

Ю.М. Смирнова<sup>1, 2</sup>А.В. Платонов<sup>1, 3</sup> ✉А.Н. Короткий<sup>4</sup><sup>1</sup>Вологодский научный центр Российской академии наук, Вологда, Россия<sup>2</sup>Вологодская государственная молочно-хозяйственная академия

им. Н.В. Верещагина, Вологда, Россия

<sup>3</sup>Вологодский институт права и экономики Федеральной службы исполнения наказаний России, Вологда, Россия<sup>4</sup>ООО «Агрокон-Вологда», Вологда, Россия

✉ platonov70@yandex.ru

Поступила в редакцию: 25.07.2024

Одобрена после рецензирования: 12.11.2024

Принята к публикации: 26.11.2024

© Смирнова Ю.М., Платонов А.В., Короткий А.Н.

Julia M. Smirnova<sup>1, 2</sup>Andrey V. Platonov<sup>1, 3</sup> ✉Alexey N. Korotkiy<sup>4</sup><sup>1</sup>Vologda Research Center of the Russian Academy of Sciences, Vologda, Russia<sup>2</sup>Vologda State Dairy Academy named after N.V. Vereshchagin, Vologda, Russia<sup>3</sup>Vologda Institute of Law and Economics of the Federal Penal Service of Russia, Vologda, Russia<sup>4</sup>“Agrokon-Vologda” LTD, Vologda, Russia

✉ platonov70@yandex.ru

Received by the editorial office: 25.07.2024

Accepted in revised: 12.11.2024

Accepted for publication: 26.11.2024

© Smirnova Yu.M., Platonov A.V., Korotkiy A.N.

# Опыт использования болюса для профилактики гипокальцемии у коров в новотельный период

## РЕЗЮМЕ

**Актуальность и методы.** Одним из опасных осложнений у высокопродуктивных коров после отела, влияющих на ход всей лактации, является послеродовой парез, поэтому выбору средств профилактики уделяется большое внимание. Для этих целей в условиях племязавода-колхоза им. 50-летия СССР (Вологодская обл.) изучено действие кальциевого болюса *Calci-mix* производства ООО «Агрокон-Вологда». Коровам контрольной группы не вводили болюс, животным I опытной группы вводили двукратно — первый раз сразу после отела и через 12 часов, II опытной группы — два болюса сразу.

**Результаты.** В сухостойный период у всех коров основные показатели крови находились в пределах нормы, но после отела до введения болюса содержание кальция снизилось (до 32,8%). На 1-е сутки после введения болюса у коров I опытной группы концентрация кальция была выше на 27,9% ( $p \leq 0,01$ ), II — на 44,2% ( $p \leq 0,01$ ). На 3-и сутки в I и II опытных группах содержание кальция находилось в пределах нормы — 2,44 ммоль/л ( $p \leq 0,05$ ) и 2,43 ммоль/л. В контрольной группе на протяжении всего опыта концентрация кальция находилась ниже нормы, что привело к уменьшению величины *Ca/P*. Введение болюса позволило повысить уровень ионизированного кальция в I и II опытных группах (на 13,3% и 21,2%) и смещению отношения *Ca/P* в большую сторону. Таким образом, использование болюса оказало положительное действие и способствовало восполнению недостатка *Ca* у коров в послеродовой период. С учетом того что введение болюса с интервалом во времени приходится зачастую на ночное время суток, наиболее целесообразным считаем однократное введение двух болюсов коровам сразу после отела.

**Ключевые слова:** новотельные коровы, кальциевые болюсы, обмен веществ, показатели крови

**Для цитирования:** Смирнова Ю.М., Платонов А.В., Короткий А.Н. Опыт использования болюса для профилактики гипокальцемии у коров в новотельный период. *Аграрная наука*. 2024; 389(12): 50–57. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-389-12-50-57>

# Experience of using the bolus for preventing hypocalcemia of cows in the fresh period

## ABSTRACT

**Relevance and methods.** Postpartum paresis is one of the serious complications in high-yielding cows after calving affecting the course of the entire lactation, so the focus of attention is on the choice of means of prevention. For these purposes, in the conditions of the breeding farm named after the 50th anniversary of the USSR (Vologda region), the effect of *Calci-mix* calcium bolus produced by “Agrokon-Vologda” LLC was studied. The cows of the control group were not injected with bolus, the animals of the I experimental group were injected twice — the first time immediately after calving and after 12 hours, the II experimental group — two boluses at once.

**Results.** During the dry period, the main blood counts of all cows were within the normal range, but after calving before the introduction of the bolus, the calcium content decreased (to 32.8%). On the 1st day after bolus administration, the calcium concentration in cows of the experimental group I was 27.9% higher ( $p \leq 0.01$ ), II — by 44.2% ( $p \leq 0.01$ ). On the 3rd day in the I and II experimental groups, the calcium content was within the normal range — 2.44 mmol/l ( $p \leq 0.05$ ) and 2.43 mmol/l. In the control group, throughout the entire experiment, the calcium concentration was below normal, which led to a decrease in the *Ca/R* value. The introduction of a bolus allowed to increase the level of ionized calcium in the I and II experimental groups (by 13.3% and 21.2%) and to shift the *Ca/R* ratio upwards. Thus, the use of bolus had a positive effect and contributed to the replenishment of the lack of *Ca* in cows in the postpartum period. Taking into account the fact that the introduction of a bolus with a time interval often occurs at night, we consider the most appropriate single injection of two boluses to cows immediately after calving.

**Key words:** newly calved cow, calcium boluses, metabolism, blood parameters

**For citation:** Smirnova Yu.M., Platonov A.V., Korotkiy A.N. Experience of using the bolus for preventing hypocalcemia of cows in the fresh period. *Agrarian science*. 2024; 389(12): 50–57 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-389-12-50-57>

## Введение/Introduction

Рационы значительной части высокопродуктивных коров дойного стада часто не обеспечивают достаточно поступления в организм целого ряда важнейших витаминов, минеральных солей и микроэлементов [1–3]. Минеральный дефицит никогда не бывает изолированным, а всегда характеризуется существенным нарушением разного вида обменных процессов (минерального, жирового, углеводного и белкового) [4–7].

Между тем хорошо известно, что в период послеродового периода молочные коровы, как правило, находятся в состоянии отрицательного энергетического баланса, во время которого они мобилизуют жировые запасы организма для обеспечения процессов жизнедеятельности. Несмотря на действие гомеостатических механизмов для поддержания параметров крови в пределах физиологических уровней, изменения метаболитов и гормонов происходят в результате повышенных метаболических потребностей у дойных животных. Эти изменения необязательно указывают на заболевания, однако при этом животные на этой стадии становятся более восприимчивыми к ряду метаболических заболеваний, чем в другие периоды жизни, что ставит под угрозу их здоровье и продуктивность [8, 9].

По мнению ряда специалистов, кальций играет важнейшую роль в обеспечении метаболизма животных [10, 11]. Он нормализует обмен веществ, работу нервной системы, сердечную деятельность, работу опорно-двигательного аппарата, активизирует ряд ферментов, стабилизирует трипсин в кишечном химусе и, кроме этого, имеет ключевое значение для высокопродуктивных коров в наиболее критические физиологические периоды [12–14].

Минеральный обмен веществ, в частности обмен кальция, существенно изменяется с началом лактации из-за обширных необратимых потерь для синтеза молока и молока. Так, на заключительном этапе сухостойного периода потребность коровы в кальции составляет всего 30–35 г, но с началом лактации она увеличивается в несколько раз, так как доля кальция в 1 кг молока составляет более 1 г, в молозиве — более 2 г [15, 16].

Из-за внезапной выработки большого количества молока и острого истощения запасов ионизированного кальция в сыворотке у животных может возникнуть гипокальциемия. Животные пытаются удовлетворить возросшие потребности в кальции за счет усиленного всасывания из пищеварительной системы и мобилизации из запасов мышечной и костной тканей [17, 18], как следствие, может происходить расстройство работы нервной системы и кровообращения, нарушение функционирования скелетных и сердечных мышц. На восполнение кальция за счет повышенного усвоения из желудочно-кишечного тракта или костей может уйти до 2 суток [19]. Данный промежуток времени и представляет собой тот опасный период, когда организм животного более всего подвержен развитию клинической формы послеродового пареза, поэтому профилактика послеродовой гипокальциемии занимает одно из ведущих мест в сельскохозяйственном производстве [9, 13].

Для развития заболевания у молочных коров решающее значение имеет питание в последние 4 недели беременности. Доказано, что заболевание встречается чаще, если коровы получают богатую кальцием диету перед отелом. Следовательно, эти коровы не способны немедленно использовать кальций из костей или активно усваивать кальций из пищеварительной системы

во время отела. Вместо этого им требуется несколько дней, чтобы активировать эти механизмы, что делает их весьма восприимчивыми к послеродовому парезу в этот период [20].

Исходя из этого, исторически профилактика послеродового пареза достигалась путем кормления коров рационами с низким содержанием кальция в период сухостоя [5]. Отрицательный баланс кальция запускает мобилизацию кальция перед отелом и лучше снабжает корову возможностью реагировать на огромные потребности в кальции в начале лактации. Потребление кальция должно быть ограничено < 20 г в день, чтобы ограничение было эффективным. В качестве альтернативы желудочно-кишечное всасывание кальция может быть уменьшено с помощью связывающих веществ, так показано, что использование продуктов, содержащих силикаты алюминия, аналогично диете с низким содержанием кальция для достижения его отрицательного баланса перед отелом [21].

Распространенным методом снижения риска гипокальциемии является манипулирование разницей катионов и анионов в предродовом рационе. В настоящее время в целях профилактики активно предлагаются анионные соли для кормления коров в период позднего сухостоя [22, 23]. Однако их применение чревато развитием метаболического ацидоза, снижением уровня глутамин в крови (необходимого для синтеза белка молока), снижением аппетита у коров и качества получаемого молозива. Кроме того, ацидогенные диеты могут изменять клеточный энергетический метаболизм и ухудшать секрецию инсулина и чувствительность жировой ткани к инсулину у молочных коров [24].

Лечение клинической гипокальциемии с помощью внутривенного введения кальция быстро повышает уровень кальция в крови, однако является потенциально опасным [25]. Чрезвычайно высокий уровень кальция в крови может вызвать фатальные сердечные осложнения и затруднить мобилизацию кальция у коров в критические моменты. При появлении брадикардии или аритмии лечение следует прекратить, возобновлять его можно очень медленно, только после нормализации деятельности сердца. Поэтому внутривенное введение кальция не рекомендуется для лечения коров с гипокальциемией, которые всё еще стоят [9].

Для профилактики гипокальциемии корректируют минеральное обеспечение животных, используя минеральные добавки, премиксы, биопрепараты для повышения неспецифического иммунитета, различные вариации витамина D [24, 26–28], однако обогащение кормов премиксами имеет недостатки, в том числе недолгий срок хранения, низкий процент поступления и усвояемости соединений, что обуславливает необходимость поиска новых подходов к решению данной проблемы. Поэтому многие специалисты рекомендуют сразу после отела назначать легкоусвояемые формы кальция в виде болюсов для стабилизации уровня кальция в крови и предотвращения послеродовой гипокальциемии.

В простейшем случае основным содержимым болюса является легкоусвояемое соединение кальция, например лактат кальция с небольшой добавкой целлюлозы. Кроме того, в состав болюса могут входить различные витамины, минеральные добавки, добавки растительного происхождения. Считается, что болюсы позволяют осуществлять индивидуальный подход к животным в зависимости от физиологии, продуктивности

и условий содержания. Болюсы быстро растворяются в рубце и обладают низкой токсичностью. Кальций в форме болюсов позволяет избежать неполного потребления кальциевых соединений (например, из-за выплевывания жидких форм) и обеспечить эффективную профилактику гипокальциемии.

Согласно рекомендациям производителя, при использовании кальциевых болюсов применяют различные схемы: за две или одну неделю до отела и повторно в день отела, за день до отела и в день отела, сразу после отела и др. [29–31].

Сегодня на рынке большой ассортимент весьма эффективных кальциевых препаратов, но в то же время некоторые из них не востребованы практикой из-за высокой стоимости. В связи с этим молочное животноводство в условиях производства нуждается в разработке дешевых и эффективных кальциевых болюсов для новотельных коров.

*Цель исследования* — изучение действия кальциевого болюса Calci-mix в новотельный период коров на динамику кальций-фосфорного обмена.

*Задачи исследования:* изучить гематологические и биохимические показатели крови коров в период сухостоя для оценки состояния здоровья и уровня обменных процессов в организме; оценить действие болюса на уровень кальция и фосфора в крови коров после отела.

#### Материалы и методы исследования / Materials and methods

Испытание кальциевого болюса проводилось в ходе постановки хозяйственного опыта в условиях племязавода-колхоза им. 50-летия СССР Грязовецкого района Вологодской области Российской Федерации с декабря 2023 г. по январь 2024-го.

На предприятии применяется 2-кратное доение коров в сутки в доильном зале типа «Европараллель».

Препарат, участвующий в эксперименте, производится компанией ООО «Агрокон-Вологда» (г. Вологда, Россия).

Calci-mix — это инновационный препарат, разработанный для нормализации обмена веществ и восполнения дефицита кальция у коров после отела. В его состав входят сульфат кальция, хлорид кальция, витамин  $D_3$ .

По внешнему виду болюс имеет цилиндрическую форму с гладкой непрозрачной поверхностью. Покрывает специальной оболочкой, защищающей слизистую пищевода от раздражения. Размеры болюса: диаметр — 33 мм, длина — 140 мм. Содержание кальция в одном болюсе не менее 50 г. Цвет — от белого до светлого-серого, вес каждого болюса — 200 г.

Объект исследований — коровы голштинской породы сразу после отела.

Для изучения профилактической эффективности кальциевого болюса с учетом физиологического состояния (поздний сухостой) и продуктивности были сформированы 3 группы животных (1 контрольная и 2 опытные) по 7 голов.

Содержались эти группы коров в одном помещении беспривязно в секциях по стадиям лактации в соответствии с нормами зоогиgienического контроля. Кормление на предприятии — по сбалансированным и дифференцированным рационам однотипными

полнораціональными кормосмесями, содержание кальция и фосфора в период позднего сухостоя — 70 г и 48 г, после отела — 184 г и 135 г соответственно.

Корам контрольной группы не вводили болюс, животным I опытной группы, согласно инструкции от производителя, введение осуществляли двукратно: первый раз — сразу после отела, второй — с интервалом 12 часов.

Calci-mix задавали животным индивидуально перорально с помощью аппликатора (болюсодавателя) (Agrimin Ltd., Великобритания) для обеспечения попадания болюса в рубец. Животным II опытной группы вводили два болюса сразу после отела (однократно) по двум причинам. Во-первых, дважды вводить болюс крайне неудобно, так как введение второго болюса приходится на ночное время суток, во-вторых, согласно литературным данным, более позднее применение орального кальция может нарушить функции паращитовидной железы [32].

Предварительно перед началом исследований в период позднего сухостоя (за месяц до отела) от 21 коровы отбирали кровь для биохимического (по 20 показателям) и гематологического анализа (по 10 показателям) для подтверждения, что в эксперименте принимают участие животные без явных признаков серьезных изменений в общем анализе крови и в обменных процессах организма.

В последующем забор крови производили от каждого животного по следующей схеме:

- ✓ 1-й раз — сразу после отела до введения кальциевого болюса;
- ✓ 2-й раз — после первого доения;
- ✓ 3-й раз — после второго доения;
- ✓ 4-й раз — после третьего доения;
- ✓ 5-й раз — после четвертого доения;
- ✓ 6-й раз — после пятого доения.

Кровь у каждого животного отбирали сразу после отела в течении 1,5 часов, в последующем — после каждого доения (в 6 час. и в 18 час.) при сортировке животных в зону селекции.

Во время эксперимента соблюдали принципы гуманного отношения к животным<sup>1</sup>.

Содержание ионизированного кальция в сыворотке крови изучали у исследуемых животных сразу после отела перед введением болюса и через сутки после введения (по 3 гол. в группе).

Исследование крови проводили на автоматических анализаторах URIT-3020 (Китай) и iMagic-V7 (Китай) с использованием реактивов фирмы «ДиаВЕТ» (Россия), изучение показателей крови — на оборудовании центра коллективного пользования «Центр сельскохозяйственных исследований и биотехнологий» Вологодского научного центра РАН.

Статистическая обработка материалов исследований проведена согласно общепринятым методикам вариационной статистики Г.Ф. Лакин (1990 г.)<sup>2</sup> на персональном компьютере с помощью программного пакета анализа данных Microsoft Excel (США). Значения полученных результатов отражены в форме средней величины и стандартной ошибки ( $X \pm Sx$ ).

Для оценки достоверности различий между показателями животных опытных групп использовали t-критерий Стьюдента.

<sup>1</sup> Европейская конвенция о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях (ETS No 123) [рус., англ.]. Страсбург. 18.03.1986.

<sup>2</sup> Лакин Г.Ф. Биометрия: учеб. пособие для биол. спецвузов. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Высшая школа. 1990; 352.

## Результаты и обсуждение / Results and discussion

Гематологические показатели крови имеют немаловажное значение, так как помогают вовремя выявлять скрытопротекающие патологические процессы, более точно устанавливая их сущность и характер, улавливать различные осложнения у больного животного еще до начала выраженного клинического проявления. Поэтому в ходе исследований был проведен гематологический анализ крови животных, участвующих в эксперименте в сухостойный период.

Полученные данные показывают, что большинство изучаемых показателей находились в пределах допустимых значений. Так, содержание эритроцитов в крови животных контрольной группы составляло  $6,0 \times 10^{12}/л$ , а у животных опытных групп —  $6,5 \times 10^{12}/л$  и  $6,0 \times 10^{12}/л$  соответственно. Содержание гемоглобина в контрольной группе находилось на уровне 109,0 г/л, в опытных группах — 122,1 г/л и 117,1 г/л.

Обращает на себя внимание несколько повышенное содержание лейкоцитов ( $15,3-17,9 \times 10^9/л$ ) (в зависимости от группы) при верхней границе нормативных значений  $12,0 \times 10^9/л^3$ . Данный факт можно объяснить напряженностью обменных процессов у высокопродуктивных животных и их физиологическим состоянием.

Таким образом, гематологические данные свидетельствуют о том, что у исследуемых животных отсутствовали серьезные патологические процессы в организме.

Изучение биохимических показателей крови имеет большое значение в оценке полноценности кормления животных, так как кровь является средой, через которую клетки организма получают все необходимые для жизнедеятельности питательные вещества и выделяют продукты обмена. В зависимости от условий кормления, качественного состава рациона, высокой продуктивности и ряда других факторов биохимические показатели крови могут в некоторых пределах изменяться, при этом сохраняя в определенной степени постоянство внутренней среды.

В ходе исследований был проведен комплексный анализ крови исследуемого поголовья в сухостойный период по основным показателям для оценки уровня обменных процессов в организме животных (табл. 1).

Изучив уровень обменных процессов в организме животных на начало исследований, было установлено, что по основным параметрам сыворотки крови, отражающей белковый, углеводный, энергетический и минеральный обмен, отклонений от рекомендуемых значений не установлено.

В организме кальций существует в двух формах — связанный с белками (главным образом, с альбуминами) и ионизированной (свободной). Поэтому для объективной оценки концентрации кальция в крови было определено содержание общего белка и альбуминов. При гипопроотеинемии могут отягощаться патологические изменения в минеральном обмене у коров и снижаться эффективность применяемых кальциевых болюсов.

Оценка концентрации щелочной фосфатазы — один из индикаторов нарушения кальций-фосфорного обмена, костных заболеваний, при этом изменения в уровне содержания кальция и фосфора наступают не сразу. Магний принимает участие в нормальной работе нервной и мышечной систем. При дефиците магния в кормах животных затрудняет образование паратгормона (ПТГ), который мобилизует кальций из костной ткани, а повышенное содержание его в рационе тормозит всасывание кальция в кишечнике, так как он конкурирует с ним за желчные кислоты.

Изучая на протяжении исследований в сыворотке крови животных всех групп содержание общего белка, альбуминов, щелочной фосфатазы и магния, отклонений от рекомендуемых значений не установлено (табл. 2).

Изучив динамику концентрации кальция в сыворотке крови исследуемых животных, было отмечено, что сразу после отела (еще до введения болюса) его содержание по сравнению с сухостойным периодом существенно снизилось (до 32,8%) и во всех исследуемых группах находилось приблизительно на одном уровне (2,01–2,09 ммоль/л).

Это объясняется усиленным потреблением кальция для образования молозива и подтверждает, что в первый день после отела высокопродуктивные коровы остро нуждаются в дополнительном поступлении кальция (рис. 1).

В последующем наблюдается повышение содержания кальция в крови животных опытных групп после первого доения, в то же время в контрольной группе коров содержание кальция снизилось ниже критической отметки и составляло 1,72 ммоль/л (ниже нормы 33,8%).

При сравнении с контрольной группой у коров, которым были введены два болюса с интервалом 12 часов, концентрация кальция была выше на 27,9%, а в группе коров с одномоментным введением препарата — на 44,2% ( $p \leq 0,05$ ).

После второго доения в опытных группах коров был достигнут достоверно максимальный уровень кальция и

в I опытной группе находился на уровне 2,67 ммоль/л ( $p \leq 0,01$ ), во II — 2,81 ммоль/л ( $p \leq 0,01$ ), при этом более высокая концентрация кальция во II группе коров объясняется введением сразу двух болюсов и в совокупности большей концентрацией кальция, поступившего в организм животного.

В контрольной группе коров концентрация кальция повысилась по сравнению с I группой на 0,2 ммоль/л (1,92 ммоль/л), но тем не менее находилась ниже рекомендуемых значений.

Таблица 1. Биохимические показатели крови животных в сухостойный период (n = 7)  
Table 1. Biochemical parameters of animal blood during the dry period (n = 7)

| Показатели               | Нормативные значения <sup>4</sup> | Группы коров   |                |               |
|--------------------------|-----------------------------------|----------------|----------------|---------------|
|                          |                                   | контрольная    | I опытная      | II опытная    |
| Белок общий, г/л         | 60,00–89,00                       | 69,50 ± 1,80   | 77,90 ± 7,51   | 74,50 ± 6,17  |
| Альбумины, г/л           | 35,00–50,00                       | 39,10 ± 0,98   | 39,31 ± 0,60   | 43,72 ± 3,11  |
| Щелочная фосфатаза, Ед/л | 55,00–190,00                      | 147,70 ± 15,10 | 103,11 ± 21,01 | 79,20 ± 30,41 |
| Фосфор, ммоль/л          | 1,29–2,10                         | 1,68 ± 0,10    | 1,43 ± 0,23    | 1,83 ± 0,09   |
| Кальций, ммоль/л         | 2,30–3,80                         | 2,67 ± 0,12    | 2,78 ± 0,16    | 2,87 ± 0,09   |
| Магний, ммоль/л          | 0,80–1,50                         | 1,17 ± 0,04    | 1,08 ± 0,18    | 1,08 ± 0,05   |

<sup>3</sup> Алиев А.А., Рукавишников С.А., Ахмедов Т.А., Пушкин А.С., Рассоха Т.А., Сагинбаев У.Р., Трушкин В.А., Никитина А.А. Клиническая гематология: учебник для вузов. СПб.: Лань. 2021; 120.

<sup>4</sup> Туренкова Е.Н., Мороз М.Т., Олексиевич Е.А. Основные нарушения обмена веществ высокопродуктивных молочных коров. Плинон. 2013; 84.

Таблица 2. Биохимические показатели крови животных после отела (n = 7)

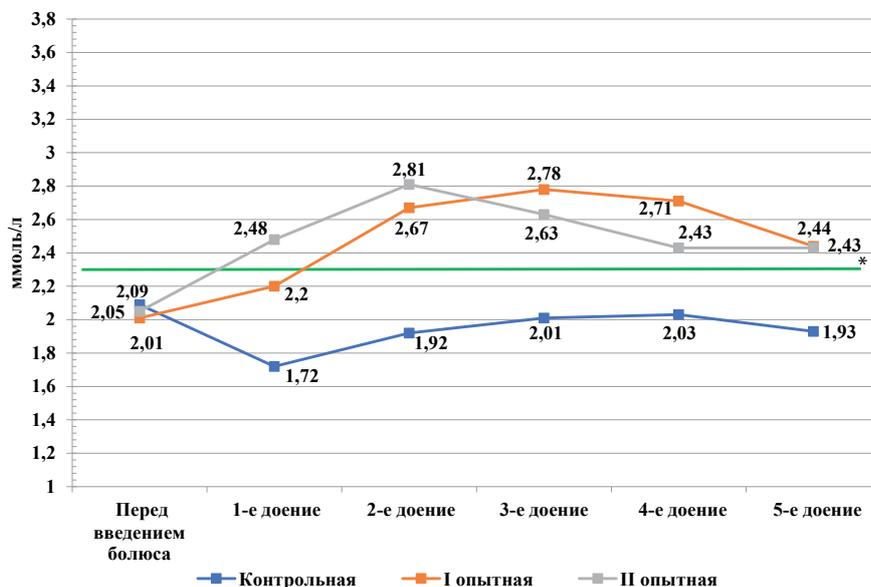
Table 2. Biochemical parameters of the blood of animals after calving (n = 7)

| Группы животных                            | Белок общий, г/л | Альбумины, г/л | ЩФ, Ед/л       | Фосфор, ммоль/л | Кальций, ммоль/л | Са/Р        | Магний, ммоль/л |
|--|------------------|----------------|----------------|-----------------|------------------|-------------|-----------------|
| <i>После отела, перед введением болюса</i> |                  |                |                |                 |                  |             |                 |
| Контрольная                                | 71,91 ± 2,60     | 40,40 ± 1,55   | 182,51 ± 18,42 | 1,53 ± 0,13     | 2,09 ± 0,21      | 1,38 ± 0,18 | 1,31 ± 0,05     |
| I опытная                                  | 70,10 ± 1,94     | 39,62 ± 0,68   | 169,60 ± 9,15  | 1,31 ± 0,19     | 2,01 ± 0,14      | 1,53 ± 0,16 | 1,28 ± 0,04     |
| II опытная                                 | 73,18 ± 0,32     | 43,40 ± 1,40   | 174,72 ± 22,58 | 1,29 ± 0,31     | 2,05 ± 0,17      | 1,59 ± 0,21 | 1,44 ± 0,12     |
| <i>После 1-го доения</i>                   |                  |                |                |                 |                  |             |                 |
| Контрольная                                | 67,90 ± 1,00     | 38,38 ± 0,50   | 179,50 ± 18,89 | 1,45 ± 0,09     | 1,72 ± 0,22      | 1,19 ± 0,14 | 1,10 ± 0,04     |
| I опытная                                  | 68,08 ± 1,37     | 38,62 ± 0,88   | 181,33 ± 18,06 | 1,31 ± 0,17     | 2,20 ± 0,18*     | 1,68 ± 0,16 | 1,18 ± 0,05     |
| II опытная                                 | 70,02 ± 1,58     | 39,03 ± 2,10   | 120,51 ± 31,45 | 1,37 ± 0,06     | 2,48 ± 0,19*     | 1,81 ± 0,13 | 1,47 ± 0,16     |
| <i>После 2-го доения</i>                   |                  |                |                |                 |                  |             |                 |
| Контрольная                                | 70,97 ± 1,52     | 39,90 ± 0,92   | 186,60 ± 16,75 | 1,51 ± 0,10     | 1,92 ± 0,06      | 1,27 ± 0,06 | 1,12 ± 0,04     |
| I опытная                                  | 66,39 ± 1,54     | 38,06 ± 0,74   | 171,10 ± 15,56 | 1,33 ± 0,18     | 2,67 ± 0,15***   | 2,00 ± 0,17 | 1,29 ± 0,04     |
| II опытная                                 | 76,18 ± 3,63     | 45,47 ± 4,20   | 138,31 ± 37,79 | 1,26 ± 0,31     | 2,81 ± 0,20**    | 2,23 ± 0,22 | 1,49 ± 0,07     |
| <i>После 3-го доения</i>                   |                  |                |                |                 |                  |             |                 |
| Контрольная                                | 70,16 ± 2,25     | 38,39 ± 0,90   | 147,70 ± 25,09 | 1,49 ± 0,09     | 2,01 ± 0,10      | 1,35 ± 0,09 | 1,08 ± 0,06     |
| I опытная                                  | 71,99 ± 1,93     | 38,24 ± 0,91   | 121,21 ± 5,69  | 1,24 ± 0,04     | 2,78 ± 0,05***   | 2,24 ± 0,05 | 1,35 ± 0,07     |
| II опытная                                 | 73,93 ± 0,15     | 40,49 ± 0,05   | 125,72 ± 1,84  | 1,31 ± 0,01     | 2,63 ± 0,04***   | 2,00 ± 0,03 | 1,27 ± 0,05     |
| <i>После 4-го доения</i>                   |                  |                |                |                 |                  |             |                 |
| Контрольная                                | 72,63 ± 0,92     | 38,49 ± 1,16   | 145,40 ± 25,24 | 1,49 ± 0,12     | 2,03 ± 0,02      | 1,36 ± 0,06 | 1,10 ± 0,06     |
| I опытная                                  | 71,65 ± 1,90     | 38,33 ± 0,91   | 144,41 ± 13,62 | 1,35 ± 0,05     | 2,71 ± 0,15***   | 2,00 ± 0,11 | 1,33 ± 0,08     |
| II опытная                                 | 73,93 ± 0,15     | 40,49 ± 0,05   | 154,31 ± 12,64 | 1,41 ± 0,01     | 2,43 ± 0,10**    | 1,72 ± 0,08 | 1,27 ± 0,05     |
| <i>После 5-го доения</i>                   |                  |                |                |                 |                  |             |                 |
| Контрольная                                | 69,11 ± 4,32     | 36,48 ± 0,94   | 194,10 ± 21,03 | 1,89 ± 0,05     | 1,93 ± 0,05      | 1,02 ± 0,05 | 1,15 ± 0,06     |
| I опытная                                  | 76,26 ± 0,48     | 40,53 ± 0,69   | 161,30 ± 8,34  | 1,26 ± 0,07     | 2,44 ± 0,23*     | 1,94 ± 0,12 | 1,34 ± 0,21     |
| II опытная                                 | 76,52 ± 0,03     | 40,60 ± 1,09   | 144,70 ± 19,83 | 1,36 ± 0,06     | 2,43 ± 0,28      | 1,79 ± 0,16 | 1,23 ± 0,16     |
| Норма                                      | 60,00–89,00      | 35,00–50,00    | 55,00–190,00   | 1,29–2,10       | 2,30–3,80        | 1,50–2,10   | 0,80–1,50       |

Примечание: \* p ≤ 0,05, \*\* p ≤ 0,01, \*\*\* p ≤ 0,001.

Рис. 1. Динамика уровня кальция в сыворотке крови подопытных коров (n = 7)

Fig. 1. Dynamics of calcium in the blood serum of experimental cows (n = 7)



Примечание: \* зеленой линией обозначена нижняя граница рекомендуемой концентрации кальция в сыворотке крови.

На 2-е сутки более высокое содержание (2,78 ммоль/л) (p ≤ 0,01) и менее резкое снижение (2,60%) концентрации кальция были отмечены в сыворотке крови I опытной группы, и по сравнению со II группой объясняется тем, что, вероятнее всего, в данной группе введение второго болюса растянулось от 12 до 24 часов, тем самым действие препарата поддерживало высокую концентрацию кальция в сыворотке животных более длительный период.

В контрольной группе концентрация кальция на протяжении двух суток находилась ниже рекомендуемых значений. В I и II опытных группах после 5-го доения содержание кальция находилось в пределах рекомендуемых значений и приблизительно на одном уровне — 2,44 ммоль/л (p ≤ 0,05) и 2,43 ммоль/л соответственно.

Ионизированный кальций составляет 50% от всего его количества в крови, обладает физиологической активностью и является самым информативным показателем кальциевого обмена (рис. 2).

Именно уменьшение концентрации ионизированного кальция вызывает симптомы гипокальциемии.

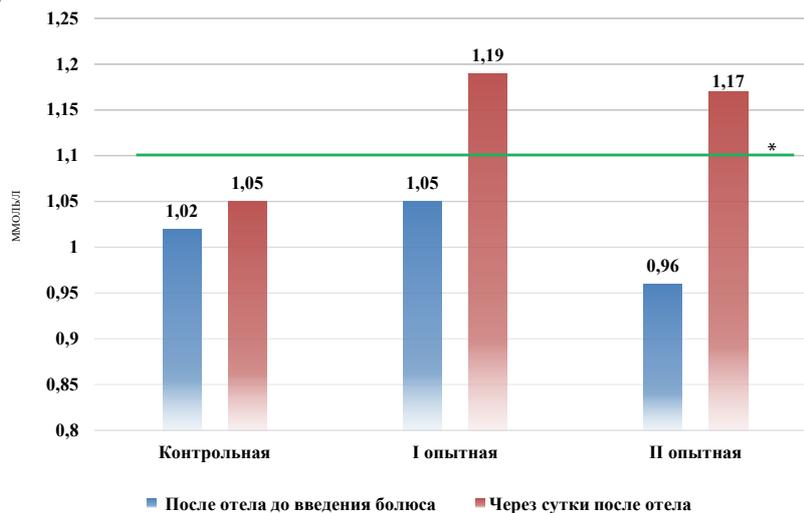
Использование кальциевого болюса позволило повысить уровень ионизированного кальция крови в I и II опытных группах на 13,3% и 21,2%, соответственно, по сравнению с концентрацией до введения препарата, что свидетельствует о восполнении в крови свободного кальция, тем самым исключая серьезные формы гипокальциемии.

Фосфор необходим для нормального белкового, жирового и углеводного обмена.

Данные по динамике содержания фосфора в крови исследуемых животных представлены на рисунке 3.

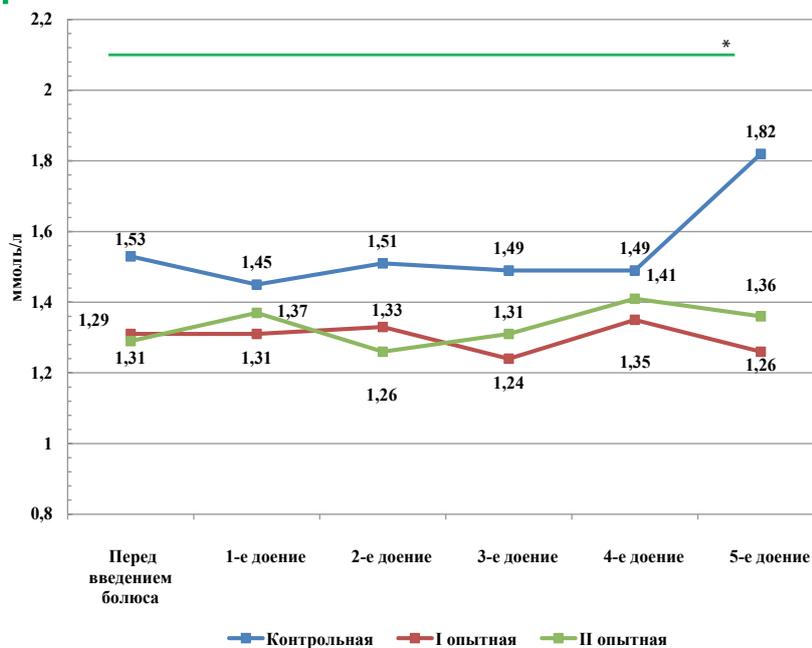
Метаболизм кальция тесно связан с обменом фосфора. При анализе содержания фосфора в сыворотке было установлено, что за период эксперимента его концентрация между группами существенно не различалась и находилась в пределах допустимых

**Рис. 2.** Содержание ионизированного кальция в сыворотке крови опытных коров (n = 3)  
**Fig. 2.** The content of ionized calcium in the blood serum of experimental cows (n = 3)



Примечание: \* зеленой линией обозначена нижняя граница рекомендуемой концентрации ионизированного кальция в сыворотке крови.

**Рис. 3.** Динамика фосфора в сыворотке крови подопытных коров (n = 7)  
**Fig. 3.** Dynamics of phosphorus in the blood serum of experimental cows (n = 7)



Примечание: \* зеленой линией обозначена верхняя граница рекомендуемой концентрации фосфора в сыворотке крови.

значений. Лишь у отдельных животных в опытных группах значения фосфора находились на уровне нижней границы нормативных показателей.

Кроме этого, обращает на себя внимание факт существенного повышения фосфора (до 1,82 ммоль/л — на 25,5%) в контрольной группе коров на третий день после отела, что наблюдается на фоне пониженного содержания кальция в данной группе и может быть связано с действием паратгормона, который при недостатке кальция в крови обеспечивает его высвобождение из костей, при этом происходит и высвобождение фосфора с последующим повышением его содержания в сыворотке крови коров.

При анализе соотношения кальция и фосфора в сыворотке крови новотельных коров (табл. 3) следует, что в опытных группах животных после использования болюса за счет нормализации кальциевого обмена кальциево-фосфорное отношение имело более оптимальное значение по сравнению с показателями контрольной группы.

### Заключение/Conclusion

Результаты исследований свидетельствуют о том, что использование *Calci-mix* оказало положительное и схожее действие как при введении двух болюсов с интервалом в 12 часов (I опытная группа), так и одномоментное (II опытная группа) и способствовало восполнению недостатка кальция у коров в послеродовой период, соответственно, на 17,6% и 15,6% при одновременном смещении кальций-фосфорного отношения в большую величину.

С учетом того что при использовании препарата *Calci-mix* с интервалом через 12 часов введение второго болюса приходится зачастую на ночное время суток, наиболее целесообразно введение коровам после отела сразу двух болюсов за один раз.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data. All authors made an equal contribution to the work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Ulivanova G., Fedosova O., Karelina O., Kulakov V., Sayitkhanov E. Analysis of the influence of feeding on the change in the mineral composition of blood of the cattle of different physiological groups when intensifying production. *Improving Energy Efficiency, Environmental Safety and Sustainable Development in Agriculture. International Scientific and Practical Conference*. London: IOP Publishing Ltd. 2022; 979: 012088. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/979/1/012088>
- Sufyanova L. et al. Evaluation of the quality and safety of cows' milk when using the mineral element. *E3S Web of Conferences. International Scientific and Practical Conference "Development and Modern Problems of Aquaculture" (AQUACULTURE 2022)*. EDP Sciences. 2023; 381: 01031. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202338101031>

### REFERENCES

- Ulivanova G., Fedosova O., Karelina O., Kulakov V., Sayitkhanov E. Analysis of the influence of feeding on the change in the mineral composition of blood of the cattle of different physiological groups when intensifying production. *Improving Energy Efficiency, Environmental Safety and Sustainable Development in Agriculture. International Scientific and Practical Conference*. London: IOP Publishing Ltd. 2022; 979: 012088. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/979/1/012088>
- Sufyanova L. et al. Evaluation of the quality and safety of cows' milk when using the mineral element. *E3S Web of Conferences. International Scientific and Practical Conference "Development and Modern Problems of Aquaculture" (AQUACULTURE 2022)*. EDP Sciences. 2023; 381: 01031. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202338101031>

3. Trebukhov A., Shaganova E., Momot N., Kolina Ju., Terebova S. The effect of various additives on milk productivity. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International Scientific and Practical Conference "Environmental Problems of Food Security"*. IOP Publishing Ltd. 2022; 1043: 012025. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1043/1/012025>
4. Пилейко В.В., Мацинович А.А., Рыбаков Ю.А., Яцына В.В. Профилактика и лечение при родильном парезе коров в условиях беспривязного содержания. *Ученые записки учреждения образования «Витебская академия Знак Почёта государственная академия ветеринарной медицины»*. 2011; 47(1): 225–229. <https://www.elibrary.ru/sjdykf>
5. Белова С.Н., Смоловская О.В., Плешков В.А., Семечкова А.В. Оценка и оптимизация минерального обмена лактирующих коров. *Пермский аграрный вестник*. 2022; (3): 46–54. [https://doi.org/10.47737/2307-2873\\_2022\\_39\\_46](https://doi.org/10.47737/2307-2873_2022_39_46)
6. Ghasemi N., Amanlou H., Maheri-Sis N., Salamatdoust-Nobar R., Jozghasemi S. Relationship between hypocalcemia immediately after calving with metabolic disorders and body condition score in Holstein cows. *Open Veterinary Journal*. 2024; 14(3): 805–813. <https://doi.org/10.5455/OVJ.2024.v14.i3.7>
7. Юлдашбаев Ю.А. и др. Влияние генотипа баранчиков на минеральный обмен. *Овцы, козы, шерстяное дело*. 2024; 1: 15–18. <https://doi.org/10.26897/2074-0840-2024-1-15-18>
8. Ситчихина А.В., Герцева К.А., Сайтханов Э.О., Никулова Л.В. Изменения некоторых физиологических показателей обмена веществ у коров в период раздоя. *Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана*. 2023; (4): 244–248. <https://www.elibrary.ru/qsvxuj>
9. Tufarelli V., Puvaca N., Glamočić D., Pugliese G., Colonna M.A. The Most Important Metabolic Diseases in Dairy Cattle during the Transition Period. *Animals*. 2024; 14(5): 816. <https://doi.org/10.3390/ani14050816>
10. Асташкина Е.Г., Ребезов М.Б. Технологические свойства мышечной ткани молодняка крупного рогатого скота, получавшего с кормом ломонтит. *Достижения сельскохозяйственной и биологической науки в животноводстве. Материалы конференции*. Великий Новгород: Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого. 2007; 12–14. <https://www.elibrary.ru/zalhdh>
11. Okuskhanova E. et al. Role of calcium, magnesium and phosphorus in human body. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2018; 9(6): 258–261. <https://www.elibrary.ru/ymkzcp>
12. Кислякова Е.М., Софронова И.В. Особенности воспроизводительных функций коров-первотелок при использовании в рационах разных форм глюконата кальция. *Зоотехния*. 2013; (1): 31–32. <https://www.elibrary.ru/plxtgf>
13. Fiorentin E.L. et al. Occurrence of subclinical metabolic disorders in dairy cows from western Santa Catarina state, Brazil. *Pesquisa Veterinária Brasileira*. 2018; 38(4): 629–634. <https://doi.org/10.1590/1678-5150-PVB-5156>
14. Разумовский Н. Кальций в кормлении коров. *Ветеринарное дело*. 2023; (5): 22–28. <https://www.elibrary.ru/asfcfc>
15. Wenning P., Grünberg W. Die Prävention der peripartalen Hypokalzämie des Rindes. *Der Praktische Tierarzt*. 2015; 96: 812–821.
16. Vieira-Neto A., Lean I.J., Santos J.E.P. Periparturient Mineral Metabolism: Implications to Health and Productivity. *Animals*. 2024; 14(8): 1232. <https://doi.org/10.3390/ani14081232>
17. Булгакова Г. Рацион коров: важность кальций-фосфорного отношения. *Комбикорма*. 2014; (3): 85–87. <https://www.elibrary.ru/rxbxkf>
18. Felsenfeld A.J., Levine B.S. Milk Alkali Syndrome and the Dynamics of Calcium Homeostasis. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*. 2006; 1(4): 641–654. <https://doi.org/10.2215/CJN.01451005>
19. Корс И., Венинг П., Грунберг В. Предотвратить родильный парез: что эффективно?. *Рынок АПК*. 2021; (8): 74–78.
20. DeGaris P.J., Lean I.J. Milk fever in dairy cows: A review of pathophysiology and control principles. *The Veterinary Journal*. 2008; 176(1): 58–69. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2007.12.029>
21. Kerwin A.L. et al. Effects of feeding synthetic zeolite A during the prepartum period on serum mineral concentration, oxidant status, and performance of multiparous Holstein cows. *Journal of Dairy Science*. 2019; 102(6): 5191–5207. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16272>
22. Vagnoni D.B., Davidson M., Rubio L., Oetzel G.R., Comets E. Effects of Postpartum Supplemental Oral Ca for Dairy Cows Fed Prepartum Dietary Acidogenic Salts. *Animals*. 2021; 11(11): 3131. <https://doi.org/10.3390/ani11113131>
23. Гордейко А.В., Воронов А.В. Обмен ионизированного кальция и изменение рН мочи у коров в транзитный период при использовании анионных солей. *Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства*. 2023; 26(2): 222–229. <https://www.elibrary.ru/hpoxml>
24. Vieira-Neto A. et al. Duration and degree of diet-induced metabolic acidosis prepartum alter tissue responses to insulin in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2021; 104(2): 1660–1679. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18787>
25. Wilms J., Wang G., Doelman J., Jacobs M., Martín-Tereso J. Intravenous calcium infusion in a calving protocol disrupts calcium homeostasis compared with an oral calcium supplement. *Journal of Dairy Science*. 2019; 102(7): 6056–6064. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15754>
3. Trebukhov A., Shaganova E., Momot N., Kolina Ju., Terebova S. The effect of various additives on milk productivity. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International Scientific and Practical Conference "Environmental Problems of Food Security"*. IOP Publishing Ltd. 2022; 1043: 012025. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1043/1/012025>
4. Pileiko V.V., Matsinovich A.A., Rybakov Yu.A., Yatsyna V.V. Prevention and treatment of maternity paresis of cows in free-stall conditions. *Scientific notes of the educational institution "Vitebsk Order of the Badge of Honor State Academy of Veterinary Medicine"*. 2011; 47(1): 225–229 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/sjdykf>
5. Belova S.N., Smolovskaya O.V., Pleshkov V.A., Semechkova A.V. Evaluation and optimization of mineral metabolism in lactating cows. *Perm Agrarian Journal*. 2022; (3): 46–54 (in Russian). [https://doi.org/10.47737/2307-2873\\_2022\\_39\\_46](https://doi.org/10.47737/2307-2873_2022_39_46)
6. Ghasemi N., Amanlou H., Maheri-Sis N., Salamatdoust-Nobar R., Jozghasemi S. Relationship between hypocalcemia immediately after calving with metabolic disorders and body condition score in Holstein cows. *Open Veterinary Journal*. 2024; 14(3): 805–813. <https://doi.org/10.5455/OVJ.2024.v14.i3.7>
7. Yuldashbaev Yu.A. et al. Influence of ram genotype on mineral metabolism. *Sheep, goats, wool business*. 2024; 1: 15–18 (in Russian). <https://doi.org/10.26897/2074-0840-2024-1-15-18>
8. Sitchikhina A.V., Hertseva K.A., Saitkhanov E.O., Nikulova L.V. Changes in some physiological indicators of metabolism in cows during the milking period. *Scientific notes Kazan Bauman state academy of veterinary medicine*. 2023; (4): 244–248 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/qsvxuj>
9. Tufarelli V., Puvaca N., Glamočić D., Pugliese G., Colonna M.A. The Most Important Metabolic Diseases in Dairy Cattle during the Transition Period. *Animals*. 2024; 14(5): 816. <https://doi.org/10.3390/ani14050816>
10. Astashkina E.G., Rebezov M.B. Technological properties of muscle tissue of young cattle fed with laumontite. *Achievements of agricultural and biological science in animal husbandry. Conference materials*. Veliky Novgorod: Yaroslav the-Wise Novgorod State University. 2007; 12–14 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/zalhdh>
11. Okuskhanova E. et al. Role of calcium, magnesium and phosphorus in human body. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2018; 9(6): 258–261. <https://www.elibrary.ru/ymkzcp>
12. Kislyakova E.M., Sofronova I.V. Cow-heifers' reproductive functions peculiarities by using the different forms of calcium gluconate in rations. *Zootechniya*. 2013; (1): 31–32 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/plxtgf>
13. Fiorentin E.L. et al. Occurrence of subclinical metabolic disorders in dairy cows from western Santa Catarina state, Brazil. *Pesquisa Veterinária Brasileira*. 2018; 38(4): 629–634. <https://doi.org/10.1590/1678-5150-PVB-5156>
14. Razumovsky N. Calcium in feeding cows. *Veterinarnoye delo*. 2023; (5): 22–28 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/asfcfc>
15. Wenning P., Grünberg W. Prevention of hypocalcaemia in dairy cattle. *Der Praktische Tierarzt*. 2015; 96: 812–821 (in German).
16. Vieira-Neto A., Lean I.J., Santos J.E.P. Periparturient Mineral Metabolism: Implications to Health and Productivity. *Animals*. 2024; 14(8): 1232. <https://doi.org/10.3390/ani14081232>
17. Bulgakova G. Cow diet: the importance of the calcium-phosphorus ratio. *Комбикорма*. 2014; (3): 85–87 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/rxbxkf>
18. Felsenfeld A.J., Levine B.S. Milk Alkali Syndrome and the Dynamics of Calcium Homeostasis. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*. 2006; 1(4): 641–654. <https://doi.org/10.2215/CJN.01451005>
19. Cors I., Vening P., Grunberg V. Preventing birth paresis: what is effective?. *Rynok APK*. 2021; (8): 74–78 (in Russian).
20. DeGaris P.J., Lean I.J. Milk fever in dairy cows: A review of pathophysiology and control principles. *The Veterinary Journal*. 2008; 176(1): 58–69. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2007.12.029>
21. Kerwin A.L. et al. Effects of feeding synthetic zeolite A during the prepartum period on serum mineral concentration, oxidant status, and performance of multiparous Holstein cows. *Journal of Dairy Science*. 2019; 102(6): 5191–5207. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16272>
22. Vagnoni D.B., Davidson M., Rubio L., Oetzel G.R., Comets E. Effects of Postpartum Supplemental Oral Ca for Dairy Cows Fed Prepartum Dietary Acidogenic Salts. *Animals*. 2021; 11(11): 3131. <https://doi.org/10.3390/ani11113131>
23. Gordeyko A.V., Voronov A.V. Exchange of ionized calcium and changes in urine pH in cows during the transit period when using anionic salts. *Aktual'nyye problemy intensivnogo razvitiya zhivotnovodstva*. 2023; 26(2): 222–229 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/hpoxml>
24. Vieira-Neto A. et al. Duration and degree of diet-induced metabolic acidosis prepartum alter tissue responses to insulin in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2021; 104(2): 1660–1679. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18787>
25. Wilms J., Wang G., Doelman J., Jacobs M., Martín-Tereso J. Intravenous calcium infusion in a calving protocol disrupts calcium homeostasis compared with an oral calcium supplement. *Journal of Dairy Science*. 2019; 102(7): 6056–6064. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15754>

26. Рязанов И.Г., Рогов Р.В., Круглова Ю.С. Применение кормовой добавки «Монокальций фосфат» для лечения и профилактики остео дистрофии крупного рогатого скота. *Ветеринария, зоотехния и биотехнология*. 2019; (1): 37–43.  
<https://www.elibrary.ru/zbaimh>

27. Мицурина Е.А., Гамко Л.Н. Качественные показатели молока, продуктивность лактирующих коров и изменения состава крови при скармливании минеральных добавок. *Аграрная наука*. 2021; (1): 26–29.  
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-344-1-26-29>

28. Семенов В.Г. и др. Профилактика субклинических форм кетоза и гипокальциемии молочных коров. *Аграрная наука*. 2022; (11): 29–35.  
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-364-11-29-35>

29. Племяшов К., Романенко Л., Корочкина Е., Бахта А., Анипченко П. Минеральные болюсы в транзитный период. *Животноводство России*. 2015; (11): 48–49.  
<https://www.elibrary.ru/vkqkrf>

30. Быстрова И.Ю., Майорова Ж.С., Герцева К.А., Киселева Е.В., Лозовану М.И. Применение кальциевых болюсов в животноводстве. *Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева*. 2021; 13(4): 33–41.  
<https://doi.org/10.36508/RSATU.2021.41.19.004>

31. Pinedo P. *et al.* Effect of oral calcium administration on metabolic status and uterine health of dairy cows with reduced postpartum rumination and eating time. *BMC Veterinary Research*. 2021; 17: 178.  
<https://doi.org/10.1186/s12917-021-02881-2>

32. Copp D.H. Parathyroids, calcitonin, and control of plasma calcium. *Recent progress in hormone research*. 1964; 20: 59–88.  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14285046/>

#### ОБ АВТОРАХ

**Юлия Михайловна Смирнова<sup>1, 2</sup>**  
 кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник<sup>1</sup>;  
 кандидат сельскохозяйственных наук, доцент<sup>2</sup>  
[julya\\_smirnova\\_35@list.ru](mailto:julya_smirnova_35@list.ru)  
<http://orcid.org/0000-0002-9155-5110>

**Андрей Викторович Платонов<sup>1, 3</sup>**  
 кандидат биологических наук, доцент, ведущий научный сотрудник<sup>1</sup>;  
 кандидат биологических наук, доцент<sup>3</sup>  
[platonov70@yandex.ru](mailto:platonov70@yandex.ru)  
<http://orcid.org/0000-0002-1110-7116>

**Алексей Николаевич Короткий<sup>4</sup>**  
 кандидат сельскохозяйственных наук, директор  
[sldir@agrocon.ru](mailto:sldir@agrocon.ru)

<sup>1</sup>Вологодский научный центр РАН,  
 ул. им. Горького, 56А, Вологда, 160014, Россия

<sup>2</sup>Вологодская государственная молочно-хозяйственная академия  
 им. Н.В. Верещагина,  
 ул. им. Шмидта, 2, с. Молочное, Вологда, 160555, Россия

<sup>3</sup>Вологодский институт права и экономики Федеральной службы  
 исполнения наказаний России,  
 ул. им. Щетинина, 2, Вологда, 160002, Россия

<sup>4</sup>ООО «Агрокон-Вологда»,  
 ул. им. А. Клубова, 18А-5, Вологда, 160004, Россия

26. Ryazanov I.G., Rogov R.V., Kruglova Yu.S. The use of food additives "Monocalcium phosphate" for the treatment and prevention of osteodystrophy of cattle. *Veterinary, Zootechnics and Biotechnology*. 2019; (1): 37–43 (in Russian).  
<https://www.elibrary.ru/zbaimh>

27. Mitsurina E.A., Gamko L.N. Milk quality indicators, productivity in cows and changes in blood composition when feeding mineral supplements. *Agrarian science*. 2021; (1): 26–29 (in Russian).  
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-344-1-26-29>

28. Semenov V.G. *et al.* Prevention of subclinical forms of ketosis and hypocalcemia in dairy cows. *Agrarian science*. 2022; (11): 29–35 (in Russian).  
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-364-11-29-35>

29. Plemyashov K., Romanenko L., Korochkina E., Bakhta A., Anipchenko P. Mineral boluses in transit period. *Animal Husbandry of Russia*. 2015; (11): 48–49 (in Russian).  
<https://www.elibrary.ru/vkqkrf>

30. Bystrova I.Yu., Mayorova Zh.S., Hertseva K.A., Kiseleva E.V., Lozovanu M.I. The use of calcium boluses in animal husbandry. *Herald of Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev*. 2021; 13(4): 33–41 (in Russian).  
<https://doi.org/10.36508/RSATU.2021.41.19.004>

31. Pinedo P. *et al.* Effect of oral calcium administration on metabolic status and uterine health of dairy cows with reduced postpartum rumination and eating time. *BMC Veterinary Research*. 2021; 17: 178.  
<https://doi.org/10.1186/s12917-021-02881-2>

32. Copp D.H. Parathyroids, calcitonin, and control of plasma calcium. *Recent progress in hormone research*. 1964; 20: 59–88.  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14285046/>

#### ABOUT THE AUTHORS

**Yulia Mikhailovna Smirnova<sup>1, 2</sup>**  
 Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher<sup>1</sup>;  
 Candidate of Agricultural Sciences, Assistant Professor<sup>2</sup>  
[julya\\_smirnova\\_35@list.ru](mailto:julya_smirnova_35@list.ru)  
<http://orcid.org/0000-0002-9155-5110>

**Andrey Viktorovich Platonov<sup>1, 3</sup>**  
 Candidate of Biological Sciences, Assistant Professor, Leading Researcher<sup>1</sup>;  
 Candidate of Biological Sciences, Associate Professor<sup>3</sup>  
[platonov70@yandex.ru](mailto:platonov70@yandex.ru)  
<http://orcid.org/0000-0002-1110-7116>

**Alexey Nikolaevich Korotkiy<sup>4</sup>**  
 Candidate of Agricultural Sciences, Director  
[sldir@agrocon.ru](mailto:sldir@agrocon.ru)

<sup>1</sup>Vologda Research Center of the Russian Academy of Sciences,  
 56A Gorky Str., Vologda, 160014, Russia

<sup>2</sup>Vologda State Dairy Academy named after N.V. Vereshchagin,  
 2 Schmidt Str., Molochnoye village, Vologda, 160555, Russia

<sup>3</sup>Vologda Institute of Law and Economics of the Federal Penitentiary Service of Russia,  
 2 Shchetinin Str., Vologda, 160002, Russia

<sup>4</sup>"Agrokon-Vologda" Ltd.,  
 18A-5 A. Klubov Str., Vologda, 160004, Russia