу щитовидной железы, нейтрализует и способствует выведению из организма органических токсинов, солей тяжелых металлов, радионуклидов [6].

**Цель исследований** – установить эффективность использования кормовой добавки «Наноплант Хром (К)» в рационе племенных быков.

**Материалы и методы исследований.** Для решения поставленной цели провели научно-хозяйственный опыт в РУП «Витебское племпредприятие» на быках-производителях голштинской породы, средний возраст которых в начале эксперимента составил 29 месяцев. Сформировали 3 группы быков по 8 голов в каждой с учетом генотипа, возраста, живой массы и показателей спермы. Продолжительность учетного периода опыта составила 90 дней, подготовительный период длился 15 дней. Схема опыта представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Схема научно-хозяйственного опыта

| Группа            | Количество быков в группе | Продолжительность опыта, дней | Условия кормления   |
|-------------------|---------------------------|-------------------------------|---|
| 1-я (контрольная) | 8                         | 90                            | Основной рацион (ОР): сено клеверотимофеечное (6,4 кг), сенаж разнотравный (5,1 кг), комбикорм-концентрат КД-К-66С (4,2 кг) |
| 2-я (опытная)     | 8                         |                               | ОР + 0,1 мг хрома на 1 кг сухого вещества рациона кормовой добавки «Наноплант Хром (К)» (или 0,32 г на голову в сутки)      |
| 3-я (опытная)     | 8                         |                               | ОР + 0,2 мг хрома на 1 кг сухого вещества рациона кормовой добавки «Наноплант Хром (К)» (или 0,64 г на голову в сутки)      |

Различия в кормлении быков-производителей заключались в том, что животным 2-й и 3-й опытных групп в рацион вводили кормовую добавку «Наноплант Хром (К)» в количестве 0,1 мг хрома на 1 кг сухого вещества рациона (или 0,32 г на голову в сутки) и производителям 3-й опытной группы – 0,2 мг хрома на 1 кг сухого вещества рациона (или 0,64 г на голову в сутки).

Кормовая добавка «Наноплант Хром (К)» представляет собой стабилизированный модифицированными полисахаридами коллоидный раствор темно-коричневого цвета на основе наночастиц нерастворимого оксида хрома. Содержание хрома (чистого элемента) в 1000 г добавки 1100 мг. Наночастицы хрома были получены на основе технологии синтеза нанопрепаратов в виде водных коллоидных растворов наночастиц соединений микроэлементов в ГНУ «Институт физико-органической химии НАН Беларуси».

Условия содержания подопытных животных были одинаковыми. Быков-производителей содержали на привязи на бетонных полах. Кормление у всех животных было трехразовое, поение – из автопоилок. Параметры микроклимата соответствовали рекомендуемым нормам. Ежедневно всем быкам-производителям предоставляли моцион.

Исследования химического состава кормов проводили в Научно-исследовательском институте прикладной ветеринарной медицины и биотехнологии учреждения образования «Витебская орден «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины» по общепринятым методикам. Динамику живой массы растущих быков-производителей определяли путем индивидуального взвешивания в начале и в конце опыта. Морфологические показатели крови быков-производителей определяли на анализаторе клеток MEK-6450K, биохимические исследования проводили с помощью анализатора клеток MIDRAY BS-200. Концентрацию хрома в кормах определяли в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству».

Цифровой материал, полученный в научно-хозяйственном опыте, обработан методом биометрической статистики.

Результаты исследований. Рацион животных должен содержать в соответствующих количествах все необходимые для организма питательные и биологически активные вещества. Недостаток хотя бы одного из них ухудшает степень использования питательных веществ рациона в целом. Фактическое потребление кормов растущими быками всех подопытных групп было на сравнительно высоком уровне. Рационы были равноценны по энергетической питательности в результате одинаковой поедаемости кормов. Основной рацион животных всех подопытных групп состоял из сена клеверо-тимофеечного, сенажа разнотравного и комбикорма-концентрата (таблица 2).

**Таблица 2 – Среднесуточное потребление кормов быками-производителями за период опыта (по фактически съеденным кормам)**

| Показатели                               | Группа            |               |               |
|--|-------------------|---------------|---------------|
|  | 1-я – контрольная | 2-я – опытная | 3-я – опытная |
| Сено клеверо-тимофеечное, кг             |                   | 6,4           |               |
| Сенаж разнотравный, кг                   |                   | 5,1           |               |
| Комбикорм КД-К-66С, кг                   |                   | 4,2           |               |
| Кормовая добавка «Наноплант Хром (К)», г | -                 | 0,32          | 0,64          |

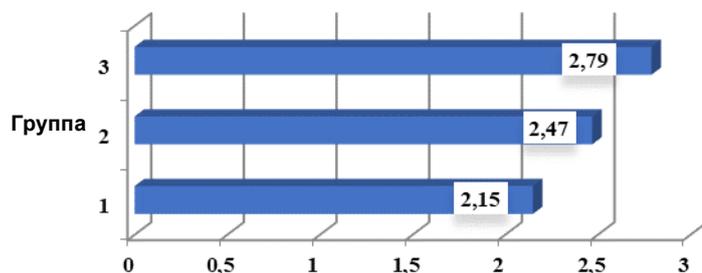
Сено и сенаж соответствовали первому классу качества. Для повышения полноценности и сбалансированности кормления животных в рационы вводили сухое молоко, сахар и подсолнечное масло. Содержание кормовых единиц в рационе быков-производителей всех групп находилось на уровне 9,5 кг, обменной энергии – 122,3 МДж и сухого вещества – 13,81 кг. В рационах быков на 1 корм. ед. приходилось 147-150 г переваримого протеина.

На начальном этапе исследований установили концентрацию хрома в рационе быков-производителей, используя данные, полученные в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству» (таблица 3).

**Таблица 3 – Концентрация хрома в кормах для быков-производителей**

| Корма  | Концентрация хрома, мг/кг корма |
|--|---------------------------------|
| Сено клеверо-тимофеечное, кг                 | 0,082                           |
| Сенаж разнотравный, кг                       | 0,212                           |
| Комбикорм КД-К-66С, кг                       | 0,130                           |
| Молоко сухое обезжиренное, кг                | 0,0018                          |
| Масло подсолнечное (нерафинированное 1 сорт) | 0,0014                          |

В суточном рационе содержание хрома быков-производителей 1-й контрольной группы составило 2,15 мг, у животных 2-й опытной группы - больше на 15% и у производителей 3-й опытной группы – на 30%. Содержание хрома в рационе быков 1-й контрольной группы было ниже рекомендуемой нормы (0,2 мг на 1 кг сухого вещества). Его содержание в рационе подопытных быков-производителей приведено на рисунке.



**Рисунок – Содержание хрома в рационе подопытных быков-производителей, мг**

Известно, что продолжительность роста и развития у крупного рогатого скота сохраняется до 4 лет [4]. В результате эксперимента установлено, что использование кормовой добавки «Наноплант Хром (К)» в рационах быков оказало положительное влияние на интенсивность роста молодых производителей. Средняя живая масса быков-производителей в начале опыта находилась практически на одном уровне. В конце опыта живая масса животных 2-й опытной группы была больше на 2 кг, или на 0,3%, и 3-й опытной группы – на 3 кг, или на 0,4%, чем у аналогов 1-й контрольной группы у производителей. Наиболее точно о характере роста животных можно проследить по среднесуточным приростам живой массы. Так, среднесуточный прирост живой массы молодых быков-производителей 1-й контрольной группы за период опыта составил  $822 \pm 17,1$  г. У животных 2-й опытной группы этот показатель был больше на 34 г, или на 4,1%, у быков 3-й группы – на 45 г, или на 5,5% ( $P < 0,05$ ). Показатели абсолютного роста важны с практической точки зрения, но по ним нельзя судить о напряженности процессов роста в организме. В связи с этим использовали показатель относительной скорости роста. В нашем эксперименте быки-производители 2-й и 3-й опытных групп имели более высокие показатели относительной скорости роста по сравнению со сверстниками 1-й контрольной группы. Так, у быков 1-й контрольной группы относительная скорость роста составила 11,2%, у аналогов 2-й опытной группы она была выше на 0,4 п.п., а у животных 3-й опытной группы – на 0,6 п.п.

Применение кормовой добавки «Наноплант Хром (К)» положительно отразилось на некоторых гематологических показателях быков-производителей. В начале опыта морфологические и биохимические показатели крови у подопытных животных всех групп находились практически на одинаковом уровне и соответствовали физиологической норме. В конце опыта наибольшее содержание гемоглобина в крови было у быков 3-й опытной группы. Так, производители этой группы превосходили аналогов 1-й контрольной группы на 5,3 г/л, или на 4,8%, животные 2-й опытной группы – на 2,3 г/л, или на 2,1%. У быков-производителей 2-й и 3-й опытных групп количество эритроцитов в крови было больше соответственно на 4,0 и 4,4%, чем в крови сверстников 1-й контрольной группы. Следует отметить достоверное увеличение общего белка в крови быков. Так, количество общего белка в крови животных 3-й опытной группы увеличилось на 6,1 г/л, или на 8,1% ( $P < 0,01$ ), в крови быков 2-й опытной группы – на 4,5 г/л, или 4,7%, по сравнению с аналогами 1-й контрольной группы.

Применение кормовой добавки «Наноплант Хром (К)» благоприятно отразилось на минеральном составе крови быков-производителей всех опытных групп, но более интенсивно усвоение макро- и микроэлементов проходило у животных 3-й группы (таблица 4). Так, в конце эксперимента в крови у производителей 3-й опытной группы повысилось содержание кальция на 2,9% и фосфора – на 7,3% по сравнению с аналогами 1-й контрольной группы.

В крови быков-производителей 2-й и 3-й опытных групп прослеживалась тенденция к увеличению в крови макроэлементов. У животных 3-й опытной группы содержание микроэлементов в сыворотке крови увеличилось по сравнению с 1-й контрольной группой: цинка – на 10,5% ( $P < 0,05$ ), меди – на 6,4 и кобальта – на 5,8%; у быков 2-й опытной группы: кальция на 0,7%, фосфора – на 4,9%, цинка – на 7,0%, меди – на 1,4, марганца – на 3,3 и кобальта – на 7,7%.

**Таблица 4 – Минеральный состав крови быков-производителей, М±m (n=4)**

| Показатели         | Нормативное значение | Группа            |           |               |           |               |            |
|--------------------|----------------------|-------------------|-----------|---------------|-----------|---------------|------------|
|                    |                      | 1-я – контрольная |           | 2-я – опытная |           | 3-я – опытная |            |
|                    |                      | период опыта      |           |               |           |               |            |
|                    |                      | начало            | конец     | начало        | конец     | начало        | конец      |
| Кальций, ммоль/л   | 2,5-2,9              | 2,72±0,14         | 2,76±0,22 | 2,70±0,15     | 2,78±0,19 | 2,71±0,12     | 2,84±0,17  |
| Фосфор, ммоль/л    | 1,5-1,9              | 2,48±0,13         | 2,46±0,29 | 2,43±0,17     | 2,58±0,11 | 2,42±0,12     | 2,64±0,27  |
| Цинк, мкмоль/л     | 46-77                | 50,1±1,94         | 48,5±1,89 | 49,5±2,03     | 51,9±1,61 | 51,0± 2,36    | 53,6±1,74* |
| Медь, мкмоль/л     | 14-17                | 14,4±0,94         | 14,0±1,09 | 14,1±1,03     | 14,2±0,81 | 14,7± 1,26    | 14,9± 0,79 |
| Марганец, мкмоль/л | 2,7-4,5              | 2,8±0,18          | 3,0±0,21  | 2,7±0,23      | 3,1±0,17  | 2,6±0,19      | 3,0±0,24   |
| Кобальт, мкмоль/л  | 0,5-0,8              | 0,53±0,02         | 0,52±0,03 | 0,51±0,04     | 0,56±0,03 | 0,54± 0,02    | 0,55± 0,05 |

**Заключение.** 1. В результате лабораторных исследований кормов установлен дефицит хрома в рационе быков-производителей. Применение в кормлении племенных быков кормовой добавки «Наноплант Хром (К)» в количестве 0,2 мг на 1 кг сухого вещества рациона (или 0,64 г на голову в сутки) способствует увеличению содержания хрома в суточном рационе на 30,0%.

2. Использование наночастиц хрома в составе рациона растущих быков-производителей способствует повышению среднесуточных приростов живой массы на 5,5% ( $P<0,05$ ), относительной скорости роста – на 0,6 п.п. и позволяет улучшить их гематологические показатели, о чем свидетельствует увеличение в сыворотке крови гемоглобина на 5,3 г/л, или на 4,8%, и содержания общего белка – на 6,1 г/л, или на 8,1% ( $P<0,01$ ).

**Conclusion.** 1. As a result of laboratory tests of feed, a shortage of chromium in the diet of sire bulls was established. The use of the fodder additive «Nanoplant Chromium (K)» in feeding breeding bulls in the amount of 0.2 mg per 1 kg of dry substance of the diet (or 0.64 g per head per day) contributes to an increase in the content of chromium in the daily diet by 30.0%.

2. The use of chromium nanoparticles in the diet of growing sire bulls contributes to an increase in the average daily growth of live weight by 5.5% ( $P<0.05$ ), relative growth rate - by 0.6 p.p. and allows to improve their hematological indicators, as evidenced by an increase in hemoglobin serum by 5.3 g/l, or by 4.8% and co-retention of total protein - by 6.1 g/l, or by 8.1% ( $P<0.01$ ).

**Список литературы.** 1. Абрамкова, Н.В. Минеральная питательность кормов и обеспеченность потребности молодняка крупного рогатого скота в минеральных веществах / Н.В. Абрамкова // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2012. – № 7. – С. 16–18. 2. Витаминно-минеральное питание племенных бычков и быков-производителей : монография / М.М. Карпеня [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2012. – 104 с. 3. Зайчик, В.Е. Медицинская и биологическая элементология как новые научные дисциплины: состояние и перспективы / В.Е. Зайчик // Геохимия живого вещества: материалы Международной молодежной школы-семинара, г. Томск, 2–5 июня 2013 г. – Томск, 2013. – С. 76–82. 4. Карпеня, М.М. Оптимизация кормления племенных бычков и быков-производителей : монография / М.М. Карпеня. – Витебск : ВГАВМ, 2019. – 172 с. 5. Наноматериалы и нанотехнологии / В.М. Анищик [и др.]; под ред. В.Е. Борисенко, Н.К. Толочко. – Минск : Изд. Центр БГУ, 2008. – 372 с. 6. Наночастицы хрома в кормлении молодняка крупного рогатого скота и ремонтных свинок : рекомендации / В.М. Голушко [и др.]. – Жодино : Научно-практический центр Национальной академии наук по животноводству, 2021. – 28 с. 7. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: справ. пособие / А.П. Калашников и [ др.]. – Москва. 2003. – 456 с. 8. Рекомендации по витаминно-минеральному питанию быков-производителей / С.Л. Карпеня [и др.]. – Витебск: ВГАВМ, 2009. – 19 с.

**References.** 1. Abramkova, N.V. Mineral'naya pitatel'nost' kormov i obespechennost' potrebnosti molodnyaka krupnogo rogatogo skota v mineral'nyh veshchestvah / N.V. Abramkova // Kormlenie sel'skoxozyajstvennyh zhivotnyh i kormoproizvodstvo. – 2012. – № 7. – S. 16–18. 2. Vitaminno-mineral'noe pitanie plemennyh bychkov i bykov-proizvoditelej : monografiya / M.M. Karpenya [i dr.]. – Vitebsk : VGAVM, 2012. – 104 s. 3. Zajchik, V.E. Medicinskaya i biologicheskaya elementologiya kak novye nauchnye discipliny: sostoyanie i perspektivy / V.E. Zajchik // Geohimiya zhivogo veshchestva: materialy Mezhdunarodnoj molodezhnoj shkoly-seminara, g. Tomsk, 2–5 iyunya 2013 g. – Tomsk, 2013. – S. 76–82. 4. Karpenya, M.M. Optimizaciya kormleniya plemennyh bychkov i bykov-proizvoditelej : monografiya / M.M. Karpenya. – Vitebsk : VGAVM, 2019. – 172 s. 5. Nanomaterialy i nanotekhnologii / V.M. Anishchik [i dr.]; pod red. V.E. Borisenko, N.K. Tolochko. – Minsk : Izd. Centr BGU, 2008. – 372 s. 6. Nanochasticy hroma v kormlenii molodnyaka krupnogo rogatogo skota i remontnyh svinok : rekomendacii / V.M. Golushko [i dr.]. – ZHodino : Nauchno-prakticheskij centr Nacional'noj akademii nauk po zhivotnovodstvu, 2021. – 28 s. 7. Normy i raciony kormleniya sel'sko-hozyajstvennyh zhivotnyh: sprav. posobie / A.P. Kalashnikov i [ dr.]. – Moskva. 2003. – 456 s. 8. Rekomendacii po vitaminno-mineral'nomu pitaniyu bykov-proizvoditelej / S.L. Karpenya [i dr.]. – Vitebsk: VGAVM, 2009. – 19 s.

Поступила в редакцию 21.03.2024.