

636.2.04 46.0-4
С47
1076701
И. К. Слесарев,
А. С. Зеньков



БОР



ФТОР

Минеральное питание крупного рогатого скота



АЛЮМИНИЙ



КОБАЛТ



НИКЕЛЬ



МАРТАНЕЦ



И. К. Слесарев,
А. С. Зеньков

Минеральное
питание
крупного
рогатого скота

Минск «Ураджай» 1987.

ББК 45.45

С 47

УДК 636.2.085.12

Рецензент *А. П. Шпаков*, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зав. кафедрой кормления сельскохозяйственных животных Витебского ордена «Знак Почета» ветеринарного института.

Слесарев И. К., Зеньков А. С.

С 47 Минеральное питание крупного рогатого скота.—
Мн.: Ураджай, 1987.— 63 с.

Рассказывается о роли минеральных веществ в жизнедеятельности организма животных. Даются нормы потребности в этих элементах питания различных возрастных групп крупного рогатого скота. Рекомендуются добавки, восполняющие минеральную недостаточность рационов, а также способы их скармливания.

Для руководителей хозяйств, зоотехников, ветврачей, работников животноводческих ферм и комплексов.

3804020100—030

С 65—87

ББК 45.45

М 305(03)—87

© Издательство «Ураджай», 1987

ВВЕДЕНИЕ

Одним из главных условий реализации Продовольственной программы СССР, достижения намеченных в ней рубежей по производству молока и мяса является качественное преобразование материально-технической базы животноводства, планомерный перевод его на индустриальную основу. Интенсификация животноводства предусматривает всемерный рост продуктивности скота, главным образом за счет улучшения кормления животных. С этой целью повышается урожайность кормовых культур, расширяется промышленное изготовление комбикормов, обогащенных витаминами, микроэлементами, антибиотиками и т. д.

Укрепление кормовой базы и успехи селекционно-племенной работы позволили значительно повысить продуктивность животных. Например, удои коров черно-пестрой породы в племязаводах Белоруссии в среднем превышают 4 тыс. кг молока в год. Продуктивность коров селекционных стад еще выше: 6 тыс. кг и более, коровы-рекордистки дают по 10—11 тыс. кг молока за лактацию.

Однако индустриализация животноводства, характеризующаяся ростом концентрации поголовья, интенсивным использованием высокопродуктивных животных в условиях промышленных комплексов, и связанные с этим изменения технологии производства и приготовления кормов поставили перед наукой и практикой ряд неизвестных ранее проблем. Прежде всего, значительное увеличение площадей высокопродуктивных пастбищ с поливом и высоким фоном минеральных удобрений, широкое внедрение различного вида искусственно высушенных кормов разного режима обработки, все расширяющееся применение всевозможных заменителей цельного молока, кормов и добавок химического и микробиологического синтеза, с одновременным ростом генетического потенциала скота во многих случаях существенно изменяют потребности животных и способы удовлетворения этих потребностей в питательных веществах вообще и минеральных в частности.

Несмотря на способности организма регулировать постоянство минерального состава своего тела даже при больших колебаниях содержания минеральных веществ в кормах и воде, зачастую при интенсивном использовании животных имеющихся возможностей этих регуляторных механизмов становится явно недостаточно для поддержания внутреннего гомеостаза. Такая ситуация может возникать при недостаточном или избыточном поступлении в организм определенных минеральных элементов, при нарушении соотношения между ними. Последствия этого могут быть самыми разнообразными. Сводятся они к следующему: нарушается функциональная деятельность органов и систем и возникают болезни обмена веществ; нарушаются воспроизводительные функции и рождается нежизне-

способное потомство; снижается продуктивность и качество продукции; ухудшается использование питательных веществ рациона и увеличиваются затраты кормов на образование продукции; сокращаются сроки хозяйственного использования животных.

Особенно чувствительны к нарушениям минерального обмена молодняк и высокопродуктивные коровы, срок использования которых даже в неплохих условиях кормления и содержания в племенных хозяйствах республики не превышает 4—4,5 лактации. Еще более ощутимы эти потери в промышленных молочных комплексах, где ежегодно выбраковывается 30% и более коров. Анализ показывает, что по причинам возраста, снижения продуктивности и плодовитости, т. е. основным причинам, выбраковывается только 25—30% коров, остальные 70% выбраковок связаны с болезнями, среди которых значительную долю составляют болезни минерального обмена.

Одну из основных причин этих болезней специалисты видят в дисбалансе минеральных элементов в организме животных вследствие недостаточного их поступления с кормом, а также в снижении их усвоения, интенсивного выделения с молоком и повышенной потребности в них высокопродуктивных животных.

Более половины годового удоя молока от коровы получают в пастбищный период. При интенсивном использовании высокопродуктивных пастбищ существенно изменяется не только минеральный состав, но и весь комплекс органических соединений кормовых растений, что ведет к значительному изменению минерального и энергетического питания животных. Во многих странах мира с развитым молочным скотоводством проводится большая работа по изучению особенностей обмена минеральных элементов у животных, выпасающихся на таких пастбищах. Ученые и специалисты стремятся уточнить нормы минерального питания, изыскать новые эффективные источники минеральных кормов и совершенствовать технологию их скармливания. К настоящему времени по этим вопросам в специальной литературе накопилось уже значительное количество результатов экспериментов и данных передового опыта. Авторы предлагаемой читателям работы попытались обобщить имеющиеся сведения, уделив особое внимание тем из них, которые наиболее приемлемы для условий Белоруссии. Читатель найдет здесь сведения о значении минеральных веществ в метаболизме, сохранении здоровья и высокой продуктивности животных, содержании их в наиболее распространенных в республике кормах, нормах потребности в них животных и способах оценки полноценности минерального питания животных.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ МИНЕРАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Установлено, что в состав живых организмов входит около 68 химических элементов, 49 из них являются постоянными составными частями органов и тканей. Часть неорганических элементов (кальций, фосфор, калий, натрий, хлор, фтор, магний, сера, цинк, железо, медь, марганец, кобальт, селен, йод) входит в состав химических соединений организмов, участвует в обмене веществ и является незаменимой. Минеральные элементы другой группы (стронций, молибден, кадмий, олово, бром, ванадий, хром, никель, литий, алюминий, свинец и ряд других) постоянно обнаруживаются в составе тела животных, однако их физиологическая роль изучена мало.

Еще в 1935 г. А. П. Виноградов доказал, что химический состав живого вещества зависит от химического состава естественной среды. Он установил, что количественное содержание минеральных элементов в организме находится в обратной зависимости от их атомной массы. Сейчас можно утверждать, что большинство жизненно необходимых химических элементов расположено в начальных периодах периодической системы Д. И. Менделеева. К сожалению, истинная картина биологического действия минеральных веществ не всегда оказывается такой, какую можно было бы ожидать, исходя из их местоположения в таблице. По-видимому, биологическая роль элемента определяется не только уже известными параметрами, но и пока неизвестными, к которым прежде всего следует отнести изменения способности животных усваивать и использовать элементы среды для регулирования процессов обмена веществ и синтеза биологически активных соединений в различных условиях их существования.

Все важнейшие звенья молекулярных процессов в живой клетке проходят в водной фазе с определенными параметрами осмотического давления и постоянным соотношением солей во внешней и внутриклеточной среде. Нарушение любого из этих условий ведет к гибели клетки. Из этого следует, что значение неорганических ионов для жизнедеятельности клеток не сводится только к созданию и регуляции определенного давления внутри их, которое зависит от общего числа растворенных частиц, независимо от их вида. На значение определенных соотношений ионов в растворах для осуществления нор-

мальной жизнедеятельности клеток и тканей впервые указал Ж. Лёб (1926). Об этом свидетельствуют и безуспешные попытки замены одних элементов другими — их электронными аналогами. Во многих случаях вместо ожидаемой аналогии исследователи встречались с антагонистическими взаимодействиями таких элементов. Предполагают, что химические аналоги и гомологи, а также элементы, имеющие одинаковую валентность и способность к образованию аналогичных комплексов, в биологическом плане являются антагонистами.

По-видимому, такое взаимодействие минеральных элементов в организме определяется их индивидуальной ролью в определенных биологических процессах, а эта индивидуальная оригинальность является причиной их незаменимости и потребности в них животных. Поскольку в организме находится большое число минеральных элементов, имеющих биологическое значение, можно утверждать, что функциональная роль их должна быть весьма многообразной. Тем не менее, имеющиеся сейчас сведения дают основание свести это многообразие к относительно небольшому числу функций, где неорганические ионы проявляют свои биотические свойства. Это построение опорных тканей организма, поддержание осмотического давления и кислотно-щелочного равновесия в клетках и тканях, обеспечение нормальной работы клеточных мембран, активация ферментативных и эндокринных систем и воздействие на микрофлору желудка.

Многочисленными исследованиями установлено, что минеральные вещества составляют от 4 до 6% живой массы сельскохозяйственных животных. Из этого количества большая часть приходится на кальций и фосфор, среднее положение занимают калий и натрий, а количество остальных элементов не превышает 0,1%. Количественные характеристики содержания минеральных веществ в организме и потребности в них животных послужили основанием для разделения их на макро- и микроэлементы. К макроэлементам относятся кальций, фосфор, магний, калий, натрий, хлор и сера, а к микроэлементам — железо, марганец, цинк, медь, селен, молибден, кобальт, йод, хром, фтор, никель, олово и ванадий.

Около 80% неорганических солей организма сосредоточено в костях скелета. Здесь находится 98,5% всего кальция, 83% фосфора, до 70% магния и 40% натрия. Кроме того, в настоящее время известно свыше 30 остео-

тропных микроэлементов — медь, стронций, цинк, барий, алюминий, бериллий, кремний, фтор и др. Как показали исследования ряда ученых, минеральная часть костной ткани, определяющая ее механические свойства, представляет собой кристаллы апатита, состоящие в основном из кальция и фосфора и соединенные с коллагеновыми волокнами. В жизнедеятельности костной ткани очень важную роль играют также микроэлементы. Недостаток или избыток их в организме вызывает тяжелые органические и функциональные расстройства скелета. Механизм их действия связан с активностью таких ферментов, как щелочная фосфатаза, каталаза, цитохромоксидаза, и других, участвующих в процессах оксификации и декальцинации костей. Так, стронций, например, способствует обызвествлению костной ткани. Конкурируя с кальцием за место в кристаллической решетке гидроксиапатита костной ткани, этот элемент при его избытке вытесняет последний. Замещение кальция костей стронцием ведет к возникновению урсовской болезни, хондродистрофии, стронциевому рахиту и ломкости костей. У животных наблюдается карликовый рост и коротконогость.

Своеобразным антагонистом фосфора является алюминий, хотя механизм действия его отличен от стронция. Возникающий при этом алюминиевый рахит происходит в результате образования в желудке нерастворимых соединений алюминия с фосфатами, вследствие чего скелет обедняется фосфором.

Избыточное количество марганца ведет к появлению марганцевого рахита, а недостаток его вызывает прекращение роста скелета, деформацию эпифизов и другие изменения. Чувствительность костной ткани к марганцу обусловлена его влиянием на метаболические процессы, обеспечивающие рост и регенерацию кости. Марганец повышает активность щелочной фосфатазы, при его недостатке нарушается синтез гликозаминогликанов, выполняющих важную функцию в процессах минерализации кости.

Эти и ряд других сведений в корне изменили существовавшее до недавнего времени мнение об инертности костной ткани. По нынешним представлениям — это высокорезактивная и пластичная ткань, процессы образования и разрушения которой происходят на протяжении всей жизни животного. Свойство элементарных ячеек костной ткани легко отдавать неорганические ионы в

окружающие тканевые жидкости и так же легко поглощать их определяет ее чрезвычайную роль в поддержании минерального равновесия в организме. Например, в том, что в норме концентрация кальция в крови животных поддерживается на строго определенном уровне, большая роль принадлежит именно костной ткани.

Особое значение эти процессы приобретают у животных в период напряженного состояния организма (беременности, лактации). В этом случае скелет выполняет функцию лабильного депо минеральных веществ, которые расходуются для обеспечения потребностей плода и образования молока. Результаты исследований показывают, что животные могут длительное время использовать эндогенный кальций для обеспечения своих жизненных потребностей. Например, в случае временного недостатка кальция в рационе коровы используют около 5% его количества из костей скелета (Б. Д. Кальницкий, 1985). Однако такая мобилизация кальция может продолжаться только до определенного предела, дальнейшая резорбция костей скелета приводит к серьезным заболеваниям.

Минеральное равновесие в организме, в поддержании которого принимает активное участие костная ткань, в свою очередь, является необходимым условием для сохранения устойчивых количественных показателей температуры тела, осмотического давления жидкостей, концентрации водородных ионов, содержания в крови белков, жиров и других биологически активных веществ, т. е. того, что определяется общим понятием гомеостаз.

Ранее уже отмечалось непосредственное участие минеральных элементов в поддержании ионного равновесия и осмотического давления внеклеточной и внутриклеточной жидкостей. Здесь следует отметить, что осмотическое давление внеклеточных жидкостей обеспечивается в основном ионами натрия, хлора и бикарбоната, внутриклеточных — калием, магнием и органическими веществами. Осмотическое давление в организме может изменяться в зависимости от количества поступающих ионов натрия. При недостатке в рационе поваренной соли межклеточная, а затем и внутриклеточная жидкости становятся более разведенными. Осмотическое давление при этом снижается, уменьшается объем внеклеточной и увеличивается объем внутриклеточной жидкости. Эти изменения, подобно ряду других факторов, вы-

зывают в живой клетке ряд неспецифических реакций. Избыток в корме животных солей натрия повышает концентрацию их в плазме крови, что приводит к увеличению ее осмотического давления и переходу воды из интерстициальной жидкости в кровь. Длительная гидротация или дегидротация организма оказывают сильное повреждающее действие как на отдельные клетки тканей, так и на целые органы и системы, что приводит к существенным нарушениям гомеостаза и нередко даже к гибели животных. Поэтому основным способом регуляции осмотического давления в биологических жидкостях организма является восполнение недостатка в рационах ионов натрия и нормализация отношения их к ионам калия.

Непосредственного влияния на кислотно-щелочное равновесие организма животных минеральные элементы не оказывают, так как сами по себе они не изменяют концентрацию водородных ионов. Однако эти элементы необходимы для образования других биологически активных веществ, регулирующих обмен водородных ионов. Например, калий входит в состав калиевой соли оксигемоглобина, являющейся главным белковым буфером крови, фосфатная буферная система представлена дубамещенным фосфатом, а карбонатная буферная система — карбонатом натрия. Поэтому недостаточное поступление этих элементов в некоторой степени может влиять на работу буферных систем организма, хотя это влияние и не имеет решающего значения. С точки зрения патологии, более опасно нарушение кислотно-щелочного равновесия, вызываемое образованием избыточного количества кислых или щелочных продуктов в самом организме, когда имеющиеся возможности их нейтрализации становятся недостаточными. Увеличение концентрации водородных ионов может быть связано, например, с повышенным образованием нелетучих кислот вследствие нарушения углеводно-жирового обмена, сопровождающегося образованием больших количеств недоокисленных продуктов.

Как известно, внутриклеточное пространство разделяется от внеклеточного, а также от пространства других клеток клеточными мембранами, которые представляют собой трехслойные структуры, состоящие из двух белковых слоев, разделенных двойной прослойкой липидов. Анализ распределения ионов между клеткой и средой показывает, что некоторые ионы обнаруживаются

только в клетке, другие находятся и в цитоплазме и среде, но концентрация их внутри клетки и во внеклеточном пространстве различна. Наружный раствор содержит главным образом катионы натрия и анионы хлора, внутренний — катионы калия и анионы органической природы. Такое соотношение ионов имеет важное физиологическое значение в возникновении и передаче нервных импульсов, восприятию света, запаха и вкуса, обмену энергии в клетке, изменении активности ферментов и обеспечивается клеточными мембранами. Взаимодействие плазматических мембран с неорганическими элементами довольно сложно. Имеются сведения, что в склеивании мембран рядом расположенных клеток принимают участие ионы кальция. Натрий и калий в составе специального фермента участвуют в гидролизе аденозинтрифосфатов и других макроэргических соединений. Недавно установлено наличие специальных веществ-переносчиков, обеспечивающих перенос щелочных металлов через мембраны.

В литературе описано много случаев активации ионами металлов как отдельных ферментов, так и целых ферментных систем. При этом металлы или входят в состав молекулы фермента, выполняя там функции коферментов, или служат активаторами. В первом случае металл является связывающим компонентом молекулы фермента и его не удается удалить диализом. Ферменты этого типа обычно содержат в своем активном центре ионы меди, железа, цинка, марганца, молибдена, селена и некоторые другие микроэлементы. К ним относятся, например, ферменты цитохромоксидаза, сукцинатдегидрогеназа, ксантиноксидаза, глутатионпероксидаза и др. В другом случае, когда металл выступает в качестве активатора ферментативной реакции, он обычно связывается с ферментом непрочно. Такого рода активаторами являются ионы натрия, калия, рубидия, цезия, магния, кальция, цинка, кадмия, хрома, меди, марганца, железа, кобальта, никеля и алюминия.

Катионы, имеющие сходные ионные радиусы, электронную конфигурацию и электроотрицательность, могут быть взаимозаменяемыми. Так, ионы марганца, железа, кобальта и никеля в одинаковой степени активируют аргиназу. Магний, который является активатором ферментов, переносящих фосфорные группы, почти во всех случаях может быть заменен марганцем.

Некоторые минеральные элементы оказывают непо-

средственное влияние на структуру и функции гормональных систем организма животных. Примером тому может служить наличие йода в структуре гормонов щитовидной железы. Специфическая гормональная функция тирониннов в этом случае связана с присутствием в их молекуле именно этого элемента. Известны комплексы цинка с гормоном поджелудочной железы инсулином. Предполагают, что цинк, находясь в бета-клетках островков Лангерганса и связываясь с инсулином через остатки гистидина, способствует тем самым накоплению гормона в железе и освобождению его оттуда (И. А. Эскин, 1968). Об опосредованном влиянии минеральных веществ на гормоны может свидетельствовать участие фосфора в проявлении каталитической активности циклического аденозинмонофосфата, который является универсальным промежуточным звеном, через которое проявляется влияние многих гормонов на активность ферментных систем (Н. Т. Протасова, 1975).

Наряду с непосредственным участием минеральных веществ в обмене, существует еще опосредованное влияние их на метаболизм через процессы пищеварения. Эта их функция имеет особое значение для жвачных животных, у которых питание и пищеварение тесно связаны с наличием в преджелудках богатой и разнообразной микрофлоры, играющей важную роль в переваривании растительных кормов. Достаточно сказать, что в преджелудках жвачных переваривается и усваивается более 50% потребленных животными питательных веществ (А. Д. Синцеков, 1965). Общее количество микроорганизмов, населяющих рубец крупного рогатого скота, колеблется от 10^6 до 10^{11} в 1 г содержимого. Наиболее многочисленными из них являются целлюлозолитические бактерии и стрептококки. Поскольку основная масса используемых жвачными питательных веществ является продуктами микробиологического происхождения, нормальное осуществление пищеварительной функции и поддержание гомеостаза в организме без активной деятельности микрофлоры невозможно. На протяжении длительного эволюционного развития сложный желудок у жвачных превратился в замкнутую биологическую систему, в которой поддерживается постоянная кислотность, осмотическое давление, температура и соотношение понов. В этом плане жвачных животных можно рассматривать как культиваторов собственного планктона. Поддержание оптимальных параметров среды в преджелуд-

как организм осуществляет путем потребления различных веществ из внешней среды, выделяя слюну и изменяя проницаемость рубцовой стенки. Особое значение при этом имеет избирательная проницаемость стенки рубца, через которую в обоих направлениях проникают ионы калия, натрия, алюминия, хлора и ряд других. Двусторонний обмен ионов через рубцовую стенку позволяет обеспечивать, с одной стороны, постоянство состава рубцового содержимого, а с другой — всасывание продуктов микробиологического переваривания кормов. Об этом свидетельствует тот факт, что при недостатке в рационе отдельных минеральных веществ поддержание ионного равновесия в содержимом рубца достигается за счет организма животного (С. Г. Гжицкий, 1972). В самой рубцовой стенке к тому же могут создаваться запасы минеральных веществ, что бывает исключительно важно для обмена некоторых макро- и микроэлементов. Достаточно сказать, что количество всасываемого через двенадцатиперстную кишку фосфора у телят в три раза, калия — в четыре, а магния — в тринадцать раз превышает суточное поступление этих элементов с кормами.

Опыт культивирования отдельных видов микроорганизмов рубца свидетельствует о том, что для нормального развития их необходимы почти те же группы минеральных элементов, что и для другой микрофлоры; т. е. для развития бактерий, в том числе и рубцовых, необходимы кальций, фосфор, натрий, магний, хлор, сера, марганец, медь, кобальт, железо, молибден, цинк и некоторые другие элементы (Р. Джонсон, 1975). При этом по отношению к минеральным веществам между организмом животного и микрофлорой преджелудков возможны, как считает В. И. Георгиевский и др. (1979), следующие взаимоотношения:

1. Микроорганизмы продуцируют специфические вещества, жизненно необходимые для животного, используя для этого определенные минеральные элементы, необходимые только для микрофлоры. Примером может служить кобальт, который используется микроорганизмами для синтеза витамина В₁₂.

2. Элемент необходим как животному, так и микроорганизмам, но в данной форме может использоваться только микробами. В качестве примера такого взаимоотношения можно привести неорганическую серу, используемую бактериями для построения аминокислот, в составе которых она потом и усваивается организмом.

3. Элемент необходим и животному, и микроорганизмам рубца и может усваиваться теми и другими, т. е. имеется конкуренция при его потреблении. К таким элементам относится большинство макро- и микроэлементов.

4. Элемент участвует в обмене веществ микроорганизмов, одновременно обеспечивая оптимальные условия их существования. К этой группе можно отнести калий, натрий, хлор и фосфор.

Исследования оптимальных и токсических доз минеральных солей для микрофлоры рубца показали, что эффективность минеральных добавок зависит прежде всего от состава рациона. Например, потребность рубцовой микрофлоры в микроэлементах при скармливании животным бобовых культур значительно ниже, чем при использовании злаков. На зерновых рационах потребность микроорганизмов преджелудков в минеральных веществах, как правило, возрастает вследствие бурного роста их численности.

Наконец, следует отметить, что наряду с перечисленным, имеется целый ряд сообщений о влиянии минеральных веществ на активность пищеварительных и эндокринных желез, процессы всасывания питательных веществ и кроветворения, тонус сосудов и естественные защитные силы организма. Однако, по мнению специалистов, все эти функции являются только частным проявлением изложенных выше основных биохимических механизмов биотического действия минеральных элементов. В связи с этим ухудшение здоровья и воспроизводительных способностей, снижение продуктивности животных, наблюдаемые при недостатке или избытке, а также при несбалансированности макро- и микроэлементной части рационов, являются следствием нарушения этих основных функций минеральных элементов, ведущих к общему расстройству обмена веществ и ослаблению естественной резистентности организма.

МИНЕРАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ, ЗДОРОВЬЕ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ЖИВОТНЫХ

Проявление биологической роли минеральных элементов в организме животных в различные возрастные периоды имеет некоторую специфику, что связано с изменением интенсивности роста, становлением функций

половых органов и пищеварительного тракта, беременностью, лактацией, типом кормления и минеральным составом кормов. Наиболее часто испытывают недостаток в минеральных веществах телята, которые в первые недели жизни отличаются весьма интенсивным ростом всех тканей и органов. Несмотря на то, что молозиво, молоко и обрат, которые они потребляют в этот период, содержат практически все необходимые минеральные элементы и к тому же в наиболее легко усвояемой форме, удовлетворить потребности их организма в макро- и микроэлементах из этих источников практически невозможно. Если, например, количества энергии и других питательных веществ, необходимых для получения от теленка 750—800 г среднесуточного прироста, достаточно в 7 кг цельного молока и 0,1 кг овсянки, то обеспеченность организма кальцием и фосфором в этом случае составит только 60—70%. По этой причине выпойка телятам только одного молока и скармливание концентратов без добавки мясокостной или рыбной муки приводит, как правило, к дефициту кальция и фосфора в рационе. Продолжительное скармливание таких кормов может вызвать заболевание телят рахитом, в основе которого лежит нарушение процессов минерализации костей скелета. При этом нарушается рост животных, ухудшается аппетит, отмечается искривление позвоночника, ребер и трубчатых костей, шаткость походки и хромота. У больных животных снижается концентрация кальция и лимонной кислоты в крови, почти в 2—4 раза увеличивается активность щелочной фосфатазы. Кости становятся пористыми, мягкими, с деформированными эпифизами и низким содержанием золы. Наиболее благоприятным отношением кальция к фосфору в рационах телят считается 1,3—2,0 : 1,0. Для нормализации фосфорно-кальциевого обмена телятам молочного периода рекомендуется скармливать мел, преципитат или костную муку.

В первые 3 мес жизни у телят нередко отмечается магниевая недостаточность. Возникновению гипомagneземии способствует длительное скармливание молока, которое сравнительно бедно этим элементом, включение в ЗЦМ жиров с низкой переваримостью, длительные поносы и другие факторы, увеличивающие эндогенные потери магния. Несмотря на то, что организм теленка способен относительно долго поддерживать необходимую концентрацию магния в крови за счет использования его запасов в костях скелета, длительное воздейст-

вие неблагоприятных факторов может снизить ее до критического уровня 3—7 мг/л, характерного для тяжелой формы тетании. Концентрация магния в костях скелета в норме составляет около 7—8 г/кг, а отношение кальция к магнию — 60 : 1. У животных с признаками гипомagneземии эти показатели находятся в пределах соответственно 3—7 г/кг и 90 : 1.

Усвояемость магния телятами из кормов с возрастом снижается. Например, если на первом месяце жизни животные используют из молока 75—90% содержащегося там магния, то уже через 2 мес усвояемость этого элемента снижается до 40%. Ухудшает усвоение магния чрезмерное насыщение рациона телят лактатом или карбонатом кальция, низкая температура окружающей среды и некоторые другие факторы. В целях предупреждения гипомagneземии телятам рекомендуется скармливать сено хорошего качества и обогащать молоко или ЗЦМ хлористыми или углекислыми солями магния или его окисью.

Хотя в специальной литературе отсутствуют сведения о каких-либо нарушениях в организме телят при недостатке натрия, калия, серы и хлора, эти элементы несомненно являются необходимыми факторами минерального питания животных. Обогащение кормов поваренной солью, как правило, улучшает аппетит у животных, способствует большему потреблению корма и увеличивает интенсивность роста молодняка. Усвояемость этих элементов из молока, обраты и ЗЦМ достигает 100%, а отложение их в теле зависит от уровня потребления. Однако при скармливании смешанных и особенно растительных кормов отложение натрия и калия в теле животных значительно снижается. В связи с этим считается, что поваренную соль необходимо включать в рацион телят в момент начала потребления ими растительных кормов.

Из всех известных к настоящему времени микроэлементов телята наиболее чувствительны к недостатку железа. Характерно, что в первые 6—8 недель жизни даже при наличии в молоке или ЗЦМ сравнительно больших его количеств (до 70 мг/кг) уровень гемоглобина в крови телят закономерно снижается. Причиной такого рода анемии является уменьшение концентрации железа в сыворотке крови животных, обусловленное низкой усвояемостью его из молока. Учитывая низкий уровень железа в молоке и невысокую степень его усвоения, с од-

ной стороны, и относительно высокую потребность в железе интенсивно растущего организма — с другой, можно утверждать, что избежать развития признаков заболевания телят анемией без принятия соответствующих мер в этот период невозможно. Дефицит железа и вызываемая этим анемия характеризуются потерей аппетита, повышенной чувствительностью к диарее и инфекциям, побледнением и атрофией слизистой желудка, снижением концентрации белков плазмы крови и замедлением роста животных. При недостатке железа в организме телят резко падает активность ферментов цитохромоксидазы С, аконитазы и сукцинатдегидрогеназы. Пока что единственным профилактическим средством предотвращения анемии у телят в первые 3 недели их жизни является инъекция декстрана или сукцината железа.

Недостаток меди в рационе телят сопровождается снижением среднесуточных приростов массы тела, потерей аппетита и диареей. Характерным признаком дефицита меди служит огрубение кожи и диспигментация волосяного покрова со снижением активности фермента тирозиназы и нарушением процессов образования меланина. Кроме того, молодняк часто обгрызает деревянные части кормушек и ограждений клеток. Хорошим профилактическим средством медной недостаточности у новорожденных телят является инъекция стельным коровам глицината меди или выпойка животным за 2 недели до отела водного раствора медного купороса. Предотвращает нарушения медной недостаточности у телят выпайвание им раствора, содержащего 1—2 г/л сульфата меди.

Известны случаи недостатка у телят-молочников и других микроэлементов. Например, в преджвачный период молодняку часто не хватает марганца, кобальта и цинка, что приводит к извращению аппетита, истощению, кератозам, анемии и другим нарушениям. Недостаток йода вызывает увеличение щитовидной железы, снижение концентрации йода в ней, иногда наблюдаются случаи диареи. Как и в случае дефицита других минеральных веществ, при недостатке этих элементов необходимо обогащать ими рационы телят, обеспечивать животных качественным сеном и особенно молоком.

Особенности минерального питания телят послемолочного периода определяются снижением усвоения минеральных веществ с увеличением возраста животных. В некоторой степени это связано с минеральным соста-

вом кормов, используемых при кормлении этой возрастной группы молодняка, химической формой находящихся в них элементов, а также особенностями содержания животных. Известно, например, что широко применяемые при выращивании и откорме скота корма (кукурузный силос, солома, жом, барда и др.) бедны кальцием, фосфором, магнием, серой, витаминами и рядом других элементов питания. При отсутствии прогулок в условиях стойлового содержания и особенно на промышленных комплексах по производству говядины животные постоянно ощущают недостаток витаминов А и D, что, в свою очередь, усугубляет нарушения обмена минеральных веществ. Поэтому обогащение рационов минеральными добавками и премиксами является необходимым условием повышения эффективности выращивания и откорма молодняка крупного рогатого скота.

Рационы выращиваемого и откармливаемого молодняка, как правило, дефицитны по нескольким элементам. В Белоруссии, например, в кормах мало йода, кобальта, цинка и селена. В этих случаях высокую эффективность дают сложные минеральные подкормки. При силосном типе кормления животных возникает необходимость обогащения рационов фосфатами. Необходимость и высокая эффективность фосфорных подкормок подтверждена результатами многих исследований и производственных опытов. При использовании на откорме скота барды или картофельной мезги животные часто испытывают недостаток кальция при удовлетворительной обеспеченности фосфором. Откорм молодняка на жоме, напротив, ведет к перенасыщению рациона кальцием с одновременным дефицитом фосфора. Очевидно, что в первом случае основной частью минеральной подкормки должны быть мел, трикальцийфосфат, обесфторенный фосфат и т. п., во втором — моно- и динатрийфосфаты, моно- и динатрийфосфаты, фосфат мочевины и т. д. С учетом минерального состава кормов и существующих норм потребности выращиваемого и откармливаемого молодняка в минеральных веществах составляются и добавляются в рацион и другие макро- и микроминеральные добавки. Результаты многочисленных отечественных и зарубежных опытов убедительно свидетельствуют о том, что обогащение рационов выращиваемого и откармливаемого молодняка крупного рогатого скота недостающими минеральными веществами, особенно в комплексе с витаминами и ферментными препаратами и другими биоло-

гическими активными веществами, обеспечивает интенсивный рост животных и нормальное становление всех физиологических функций организма, увеличивает количество и качество получаемого от них мяса и способствует снижению затрат кормов на производство продукции.

К особенностям минерального питания коров следует прежде всего отнести определенную цикличность в отложении и выведении минеральных элементов из организма, обусловленную беременностью и лактацией. В первый период после отела животные интенсивно используют минеральные вещества кормов и резервов организма для покрытия потребностей на синтез молока и, наоборот, в последние месяцы лактации, совпадающие с последними месяцами стельности, отмечается все возрастающее отложение минеральных веществ в организме. Например, корова с молоком выделяет в сутки от 30 до 100 г кальция, что при пониженном его всасывании из пищеварительного тракта и ограниченных возможностях использования кальция скелетного депо ведет к резкому снижению концентрации этого элемента в крови животного. При длительном уменьшении количества кальция в крови с 10—11 до 4—5 мг% ионы кальция начинают поступать в кровь из мышечной ткани. Снижение же уровня кальция в мышцах на 25—30% приводит к параличу мускулатуры, иначе называемому родильным парезом или молочной лихорадкой. При несвоевременном лечении этого заболевания животные, как правило, погибают.

Молочной лихорадкой чаще всего болеют высокопродуктивные животные на 3—9-й лактации. Так, по данным А. А. Буткявичене (1973), у первотелок родильный парез не был обнаружен, после второго отела заболевание отмечено у 0,5% коров, после третьего — у 1,6, четвертого — 7,1, пятого — 10,6, шестого — 13,9, седьмого, восьмого и девятого — у 17,1; 15 и 21,2%.

Основные причины снижения концентрации кальция в крови животных и возникновение родильного пареза связывают с недостатком или избытком этого элемента в рационе, ведущего к нарушению соотношения между кальцием и фосфором; с недостатком витамина D, алиментарными алкалозами и метаболическими ацидозами. Исходя из этих факторов необходимо принимать меры для профилактики нарушения обмена кальция. Установлено, например, что скармливание коровам в последние

3—4 недели сухостойного периода 31—44 г кальция на голову в сутки с последующим увеличением этой дозы до 148—197 г в первые дни после отела предупреждает возникновение болезни. Есть сообщения о возможности предупреждения возникновения гипокальциемии у коров путем кормления их в последние 4—6 недель стельности по рационам с низким содержанием кальция, но с повышенным уровнем фосфора. Важным фактором в предотвращении родильного пареза у высокопродуктивных коров является достаточная обеспеченность их витамином D. В зимний период, когда запасы его в организме истощены и пополнение их затруднено, рекомендуется включать в рационы коров сено хорошего качества или вводить до 300 тыс. ИЕ витамина на голову внутримышечно. Наряду с этим, в целях профилактики возникновения гипокальциемии коровам в конце беременности скармливают силос, консервированный неорганическими кислотами, хлористый аммоний, хлористый кальций и другие подкормки.

Известно и второе заболевание коров, вызываемое нарушением минерального обмена,— гипомагниемия. Заболевание встречается в основном у высокопродуктивных животных чаще всего в переходный период между стойловым и пастбищным содержанием в зонах, где содержание магния в почвах и растениях низкое. При легкой гипомагниемии концентрация магния в крови животных снижается до 1,1—1,7 мг/100 мл. Снижение этого показателя ниже 0,5 мг/100 мл плазмы вызывает так называемую пастбищную тетанию. У коров отмечается нервозность, отсутствие координации движений, конвульсивные и судорожные сокращения мышц. Причина таких патологических нарушений — интенсивное использование эндогенных запасов магния для поддержания постоянства его концентрации в биологических жидкостях и, в частности, отток магния из мозговых клеток. Кроме переходного весеннего периода гипомагниемия может возникать в дождливую осень при интенсивном росте травы. Изобилие влаги и относительно низкая температура воздуха при использовании больших доз минеральных удобрений способствуют бурному росту зеленой массы, из которой плохо усваивается магний. Коровы могут ощущать недостаток магния также при потреблении больших количеств силоса и корнеплодов, которые бедны этим элементом. Испытанным средством профилактики пастбищной тетании является обогащение

магнем рационов в этот период, или скармливание коровам бобового или бобово-злакового сена.

Нарушение минерального обмена в организме высокопродуктивных коров связано также с возникновением и развитием кетоза. Заболевание характеризуется нарушением обмена белков, жиров и углеводов и выражается в накоплении в организме кетонных тел. Большинство исследователей считает, что причиной возникновения кетоза у лактирующих коров является дефицит энергии в кормах, низкая абсорбция глюкопластических или избыток кетогеннодействующих соединений, а также нарушение процессов регуляции обмена глюкозы и жирных кислот. Однако наряду с отмеченными выше нарушениями метаболизма при кетозе возникает резкое снижение в биологических жидкостях и тканях организма содержания меди, цинка, марганца, кобальта и йода, что явилось основанием для предположения о возможном участии дефицита комплекса микроэлементов в возникновении и развитии этого заболевания. Это предположение подтверждается эффективным антикетозным профилактическим и лечебным действием препарата «Осимол» (ГДР), который представляет собой смесь микроэлементов.

Наряду с перечисленными болезнями минеральной недостаточности в практике встречается целый ряд функциональных расстройств и нарушений, вызываемых избыточным или недостаточным поступлением в организм коров минеральных веществ. Одним из таких нарушений, которое особенно сказывается на экономической эффективности молочного скотоводства, является нарушение воспроизводительных функций коров. Общеизвестно, что минеральные вещества имеют прямое отношение к высокой плодовитости животных, влияя на воспроизводительную функцию последних с момента созревания и оплодотворения половых клеток до рождения потомства. Чаще всего нарушения воспроизводительных функций у коров связаны с нарушениями фосфорно-кальциевого питания животных, которые в большинстве случаев вызываются недостатком или избытком этих элементов. Как правило, недостаток фосфора отмечается при низком уровне общего кормления коров. Так, например, исследования Г. А. Богданова (1980) по изучению эффективности применения фосфатов в кормлении высокопродуктивных коров показали, что продолжительное обогащение рационов обесфторенным фосфатом в оптимальных

количествах не только повышает продуктивность, но и существенно сокращает яловость. Опасность избыточного потребления фосфора возникает при высококонцентратном типе кормления, при котором избыток фосфора сопровождается белковым перекармом. Оптимальным соотношением фосфора к переваримому протеину в рационах коров считается 3,0—3,5 на 100 г протеина.

В поддержании нормальной воспроизводительной функции коров важную роль играет не только количество потребляемого ими кальция, но и соотношение кальция и фосфора в кормах и, естественно, в сыворотке крови животных. Недостаточное количество этого элемента в рационе (менее 200 г в сутки), а также узкое отношение кальция к фосфору (1,3 : 1,0 и менее) приводит к затруднению родов, задержкам последа, метритам, удлинению сервис-периода и снижению оплодотворяемости. К таким нежелательным последствиям может привести также включение в рацион кормов, способствующих образованию нерастворимых кальциевых комплексов, или повышающих экскрецию этого элемента из организма. По этой причине, например, дефицит кальция отмечается при скармливании свекловичного жома и кормов, содержащих сапонины, даже в том случае, если рацион полностью обеспечивает потребности организма в кальции.

Нормальное течение процессов размножения у крупного рогатого скота связано также с наличием в организме определенного количества натрия и калия. Коровы чаще всего испытывают избыток калия и недостаток натрия. Такая ситуация создается обычно при выпасе животных на пастбищах, интенсивно удобряемых навозной жижей, азотными и калийными минеральными удобрениями. Избыточное потребление калия и недостаток натрия приводят к воспалению слизистой, нарушению функции яичников, вагинитам, образованию кист. Следует заметить, что на оплодотворяемость коров отрицательно сказывается и избыток натрия, т. е. для нормального оплодотворения в организме должно поддерживаться определенное соотношение калия и натрия. Оптимальным соотношением считается 5 : 1. Увеличение этого показателя выше 10 : 1 ведет к снижению оплодотворяемости коров по причине нарушения синтеза половых гормонов.

Процессы воспроизводства крупного рогатого скота во многом зависят от обеспеченности животных микро-

элементами. Замечено, например, что у коров, выпасающихся на пастбищах, трава которых содержит менее 26 мг/кг меди, часто отсутствует охота. Однако недостаток меди чаще всего проявляется не на стадии овуляции и оплодотворения, а в процессе эмбрионального развития плода. Предполагают, что это связано с нарушением процессов эритропоэза и синтеза цитохромоксидазы, вызывающим ухудшение обеспечения плода кислородом с последующей гибелью его или абортom. По этой причине подкормка животных, особенно нетелей и коров, использующих пастбищную траву с интенсивно удобряемых пастбищ, не только желательна, но и обязательна.

Хотя дефицит железа у взрослого крупного рогатого скота наблюдается редко, а недостаток цинка в рационе в основном связывают с нарушением формирования семенников у самцов, имеются сообщения, что коровы с нормальными воспроизводительными функциями отличаются более высокой концентрацией этих элементов в сыворотке крови. Более того, установлена прямая коррелятивная зависимость между содержанием железа и цинка в крови коров и количеством осеменений на одно зачатие.

При недостатке марганца в кормах рациона у коров отмечается отсутствие охоты, расстройство полового цикла, удлинение сервис-периода, снижение оплодотворяемости, аборты и недоразвитость плодов. Даже при незначительном дефиците этого элемента у коров нарушается созревание фолликулов, задерживается овуляция и наступление охоты. Эти нарушения, как правило, устраняются при добавлении в рацион марганца.

Интенсификация лугопастбищного хозяйства и особенно применение высоких доз азотных и фосфорно-калиевых удобрений приводят к снижению содержания в пастбищной траве микроэлемента кобальта. При выпасе на таких пастбищах у коров отмечается увеличение периода между наступлением охоты и отелом, нарушение менструального цикла, аборты, низкая жизнеспособность потомства и замедление инволюции матки почти в 2 раза. Предполагают, что участие кобальта в процессах размножения опосредовано через витамин В₁₂. По-видимому, аналогичный механизм действия на воспроизводительные функции коров микроэлемента селена, клиническая картина при недостатке которого схожа с клиникой при дефиците других микроэлементов. В этом случае участие селена в процессах размножения многие авторы

рассматривают с точки зрения взаимосвязи между селеном и витамином Е и их роли в поддержании структуры и функции клеточных мембран. Доказательством тому служат результаты ряда опытов, в которых введение в рационы крупного рогатого скота витамина Е или селенита калия за месяц до отела снижало случаи задержки последа и повышало оплодотворяемость коров.

Особенно четко прослеживается зависимость функции размножения от обеспеченности организма йодом. В ряде экспериментов показано, что йод, наряду с его участием в процессах обмена веществ, влияет и на проявление функций женских половых гормонов. При недостатке йода в рационах коров наблюдаются случаи аборт-ов и рождения мертвого или нежизнеспособного потомства. Обогащение кормов йодом стимулирует половую функцию животных и нормализует обмен веществ.

Помимо перечисленных в процессах воспроизводства у животных принимает участие и ряд других макро- и микроэлементов. Однако сведений об этом пока еще недостаточно.

Таким образом, приведенные выше сведения убедительно свидетельствуют о том, что необходимым условием проявления животными нормальных функций воспроизводства является наличие в их организме определенного количества минеральных веществ, находящихся в строго определенном соотношении, а также витаминов А, D и Е.

Минеральные вещества участвуют прежде всего в процессах созревания и оплодотворения половых клеток, развития плода и восстановления нормальных функций половых органов самок в послеродовой период. Недостаток или избыток одного или нескольких минеральных веществ ведет, как правило, к нарушению соотношения между отдельными элементами, что, в свою очередь, вызывает прямое или опосредованное изменение процессов воспроизводства, вплоть до изменения соотношения пола получаемого потомства. Например, имеются сообщения, что используя минеральный комплекс в составе: йодистый кобальт — 1%; хлористый калий — 60%; однозамещенный фосфат калия — 20%; наполнитель — 19% — и скармливая его коровам по 300 г на голову в сутки, удалось получить больше самцов. Для получения большего количества самок животным скармливали по 250 г минерально-витаминной смеси следующего состава: йодистый кобальт — 1%, окись магния — 30%, кар-

бонат кальция — 34%, наполнитель — 19%, витамин D₃ — 25 г, витамин А и Е по 20 и 8 г.

При балансировании рационов животных по минеральным веществам прежде всего надо учитывать их содержание в кормах. Применение макро- и микроэлементов в качестве добавок дает ощутимый эффект лишь при дефицитных по ним, но полноценных по другим показателям рационах. Обогащение же рационов, содержащих достаточное количество минеральных веществ, простой или сложной их смесью оказывается в лучшем случае бесполезным, а во многих случаях и вредным. К сожалению в практике такие случаи встречаются довольно часто. В результате обогащения полноценных по минеральным веществам рационов теми или иными минеральными элементами эти элементы поступают в организм животного в избытке, вызывая зачастую общие и специфические признаки отравления. Чаще всего встречаются случаи отравления крупного рогатого скота поваренной солью. Такая извращенная пищевая реакция проявляется, как правило, в ненормальных условиях кормления и содержания животных. Прежде всего чрезмерное потребление животными больших количеств поваренной соли вызывается предшествующим солевым голоданием. Избыточное потребление поваренной соли в этом случае вызывает заболевание животных солевой лихорадкой, симптомами которой является повышение температуры тела, расстройство пищеварения и обеднение водой тканей организма. У животных снижается переваримость органического вещества корма и на 30—50% ухудшается использование азотистой части кормов рациона. При постоянном доступе к соли животные никогда не поедают больше того ее количества, которое необходимо организму и которое может должным образом им усвоиться. Следует отметить, что извращенные пищевые реакции животных в отношении поваренной соли довольно быстро возвращаются к норме. Так, двухдневное поение коров, испытывавших солевое голодание, слегка подсоленной водой препятствует дальнейшему чрезмерному поеданию ими даже свободно задаваемой в рассыпном или брикетированном виде этой минеральной подкормки.

В случае же минеральной недостаточности использование отдельных минеральных веществ или комплексных минеральных подкормок служит хорошим профилактическим и лечебным средством против бесплодия коров. Устранение дефицита минеральных веществ в кормах

рациона позволяет в большинстве случаев сократить сервис-период, снизить количество абортс и значительно повысить оплодотворяемость животных. Скармливание, например, молочным коровам в течение 30—40 дней перед отелом 5 мг хлористого кобальта, 3 мг йодида калия и 200 мг сернокислого цинка ежедневно на фоне недостаточности этих элементов позволяет сократить продолжительность времени отделения последа, инволюции матки и сроков наступления стельности.

Недостаток или избыток в кормах минеральных веществ, наряду с нарушениями обмена веществ и связанными с ними эндемическими заболеваниями и ухудшением воспроизводительных функций, существенно влияют также на продуктивность животных и качество получаемой от них продукции. Например, избыточное потребление коровами железа снижает поедаемость корма и молочную продуктивность животных. Высокая концентрация калия в траве вызывает расстройство пищеварения и снижение удоев молока. В различных зонах страны получены практически одинаковые результаты, указывающие на увеличение молочной продуктивности коров при обогащении их рационов фосфатами. Высокая эффективность фосфорных подкормок отмечается особенно в стойловый период. В летний сезон скармливание фосфорных подкормок не всегда дает положительные результаты.

Недостаток в кормах натрия и избыток калия, как правило, приводят к ухудшению аппетита и снижению молочной продуктивности животных. В литературе имеются сведения, согласно которым недостаток в рационе поваренной соли не только снижает удои коров, но и жирность молока. Скармливание дополнительных количеств хлористого натрия в таких случаях уже через несколько дней нормализует синтез молока и жира.

Исследования последних лет показали, что в период повышенного образования молока, особенно у высокопродуктивных коров, хорошие результаты дает балансирование рационов в отношении оптимального количества в них серы. Что касается влияния на молочную продуктивность коров отдельных микроэлементов, то имеющиеся в специальной литературе сведения немногочисленны и зачастую противоречивы. Есть сведения о положительном влиянии на продуктивность лактирующих коров кобальтовых и медных подкормок. В то же время имеются сообщения и об отсутствии какого-либо положительного

эффекта при скармливании животным дополнительных количеств этих и других микроэлементов.

Наиболее многочисленны и однозначны сведения о влиянии на продуктивность животных дополнительных подкормок их различной сложности смесями микроэлементов. Однако и в этом случае положительный эффект использования таких подкормок наблюдается лишь только тогда, когда животные испытывают недостаток в тех или иных минеральных веществах. Обогащение минеральными веществами рационов, содержащих достаточное количество макро- и микроэлементов, как правило, не дает положительных результатов.

При организации минерального питания крупного рогатого скота необходимо учитывать не только количественную характеристику минерального состава отдельных кормов и рационов в целом, но и сложные взаимоотношения как минеральных веществ между собой, так и с другими органическими веществами. Например, калий отрицательно действует на усвоение магния, кальция, фосфора и других минеральных веществ. Избыток в кормах протеина и большие количества калия и кальция ухудшают усвоение животными магния. Увеличение потребления коровами сухого вещества и клетчатки ведет к лучшему усвоению ими фосфора, магния и калия; повышение в рационе животных количества углеводов сопровождается лучшим усвоением кальция, фосфора, магния и калия. Все это свидетельствует о том, что при обогащении рационов крупного рогатого скота минеральными веществами и выбора для этой цели тех или иных минеральных подкормок в обязательном порядке следует учитывать степень обеспеченности животных этими веществами относительно рекомендуемых норм и их сложное взаимодействие в процессах обмена веществ.

НОРМЫ СКАРМЛИВАНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ ЖИВОТНЫМ

Изменяющиеся условия ведения животноводства диктуют необходимость периодического пересмотра норм потребностей животных в питательных веществах, в том числе и минеральных элементах. Связано это, главным образом, с постоянно возрастающим генетическим потенциалом продуктивности скота, изменениями технологий заготовки и переработки кормов с использованием боль-

Таблица 1. Потребность телят в минеральных веществах (на 1 голову в сутки, среднесуточный прирост 600—700 г)

Показатели	Возраст, мес			
	1	2	3	4
Кальций, г	10	15	20	28
Фосфор, г	6	10	16	18
Сера, г	2,1	2,5	3,4	5,9
Магний, г	1,6	3,0	5,4	8,0
Поваренная соль, г	7	9	11	15
Железо, мг	50	100	185	280
Марганец, мг	40	75	135	200
Цинк, мг	24	45	80	120
Кобальт, мг	0,2	0,4	0,7	1,0
Йод, мг	0,1	0,2	0,4	0,6
Медь, мг	8	15	25	40

Таблица 2. Нормы макроэлементов для телок молочных пород (на 1 голову в сутки), г

Возраст, мес	Среднесуточный прирост, г	При выращивании коров массой, кг	Соль поваренная	Кальций	Фосфор	Калий	Магний	Сера
3	550—600	400—450	10	20	10	12	3	6
	650—700	500—550	12	22	13	15	3	7
	750—800	550—600	15	25	15	17	4	8
6	550—600	400—450	20	25	15	22	6	10
	650—700	500—550	20	30	20	26	7	11
	750—800	600—650	25	35	25	29	8	13
9	450—500	400—450	22	33	18	33	9	15
	550—600	500—550	27	36	21	39	12	16
	650—700	600—650	32	39	27	44	14	18
12	450—500	400—450	26	37	21	42	12	18
	550—600	500—550	32	41	24	47	15	21
	650—700	600—650	37	44	29	53	17	23
15	350—400	400—450	32	40	24	46	15	21
	450—500	500—550	37	45	27	53	18	23
	550—600	600—650	42	50	32	60	20	25
18	350—400	400—450	37	44	27	51	17	23
	450—500	500—550	42	49	30	58	20	24
	550—600	600—650	47	55	37	65	23	25

шого количества продуктов химического и микробиологического синтеза, а также с изменением условий кормления и содержания животных. Обобщив результаты исследований последнего времени, МСХ СССР совместно с ВАСХНИЛ в 1985 г. разработали и издали «Рекомен-

дании по минеральному питанию сельскохозяйственных животных», в которых приведены сведения о потребностях в минеральных веществах всех видов сельскохозяйственных животных.

Потребность животных в минеральных веществах зависит от их возраста, живой массы, уровня продуктивности и физиологического состояния. Поскольку будущая молочная и мясная продуктивность крупного рогатого

Таблица 3. Нормы макроэлементов для молодняка крупного рогатого скота молочно-мясных и молочных пород при выращивании на мясо (на 1 голову в сутки), г

Возраст, мес.	Среднесуточный прирост, г	Соль поваренная	Кальций	Фосфор	Калий	Магний	Сера
2—3	850	10	25	15	21	4	9
	700	10	23	13	19	4	8
5—6	800	25	38	24	38	8	16
	650	20	31	21	33	7	14
6—9	700	30	41	26	48	12	21
	600	25	36	22	41	9	18
9—12	700	35	48	28	56	16	24
	600	30	41	23	51	13	22
12—15	750	40	51	30	65	19	28
	650	35	45	24	62	16	25
15—18	800	45	62	33	76	23	31
	800	40	54	29	69	20	27

Таблица 4. Нормы макроэлементов для бычков при выращивании производителей (на 1 голову в сутки), г

Возраст, мес.	Среднесуточный прирост, г	Живая масса в 16 мес., кг	Соль поваренная	Кальций	Фосфор	Калий	Магний	Сера
3	700	380	10	20	15	17	4	8
	850	450	10	30	20	19	5	9
	950	500	15	30	20	19	5	10
6	700	380	20	35	20	30	7	13
	850	450	20	40	25	35	10	16
	950	500	25	40	30	36	12	18
9	750	380	30	40	25	44	13	20
	900	450	30	45	30	50	16	22
	1000	500	40	55	35	55	18	24
12	750	380	35	40	25	50	16	22
	900	450	35	50	30	57	19	24
	1000	500	40	60	35	60	21	25
15	750	380	45	50	30	64	22	25
	900	450	50	65	35	67	26	26
	1000	500	60	70	40	70	29	27

Таблица 5. Нормы макроэлементов для молодняка крупного рогатого скота на откорме (на 1 голову в сутки), г

Живая масса, кг	Среднесуточный прирост, г	Соль поваренная	Кальций	Фосфор	Калий	Магний	Сера
150	800	20	25	11	33	7	14
	1000	20	25	13	34	7	15
250	800	25	31	18	53	14	24
	1000	30	35	20	54	14	24
	1200	35	39	22	55	14	25
	1400	40	43	24	56	15	25
350	800	40	40	23	67	19	30
	1000	45	45	26	68	19	30
	1200	45	50	28	69	20	31
	1400	50	54	30	70	20	30
450	800	55	50	27	83	25	34
	1000	60	56	30	84	25	34
	1200	65	62	33	85	25	35
	1400	70	66	35	86	26	35
500	800	60	55	30	92	28	38
	1000	65	61	33	93	28	38
	1200	70	68	37	94	28	39
	1400	75	72	39	95	28	40

Таблица 6. Нормы макроэлементов для дойных коров живой массой 500 кг (на 1 голову в сутки), г

Суточный удой, кг	Поваренная соль	Кальций	Фосфор	Магний	Калий	Сера
8	57	57	39	20	68	23
10	65	65	45	21	75	25
12	73	73	51	22	82	27
14	81	81	57	23	89	29
16	89	89	63	25	96	31
18	97	97	69	26	103	33
20	105	105	75	27	110	35
22	113	113	81	28	117	37
24	121	121	87	29	124	39
26	129	129	93	31	131	41
28	137	137	99	32	138	43
30	145	145	105	33	145	45
32	153	153	111	34	152	47
34	161	161	117	35	159	49
36	169	169	123	37	166	51

Примечание. В пастбищный период, а также при повышенном уровне калия норму поваренной соли увеличивают на 25—30%.

скота во многом определяется условиями выращивания молодняка, минеральному питанию телят придается особое значение. Как известно, выращивание молодняка включает в себя два периода — молочный и послемолочный. Период молочного выращивания подразделяется, в свою очередь, на профилакторную фазу, фазу собственно молочную и фазу становления рубцового пищеварения. Он продолжается до 3—4-месячного возраста. Для нормального роста и становления рубцового пищеварения у животных необходимо в этот период обеспечить достаточный уровень минеральных веществ в их рационе. По этой причине, начиная с 15-дневного возраста, в рацион телят включают различные минеральные подкормки

Таблица 7. Нормы макроэлементов для стельных сухостойных коров (на 1 голову в сутки), г

Макроэлементы	Плановый удой за лактацию, кг											
	3000		4000		5000		6000		7000		8000	
	Живая масса, кг											
	400	500	400	500	500	600	500	600	600	700	600	700
Соль поваренная	40	50	45	55	60	70	65	75	80	90	85	95
Кальций	60	80	70	90	95	110	105	120	130	140	135	150
Фосфор	35	45	40	50	55	65	60	70	75	85	80	90
Магний	16	19	17	20	21	23	22	23	24	25	26	27
Калий	53	62	58	66	70	76	81	87	90	94	97	102
Селен	18	21	19	22	23	25	27	29	30	31	32	34

Таблица 8. Нормы макроэлементов для быков-производителей

Живая масса, кг	Неслучайный период						При средней		
	соль поваренная	кальций	фосфор	магний	калий	сера	соль поваренная	кальций	фосфор
500	35	35	22	10	50	15	40	40	30
600	40	40	24	12	60	18	45	45	34
700	40	40	27	14	70	21	50	50	37
800	45	45	29	16	80	24	50	50	40
900	50	50	32	18	90	27	60	60	43
1000	50	50	34	20	100	30	60	60	46
1100	55	55	35	22	111	33	65	65	48
1200	60	60	38	24	120	36	65	65	55

Примечание. На 100 г прироста дополнительно нужно давать
лия — 3,4 и

(соль, мел, костную муку и др.). Это особенно необходимо при отсутствии специальных комбикормов для кормления телят в молочный период. Потребности телят молочного периода в минеральных веществах представлены в табл. 1.

Особенности выращивания молодняка крупного рогатого скота в послемолочный период связаны с последующим использованием животных. При выращивании, например, ремонтных телок задача состоит не только в том, чтобы получать хорошие среднесуточные приросты, но и в том, чтобы животные нормально развивались, могли обеспечить высокую молочную продуктивность в течение длительного хозяйственного их использования. При выращивании племенных бычков нормы минерального питания предусматривают получение от животных высоких среднесуточных приростов и хорошей скороспелости. Те же цели преследуются и при откорме молодняка крупного рогатого скота на мясо. Нормы потребности этих групп животных в минеральных веществах представлены в табл. 2, 3, 4, 5.

В условиях интенсификации молочного скотоводства и перевода отрасли на промышленную основу значительно возросло значение минерального питания коров. На промышленных комплексах по производству молока, особенно при круглогодичном безвыгульном содержании животных, коровы лишены пастбищ, активного моциона, воздействия солнечных лучей и других факторов внешней среды. Как уже отмечалось ранее, в таких условиях очень

(на 1 голову в сутки), г

нагрузке			При высокой нагрузке					
магний	калий	сера	соль поваренная	кальций	фосфор	магний	калий	сера
15	55	20	50	50	42	20	60	25
18	66	24	55	55	47	24	72	30
21	77	28	60	60	52	28	84	35
24	88	32	65	65	56	32	96	40
27	99	36	70	70	60	36	108	45
30	110	40	75	75	65	40	120	50
33	121	44	80	80	70	44	132	55
36	132	48	85	85	75	48	144	60

(г): соли поваренной —3,5, кальция —4, фосфора—3, магния—2, калия —1,5.

часто стали проявляться всевозможные нарушения минерального обмена. По этой причине многие высокопродуктивные животные преждевременно выбраковываются. Результаты последних исследований показывают, что коровы в таких условиях плохо используют из рациона кальций, фосфор и магний. Нормализации минерального обмена у коров можно достичь путем повышения норм этих элементов на 20—25% за счет кормовых фосфатов, магния и других минеральных подкормок. Это и предусмотрено рекомендуемыми ныне нормами минерального питания сухостойных и дойных коров (табл. 6, 7). Повышение уровня минеральных веществ в рационе, наряду с нормализацией минерального обмена, существенно повышает молочную продуктивность коров и улучшает воспроизводительные функции животных.

При организации минерального питания животных особое внимание следует обращать на обеспеченность необходимыми минеральными веществами стельных сухостойных коров. Хотя продолжительность сухостойного периода у коров составляет в среднем 60 дней, значение его в получении здорового приплода, сохранении здоровья, воспроизводительных функций и будущей продуктивности коровы очень велико. В связи с этим необходимо обращать большое внимание на обеспечение потребностей коров также в витаминах А, D и Е, так как нарушения минерального обмена и жизнеспособность новорожденных телят в значительной степени зависят от витаминной обеспеченности организма коровы именно в этот период. Не меньшее значение имеет обеспечение коров необходимым количеством минеральных веществ после отела. В течение 2—3 недель после отела в организме коровы происходит ликвидация последствий отела и функциональная перестройка организма на продуцирование молока. После отела у коров, как правило, наблюдается некоторое несоответствие между продуктивностью и потреблением основных питательных веществ. Несмотря на способность животных съедать в это время большие количества кормов, за их счет не всегда покрываются потребности животных в минеральных веществах, и организм вынужден для синтеза молока использовать свои внутренние резервы.

Безусловно, рекомендуемые нормы минерального питания молочных коров в период сухостоя и лактации будут эффективными при условии полного обеспечения животных другими питательными веществами — энергией,

Таблица 9. Нормы микроэлементов для крупного рогатого скота

Половозрастная группа	Железо	Медь	Цинк	Марганец	Кобальт	Йод
На 1 кг сухого вещества, мг						
Коровы:						
дойные	50—70	6—10	40—60	40—60	0,4—0,7	0,4—0,8
высокопродуктивные	70—90	10—12	60—80	60—80	0,8—1,0	0,8—1,4
стельные сухостойные	50—70	6—10	30—50	40—50	0,8	0,8—0,7
Быки-производители	40—70	9—10	30—50	40—60	0,5—1,0	0,6—0,9
Телята до 6 мес	50—80	5—10	30—60	30—50	0,5—0,7	0,3—0,6
Молодняк крупного рогатого скота	50—70	7—10	30—60	40—60	0,4—0,9	0,2—0,4
На 1 голову в сутки, мг						
Коровы:						
дойные	625— —1430	85— —190	530—1225	520—1225	5,7—14,9	6—16
высокопродуктивные	1025— —1680	140— —340	895—2240	895—2240	11,5— —28,0	12—32
стельные сухостойные	470— —1070	55— —155	280—765	375—765	2,8—12,2	3—11
Быки-производители	430— —835	75— —145	310—610	390—760	5,9—11,4	6—12
Телята до 6 мес	40— —240	5—35	30—210	30—190	0,4—2,8	0,3—2,0
Молодняк крупного рогатого скота	240— —650	35— —80	180—360	200—450	2,5—7,5	1,2—2,5

протеином, углеводами и т. д. В противном случае даже полное обеспечение потребностей животных в минеральных веществах не достигает преследуемой цели. Например, установлено, что при снижении уровня перевариваемого протеина на 10—15% по сравнению с существующими нормами достоверно уменьшается ретенция фосфора, калия и серы. Увеличение уровня протеина в рационе коров на 20% способствует лучшему усвоению животными фосфора, меди и марганца (Б. Д. Кальницкий, 1985).

Не менее важным является обеспечение необходимыми минеральными веществами быков-производителей, нормы потребности которых в этих элементах питания представлены в табл. 8.

Ориентировочные нормы микроэлементов для различных половозрастных групп крупного рогатого скота в

расчете на сухое вещество рациона и голову в сутки приведены в табл. 9. Они выражены нижней и верхней границами. Поскольку результатами исследований установлено, что отложение и усвоение почти всех минеральных веществ у высокопродуктивных животных значительно выше, чем у низкопродуктивных, более высокие нормы потребности в микроэлементах, приведенные в табл. 9, следует использовать в кормлении животных с высокой продуктивностью.

Производственная проверка предлагаемых норм минерального питания крупного рогатого скота показала их высокую эффективность. Подкормка животных комплексом минеральных веществ в пределах рекомендуемых норм позволяет значительно повысить отложение и использование азота, макро- и микроэлементов в организме молодняка и взрослых животных, активность металлоэнзимов крови (церулоплазмина, моноаминоксидазы, щелочной и кислой фосфатазы, лактатдегидрогеназы), а также степень минерализации костной ткани. Все это способствует повышению продуктивности животных, осеменяемости коров, сокращению сервис-периода и снижению заболеваемости репродуктивных органов. По сообщению Б. Д. Кальницкого (1985), экономическая эффективность использования рекомендуемых норм минерального питания животных только за счет увеличения молочной продуктивности коров составляет 64 р. 50 к. за лактацию в расчете на одну голову.

КОРМОВЫЕ ИСТОЧНИКИ МИНЕРАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ

Основным источником минеральных веществ для животных являются растительные корма. Однако минеральный состав растений может значительно изменяться в зависимости от типа почв, генетических особенностей растений, ботанического состава травостоя, агротехники возделывания кормовых культур, количества вносимых в почву удобрений, климатических и погодных условий и ряда других факторов. Но ключевым условием, от которого зависит минеральный состав растений, являются почвенные различия. Согласно современным представлениям почва, растения и организм животного являются неразрывными звеньями единой цепи. Вследствие неоднородности состава поверхности земли на ней встречаются

ся районы с повышенной или пониженной концентрацией тех или иных минеральных элементов. Эти регионы, отличающиеся индивидуальными особенностями химического состава почвы и, вследствие этого, вызывающие различную биологическую реакцию местной флоры и фауны, получили название биогеохимических провинций. Вся территория СССР делится по этому принципу на четыре биогеохимические зоны:

1. Таежно-лесная нечерноземная зона с кислыми дерново-подзолистыми, подзолистыми, супесчаными, песчаными и торфяно-болотными почвами. Биологические реакции организмов в этой зоне определяются недостатком в почве кальция, фосфора, калия, кобальта, меди, йода, молибдена, бора и цинка; достаточным количеством марганца и относительным избытком стронция.

2. Лесостепная и степная черноземная зоны с нейтральными или слабощелочными почвами, в которых содержится достаточное количество кальция, кобальта, меди, марганца и йода, иногда отмечается недостаток калия и фосфора.

3. Сухостепная, пустынная и полупустынная зоны с нейтральными и щелочными почвами, отличающимися избыточным количеством натрия, кальция, хлоридов, сульфатов, бора, молибдена и недостатком меди, марганца.

4. Горная зона характеризуется недостатком йода, кобальта и меди, иногда очаговым избытком разнообразных минеральных элементов.

Свыше 50% территории СССР, куда входит и Белорусская ССР, занимают биогеохимические провинции нечерноземной полосы, которые, как уже отмечалось, бедны целым рядом макро- и микроэлементов. Такие особенности минерального состава почв этой зоны отражаются соответственно и на химическом составе кормовых растений, особенно растений лугов и пастбищ. Сравнение средних величин содержания микроэлементов в растениях лугов и пастбищ различных биогеохимических зон СССР с показателями пастбищного корма Белоруссии показывает, что белорусские корма даже по сравнению с таежно-лесной нечерноземной зоной беднее йодом, кобальтом, медью, цинком и железом.

Вторым по значимости фактором, определяющим минеральный состав растений, является агротехника их возделывания и используемая при этом система удобрений. Внесение больших доз минеральных удобрений в почву

сказывается не только на урожайности и ботаническом составе травостоя, при этом изменяется минеральный состав и органический комплекс самих растений. Аналогичное действие могут оказывать и агротехнические приемы. Например, известкование кислых почв, изменяя величину рН почвы, одновременно снижает усвоение растениями железа, марганца, никеля и кобальта, но способствует накоплению молибдена.

По сообщению ряда исследователей, азотные удобрения не только уменьшают содержание в растениях кальция, магния, меди, цинка и кобальта, но и изменяют ботанический состав травостоя, в котором увеличивается доля злаковых растений, содержащих в себе больше одновалентных и меньше двухвалентных элементов, чем бобовые. Наряду с этим в траве снижается концентрация сахара и увеличивается количество протеина, особенно за счет небелковых азотистых соединений.

Весьма противоречивы сведения о влиянии азотных удобрений на содержание кальция и фосфора в растениях. Например, Н. И. Попов (1973, 1974) и некоторые другие исследователи считают, что в травостое интенсивно используемых пастбищ азотные удобрения снижают концентрацию и соотношение фосфора с кальцием. Однако, по данным Литовского НИИ земледелия, внесение на пастбища повышенных доз азота практически не изменяет концентрации фосфора в растениях. По мнению Е. И. Григенс (1969), содержание фосфора в растительных кормах не столько зависит от применяемых удобрений, сколько от фазы вегетации растений и сезона года. Это подтверждается и результатами некоторых исследований, когда содержание фосфора в растениях не удавалось увеличить при использовании не только азотных, но и фосфорно-калийных удобрений (П. И. Ромашов, 1969). Аналогичная неоднозначность результатов исследований существует и в сообщениях о влиянии азотных удобрений на содержание в пастбищных растениях других макро- и микроэлементов. Так, например, ряд исследователей указывает на обеднение микроэлементами травы с пастбищ, удобренных высокими дозами азота. По сообщениям других, использование все возрастающих доз минеральных удобрений в условиях регулярного полива пастбищ с преобладанием злаков не влияет на минеральный состав травостоя за исключением содержания калия, количество которого в растениях линейно возрастает с повышением доз калийных удобрений. Натрия в траве оро-

шаемых пастбищ, как правило, содержится меньше, чем неорошаемых.

Более эффективным средством обогащения пастбищного корма минеральными веществами, особенно микроэлементами, является использование микроудобрений. Микроудобрения, вносимые на фоне полного минерального удобрения, способствуют накоплению в растениях отдельных минеральных элементов, концентрация которых здесь находится в прямой зависимости от вида и количества внесенных в почву удобрений. Например, по сообщению Р. Калмет (1979), внесение медных удобрений увеличивает их концентрацию в траве в 2,9 раза. Количество кобальта, марганца, цинка, молибдена и бора при внесении кобальтовых, марганцевых, цинковых, молибденовых и борных микроудобрений повышается при этом в 2,5; 1,6; 2,3; 3,0 и 2,0 раза.

Эффективность действия микроудобрений на обогащение пастбищной травы микроэлементами проявляется, как правило, только в год их применения.

Минеральный состав пастбищного корма зависит также от видового состава травостоя. Если на естественных лугах формирование растительного сообщества определяется в основном типом почв и межвидовой биологической конкуренцией, то на видовой состав травостоя окультуренных лугов и пастбищ основное влияние оказывает человек путем применения минеральных удобрений, подбора сортов трав, изменения способов посева семян и обработки почвы. Поскольку многие растения обладают избирательной способностью к накоплению тех или иных минеральных веществ, изменение видового состава травостоя пастбищ влечет за собой и изменения минерального состава валового урожая. Сравнительное изучение злакового и бобово-злакового травостоя свидетельствует о лучшей сбалансированности последнего в отношении различных питательных веществ, в том числе и минеральных элементов, что способствует более полноценному кормлению животных в летний период. Сухое вещество бобово-злаковых травосмесей превосходит злаки по содержанию кальция, меди, магния, кобальта и некоторых других макро- и микроэлементов. В связи с этим наряду со злаковыми пастбищами в последние годы все более широкое распространение получают пастбища с различными видами бобовых трав. В Англии и Франции, например, в целях повышения молочной продуктивности коров и экономии азотных удобрений используются клеверо-

злаковые пастбища, травосмеси которых состоят из клевера белого, райграса пастбищного, тимофеевки и овсяницы луговой. Зачастую в качестве бобового компонента включают клевер луговой и люцерну. Подобные травосмеси широко используются при создании долголетних пастбищ и в ФРГ.

У нас в стране, в связи с разнообразием климатических условий, в пастбищных травосмесях используют клевер белый, клевер луговой и люцерну (В. В. Щеглов и др., 1977). Как показывают исследования БелНИИЖ (В. А. Дедковский, А. С. Зеньков, 1985), использование пастбищ с бобово-злаковым травостоем, наряду с улучшением минерального обмена у коров позволяет дополнительно с 1 га произвести 16,5 ц молока и получить около 280 руб. дополнительной прибыли. К тому же создание 1 га такого пастбища, за счет снижения количества используемых при этом азотных удобрений, обходится на 32 руб. дешевле по сравнению со злаковым.

Учитывая существующую зависимость между минеральным составом растений и агротехникой их возделывания, можно предполагать, что совершенствование кормопроизводства в недалеком будущем окажет определенное положительное влияние на минеральное питание животных путем улучшения химического состава кормовых растений. Однако становится ясным и другое — с помощью только этих приемов нельзя повысить содержание минеральных веществ в основных и особенно в пастбищных кормах настолько, чтобы полностью удовлетворить из этого источника потребности в них высокопродуктивных животных. Об этом свидетельствует тот факт, что основные наши рационы из растительных кормов удовлетворяют, например, потребности коров в большинстве макро- и микроэлементов только на 50—70%. По этой причине животноводы вынуждены использовать другие источники минеральных веществ, в частности всевозможные минеральные добавки, содержащие в себе недостающие в рационе минеральные элементы.

Недостаток в рационе животных натрия восполняется в основном поваренной солью (ТУ 6-12-33-71). Обычная кормовая поваренная соль в зависимости от сортности содержит в себе 95—98% хлористого натрия. В составе ее находится 39% натрия, 57% хлора, 0,35—0,65% кальция, 0,05—0,25% магния и ряд других минеральных и органических примесей, которые иногда можно распознать по цвету и вкусу соли. Например, горьковатый вкус

и серовато-желтый цвет придают ей магниевые примеси, избыточные количества которых вредны для животных. В последние годы доказана возможность использования в кормлении крупного рогатого скота соли галитовых отходов производственного объединения «Беларуськалий». Химический состав этой соли существенно не отличается от состава вывороочной соли, выпускаемой заводами западных областей Украины и широко используемой в кормлении животных.

В случае избытка в рационах кальция и недостатка фосфора, а также при скармливании больших количеств корнеклубнеплодов и отходов их технической переработки для выравнивания соотношения между калием и натрием в качестве натриевой кормовой добавки используют двусосновой фосфорнокислый натрий.

В качестве кальциевых подкормок для животных используют мел, известняк, известковые туфы, гарныш, мергель, лимнокальций, травертины и другие природные средства. Мел кормовой (МРТУ 26-41-69), представляющий собой углекислый кальций, в качестве минеральной подкормки используют в тонкоразмолотом виде при условии, что в нем содержится не более 1% примесей и фтора. В меле кормовом, как правило, содержится 37% кальция, 0,18% фосфора, около 0,5% калия, 0,3% натрия и не более 5% кремния и других элементов. Используемые в качестве минеральной подкормки известняки содержат 33% кальция, 2—3% магния, 3—4% кремния и незначительные количества фосфора, железа, серы и других элементов. Содержание мышьяка и фтора в таких известняках не должно превышать 0,2%. От посторонних примесей мел и известняк очищают отмучиванием. Для этого молотый материал засыпают в бочку, заливают водой, тщательно перемешивают и быстро переливают в другую посуду. Перелитый мел или известняк быстро осаждаются, а примеси остаются в надосадочной жидкости, которую сливают. После 2—3-разовой промывки осадок высушивают, размалывают и в таком виде скармливают животным.

Используемые в качестве минеральных кормов известковые туфы, гарныш, мергель, лимнокальций и травертины являются разновидностью известняка и представляют собой в основном озерные отложения, или осадки минеральных источников. Эти минералы содержат в себе около 30% кальция и ряд других примесей, часто ограничивающих их кормовое использование.

В некоторых случаях для восполнения дефицита кальция можно использовать в качестве минеральной подкормки гипс, в чистом виде представляющий сернокислый кальций. Являясь производным серной кислоты, гипс может в некоторой степени восполнять недостаток в кормах серы. Однако наличие в природном гипсе многих, зачастую вредных для здоровья животных примесей ограничивает его применение. Скармливать гипс можно только после установления химического состава.

В качестве минеральных подкормок для обогащения рационов кальцием и фосфором широко используются отходы переработки скота и птицы на мясокомбинатах, различные неорганические соли фосфорной кислоты и некоторые продукты переработки апатитов. Наиболее известной из этого вида подкормок является костная мука (ОСТ НКПП 463), которая производится из обезвреженных и тонкоразмолотых натуральных или обезжиренных костей животных. Она содержит 28,5% кальция, около 13% фосфора, магний, серу, хлор и некоторые микроэлементы. Из костей животных получают также преципитат (дикальцийфосфат) кормовой (ТУ 08-271-73), в котором путем специальной обработки количество фосфора по сравнению с костной мукой увеличено почти в 1,5 раза и достигает 20,5%. Сравнительно недавно отечественная промышленность освоила выпуск нового вида минеральной подкормки для животных — фосфорина, получаемого из обезжиренных и обесклеенных костей. Фосфорин выпускается в виде тонко размолотого порошка, в котором кальций и фосфор находятся в легкоусвояемой форме. Из этой группы подкормок в практике животноводства используют костный уголь после его использования на сахарных заводах в качестве осветлителя свекловичного сока и костную золу.

В качестве минеральной подкормки для животных определенным интересом представляет фосфогипс, являющийся отходом производства фосфорных удобрений. Фосфогипс, получаемый на Гомельском суперфосфатном заводе, содержит в себе 33% кальция, 22,8% серы, 1,13% фосфора и 0,2—0,3% фтора. Кроме того, фосфогипс содержит в себе натрий, алюминий, железо, барий и ряд редкоземельных элементов, количество которых однако не превышает пределов соответствующего кларка, т. е. среднего содержания элемента в земной коре. Путем простой обработки фосфогипса, заключающейся в смешивании его с водой и последующего высушивания при

температуре 200 °С, можно уменьшить количество содержащегося в нем фтора до 0,2% и ниже.

В опытах БелНИИЖ (Н. В. Пилюк, 1982) по использованию фосфогипса в кормлении коров было установлено, что добавка его в рацион животных активизирует процессы рубцового пищеварения, в результате чего содержание уксусной кислоты в рубцовой жидкости существенно увеличивается при одновременном снижении образования пропионовой кислоты. Коровы, получавшие фосфогипс, на 6—7% лучше переваривали сухое вещество кормов, на 7—15% — протеин, на 3—17% — клетчатку, на 10—32% — жир. Животные лучше усваивали кальций, фосфор и серу. Обогащение рационов фосфогипсом увеличило продуктивность коров на 2—12%, на 2—10% повысило содержание жира в молоке и обеспечило получение дополнительной прибыли в расчете на 1 ц молока 0,4—2,2 руб. Наиболее эффективным было скармливание фосфогипса в рационах, в которых отношение азота к сере находилось в пределах 8 : 1. Фосфогипс при этом повышал эффективность использования животными азота карбамида.

Для подкормки всех видов животных и птицы, в рационах которых мало кальция и фосфора, используют обесфторенный фосфат из апатита и различные соли фосфорной кислоты. Из этого вида подкормок наиболее известными являются динатрийфосфат (ТУ 608-273-73), диаммонийфосфат (ТУ 608-169-70), монокальцийфосфат (ГОСТ 18660—73) и некоторые другие. Динатрийфосфат представляет собой мелкие гранулы или мелкокристаллический порошок, хорошо растворимый в воде, солоноватого вкуса. Его хорошо скармливать коровам летом при обилии зеленых кормов. Он способствует повышению жирности молока. Диаммонийфосфат выпускается также или в виде порошка, или в виде гранул, имеющих запах аммиака. Растворим в воде. Предназначен преимущественно для скармливания крупному рогатому скоту, поскольку содержит небелковый азот, который может усваиваться жвачными. Его можно скармливать в составе летних и зимних рационов, дефицитных по фосфору и протеину. Хорошие результаты от применения диаммонийфосфата получают в случае скармливания скоту больших количеств свекловичного жома. Монокальцийфосфат производится в виде серого порошка с мелкими гранулами, кислый на вкус. Препарат целесообразно использовать в кормлении молочных коров, в рационах которых

большой дефицит фосфора. Монокальцийфосфат аммонизированный содержит от 1,6 до 3% азота. В качестве фосфорно-азотистой добавки для жвачных животных используют также фосфат мочевины, который содержит 19% фосфора и 23% азота.

Помимо перечисленных в качестве минеральных подкормок для крупного рогатого скота используют сапропели и древесную золу. Залежи сапропелей встречаются на дне озер, прудов и других водоемов. В Белоруссии начата промышленная добыча сапропелей на озерах «Судобель» и «Червоное». Химический состав сапропеля зависит от места его залегания. В сухом веществе содержится 4,5—26% органического вещества и 3—42% золы.

Количество кальция и фосфора в сапропелях колеблется в пределах 0,2—1,6%. В 1 кг сухого вещества сапропеля может содержаться до 12,8 мг кобальта, 91 мг марганца, 25,6 мг меди, 47 мг молибдена, 37,2 мг бора, около 60 мг цинка, 58 мг брома и до 6,3 мг йода. Сапропель лучше скармливать в свежем виде. Эта подкормка способствует улучшению обмена веществ, повышает среднесуточные приросты молодняка и сопротивляемость организма желудочно-кишечным и другим заболеваниям. Сапропель можно заготавливать в любое время года.

Древесная зола является местной комплексной минеральной подкормкой. Химический состав ее значительно колеблется в зависимости от вида древесной растительности и места ее произрастания. Однако в любом случае в ней содержится кальций, фосфор, калий, натрий, йод, цинк, железо, марганец и кобальт.

В качестве минеральных добавок обычно используют минеральные соли определенных элементов. В кормлении животных используются только химически чистые или кормовые соли с содержанием мышьяка не более 0,001% и свинца — не более 0,005%. Наиболее известны среди них серно-кислые, углекислые и хлористые соли меди, цинка, марганца, кобальта и некоторых других металлов.

Хлористый калий (хлорид калия) — кристаллический порошок, хорошо растворимый в воде. По цвету и вкусу почти не отличается от поваренной соли, если не считать чуть заметного жжения на месте прикосновения кристаллов к языку. Содержит около 25% калия и 48% хлора.

Окись магния (жженая магнезия) — белый аморфный порошок, нерастворимый в воде. Содержит около 60% магния. Используется для балансирования рационов по магнию.

Сульфат магния — кристаллический белый порошок. Содержит 10% магния и 13% серы. Магний из этой подкормки усваивается лучше, чем из жженой магнезии.

Глауберова соль (серно-кислый натрий) — белый порошок. Содержит 10% серы. Включение этой соли в рацион жвачных животных способствует лучшему использованию азота небелковых соединений. Он повышает содержание жира в молоке коров и улучшает качество шерсти у овец.

Железо серноокислое закисное (железный купорос) — светло-голубовато-зеленые прозрачные призматические кристаллы или такой же порошок, растворимый в воде. Водный раствор имеет зеленоватый цвет и вяжущий вкус. Его используют как микродобавку к рационам молодняка для профилактики алиментарных анемий. Эффективность использования серноокислого железа организмом животного зависит от уровня в рационе фитина, кальция, фосфора и других элементов.

Медь серно-кислая (медный купорос) — прозрачные кристаллы или порошок синего цвета. Содержит около 5% меди и 12% серы. Применяется в качестве микродобавки к рационам, дефицитным по меди, а также в целях профилактики и лечения алиментарной анемии.

Кобальт хлористый — порошок вишневого цвета, хорошо растворим в воде, содержит около 24% кобальта. Используется при недостатке кобальта в кормах.

Серно-кислый цинк (сульфат цинка, цинковый купорос) — бесцветные прозрачные призматические кристаллы, хорошо растворимые в воде. Водные растворы имеют вяжущий металлический вкус и слабоокислую реакцию. Содержит около 22% цинка и около 11% серы. Применяется как микродобавка к рационам животных всех видов для профилактики цинковой недостаточности. Может быть заменен хлористым цинком или окисью цинка.

Марганец серно-кислый (сульфат марганца) — кристаллы серовато-розового цвета, хорошо растворимые в воде. Содержит около 23% марганца.

Калий йодистый — бесцветные кубические кристаллы, хорошо растворимые в воде. Водные растворы имеют солено-горький вкус и нейтральную реакцию. Применяется в качестве микродобавки к рационам всех видов животных. Йодистый калий нельзя применять совместно с солями меди.

Почти все перечисленные соли могут быть заменены солями этих металлов других кислот. Для расчета коли-

Таблица 10. Коэффициенты пересчета микроэлементов в соль и соли в микроэлементы

Коэффициент пересчета элемента в соль	Элемент	Соли микроэлементов	Коэффициент пересчета соли в элемент
5,128	Железо	Железо серно-кислое	0,196
4,237	Медь	Медь серно-кислая	0,237
1,815	Медь	Медь углекислая	0,553
4,464	Цинк	Цинк серно-кислый	0,225
1,727	Цинк	Цинк углекислый	0,580
4,545	Марганец	Марганец серно-кислый	0,221
3,597	Марганец	Марганец хлористый	0,278
2,300	Марганец	Марганец углекислый	0,435
4,831	Кобальт	Кобальт серно-кислый	0,207
2,222	Кобальт	Кобальт углекислый	0,451
4,032	Кобальт	Кобальт хлористый	0,248
1,328	Йод	Йодистый калий	0,754
1,695	Йод	Йодновато-кислый калий	0,590
3,921	Магний	Магний углекислый	0,255
1,658	Магний	Магния окись	0,603

ществ содержащихся в солях чистых элементов при замене одной соли другой пользуются коэффициентами, представленными в табл. 10.

Коэффициенты, расположенные в правой графе таблицы, показывают сколько миллиграммов элемента содержится в 1 мг соли, в левой графе — в каком количестве миллиграммов соли содержится 1 мг элемента.

Исследования последних лет свидетельствуют о том, что традиционно принятая форма компенсации недостатка минеральных веществ, особенно микроэлементов, путем обогащения рационов их минеральными солями, несмотря на высокую результативность, оказалась не самой идеальной. Дело в том, что неорганические соли сравнительно трудно усваиваются организмом животных, а увеличение их дозы для достижения оптимального уровня ассимиляции часто вызывает отравления. В этой связи большой интерес представляют работы по изысканию легкоусвояемых и безопасных для здоровья животных форм микроэлементов. В качестве профилактического средства против алиментарной анемии, вызванной недостатком в кормах железа, в настоящее время из этого класса веществ уже широко используются, например, инъекции комплексных соединений железа в форме декстранов. Среди железодекстрановых препаратов наибо-

лсе известны минский и сибирский ферроглюкин, польский ферродокс, японский ферробалт, английский импозил и ряд других. Однако профилактика минеральной недостаточности путем инъекций болезненна для животных, требует больших затрат труда и времени и не совсем удобна в условиях промышленной технологии.

По мнению многих специалистов, этих недостатков можно избежать, используя микроминеральные добавки в форме их хелатных комплексов, или хелатов, которые представляют собой соединения атомов металла с какими-либо органическими веществами. Установлено, что функциональная активность микроэлементов в сочетании с органическими соединениями возрастает в сотни тысяч раз по сравнению с ионным их состоянием в организме животных. В кормлении животных можно использовать как непосредственно сами хелатные соединения, так и отдельные хелатирующие агенты. Так, например, включение в рацион коров лимонной кислоты в качестве хелатирующего агента повышает переваримость крахмала и целлюлозы. Судя по имеющимся сообщениям, наиболее высокой результативностью обладают хелатные соединения микроэлементов с аминокислотами. Использование глицинатов, метионинатов и лизинатов цинка, железа, меди и марганца в качестве микроминеральных добавок в дефицитных по этим элементам рационах увеличивало интенсивность их всасывания, транспорта и депонирования в организме, способствовало улучшению использования питательных веществ кормов и повышало продуктивность животных. Доказано, что хелатные соединения железа с аминокислотами всасываются значительно быстрее, чем сами свободные аминокислоты или неорганические соли этого металла. Хелатные комплексы аминокислот с железом свободно проникают через мембраны ретикулоцитов, митохондрий и даже через плацентарный барьер и тем самым непосредственно питают плод. При использовании хелатных соединений железа существенно возрастает степень доступности и усвоения данного металла в организме животных — железо быстро переходит из хелата в трансферрины. Аналогичная закономерность выявлена и при изучении использования хелатных комплексов меди. В специальных опытах показано, что всасывание ее из комплексных соединений с аминокислотами, пептидами и полипептидами в пищеварительном тракте происходит более интенсивно, чем из серно-кислой меди, и к тому же сопровождается повышенной аккумуляцией

этого элемента в печени. Учитывая высокую биологическую эффективность хелатных соединений микроэлементов, простоту и удобства их практического использования, можно надеяться, что при организации их промышленного производства они в ближайшее время найдут широкое применение в кормлении животных для профилактики минеральной недостаточности.

КОНТРОЛЬ ЗА ПОЛНОЦЕННОСТЬЮ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ ЖИВОТНЫХ

Поскольку в большинстве случаев нарушения минерального обмена у животных не сопровождаются какими-либо специфическими признаками, подобные болезни удастся установить только на основании специальных лабораторных исследований. Первым этапом оценки состояния минерального обмена у животных является определение содержания минеральных веществ в кормах рациона. Результаты анализа дадут информацию о количестве поступающих в организм минеральных элементов и соответствии его установленных нормам. Однако обеспеченность организма макро- и микроэлементами зависит не только от поступления их с кормами, но и от степени их усвоения и использования в процессах метаболизма. Нередко в опытах и особенно в хозяйственных условиях наблюдаются случаи, когда казалось бы при удовлетворительной обеспеченности животных минеральными веществами отмечается снижение их продуктивности, перерасход питательных веществ и признаки нарушения метаболизма, характерные для минеральной недостаточности. Одной из причин такого нарушения минерального обмена является ухудшение использования минеральных веществ животными. Усвоение минеральных веществ затрудняется, как правило, из перестоявших кормовых растений с большим содержанием клетчатки. В кормах также могут быть вещества, связывающие минеральные элементы в труднодоступные для животных соединения, как, например, фитин зерновых, затрудняющий усвоение фосфора. Использование минеральных веществ существенно снижается при некоторых изменениях их соотношения в кормах. Известно, например, что избыток в рационе кальция тормозит усвоение фосфора и йода, а избыток молибдена препятствует усвоению меди.

Использование минеральных веществ из кормов мо-

жет нарушаться при недостатке витаминов, а также при функциональных расстройствах желудочно-кишечного тракта.

Для выяснения степени обеспеченности животных минеральными веществами и контроля за состоянием минерального обмена в их организме существует несколько методов. Прежде всего это физиологические опыты на животных, по результатам которых определяют степень отложения минеральных веществ в организме. Однако балансовые опыты не позволяют установить эндогенные потери, в связи с чем затрудняется определение степени усвоения минеральных веществ кормов. Истинную картину усвоения минеральных веществ животными можно определить пока что только с помощью радиоактивных изотопов. Но как и балансовый метод, так и метод радиоактивных изотопов из-за своей сложности и трудоемкости неприемлемы в условиях современного животноводства.

Нарушение минерального обмена можно сравнительно быстро и точно определить по плотности костей скелета путем рентгенографии с использованием фотоосцеометра. Однако и этим методом установить вид минеральной недостаточности невозможно, не говоря уже о трудоемкости и сложности подобного рода исследований.

Наиболее доступны и чаще всего используются в практике способы контроля за состоянием минерального обмена у животных, основанные на определении концентрации минеральных веществ в биологических пробах. В качестве таковых служат кровь, моча, слюна, молоко, печень, кость и шерстный покров животных. Для выявления родильного пареза, пастбищной тетании, деминерализации скелета, кетозов и ацидозов обычно используют следующие параметры (табл. 11).

Кроме этого в крови животных определяется концентрация макро- и микроэлементов, оптимальной величиной которой у коров считается: в сыворотке крови для кальция — 9,5—12 мг, фосфора неорганического — 4,5—6,5 мг, калия — 20—25 мг, натрия — 270—350 мг, магния — 2,5—3,5 мг в 100 мл; в цельной крови для меди — 70—100 мкг, цинка — 200—400 мкг, марганца — 15—25 мкг, кобальта — 3—5 мкг, йода — 2,5—3,5 мкг в 100 мл.

При недостатке кальция в кормах концентрация его в сыворотке крови может снижаться до 5—7 мг/100 мл и ниже. У животных, страдающих гипомagneземией, концентрация магния в плазме крови находится в пределах

Таблица 11. Параметры оценки состояния минерального обмена у животных

Вид нарушения	Исследуемый показатель	Биологический материал				
		С	ПК	М	СК	К
Родильный парез	Кальций	+				
	Фосфор	+				
Пастбищная тетания	Магний	+		+		
	Деминаерализация скелета				+	
Кетозы	Щелочная фосфатаза	+				
	Фосфор	+				
Ацидозы	Глюкоза		+			
	Кетоновые тела	+		+		
	Щелочной резерв рН					+
						+

Обозначения: С—сыворотка крови; ПК—плазма крови; М—моча; СК—скелет; К—кровь.

1,1—1,7 мг/100 мл, а при сильно выраженном заболевании содержание этого элемента может упасть ниже 1 мг в 100 мл.

Свидетельством недостатка железа у телят является снижение концентрации его в сыворотке крови и в печени, уменьшение количества эритроцитов и гемоглобина, увеличение железосвязывающей способности крови, а также снижение активности каталазы крови, сукцинатдегидрогеназы и цитохромоксидазы печени, слизистой кишечника и мышечной ткани.

При недостатке меди в кормах в плазме крови животных снижается активность церулоплазмينا, цитохромоксидазы, моноаминоксидазы, тиразинназы и других медь-содержащих ферментов.

Об обеспеченности животных селеном судят по активности фермента глутатионпероксидазы и содержанию его в крови. Снижение концентрации селена в крови до 0,8—1 мкг/100 мл говорит о его дефиците.

Общепризнанным критерием оценки обеспеченности животных кальцием, фосфором и цинком, а также состояния минерализации и деминаерализации костей скелета является активность щелочной фосфатазы и некоторых других ферментов.

Информативным показателем обеспеченности организма натрием, калием и магнием служит концентрация

этих элементов в слюне и моче животных. В норме у коров количество натрия в слюне не превышает 250—350 мг/100 мл, а отношение натрия к калию составляет 20 : 1. При дефиците натрия в рационе уровень его в слюне снижается до 200 мг и менее в 100 мл при отношении натрия к калию 10 : 1 и ниже. При достаточной обеспеченности коров натрием концентрация его в моче находится в пределах 20—25 мг/100 мл. Снижение этого показателя до 5 мг/100 мл и ниже свидетельствует о дефиците натрия в организме.

Установлена прямая зависимость между потребляемым животными с кормами количеством магния и его концентрацией в моче. Снижение ее до уровня 40 мг/л и ниже является показателем, позволяющим судить об отрицательном балансе магния в организме коров.

Согласно многочисленным данным в 1 л натурального молока коров содержится 1,0—1,4 г кальция, 0,8—1,0 г фосфора, 100—140 мг магния, 250—700 мг натрия, 0,7—1,9 г калия, 200—400 мг серы, 200—400 мкг меди, 2,5—4,0 мг железа, 0,5—1,0 мг цинка, 100—300 мкг марганца 10—30 мкг кобальта и 50—100 мкг йода. Несмотря на стабильное постоянство минерального состава молока, которое можно нарушить только экстремальными условиями кормления животных, снижение концентрации минеральных веществ ниже указанных величин считается признаком нарушения минерального обмена.

Ряд исследователей считает, что о степени обеспеченности животных минеральными веществами можно судить по содержанию этих элементов в покровном волосе. Для этого исследуют минеральный состав волоса, взятого у коров с туловища до линьки. В качестве ориентировочных нормативов содержания минеральных веществ в волосе рекомендуются следующие величины (мг в 1 кг сухого вещества): кальций — 1500—2000; фосфор — 250—300; натрий — 350—500; железо — 50—100; цинк — 10—130; марганец — 10—18; медь — 6—15; кобальт — 0,04—0,05; молибден — 0,25—0,35. Результаты некоторых исследований показывают, что существует положительная коррелятивная зависимость между содержанием в волосяном покрове новорожденных телят меди, цинка, марганца и серы и обеспеченностью их матерей этими элементами в период стельности.

В последние годы за рубежом, особенно в странах с высокоразвитым молочным скотоводством, широкое распространение получил метод контроля за состоянием об-

мена веществ, в том числе и минерального обмена, основанный на получении и оценке метаболических профилей. Результаты лабораторных исследований при этом с помощью ЭВМ обрабатываются и выдаются заказчику в виде диаграмм в сравнении с нормой и на этом основании делается заключение о степени обеспеченности потребностей животных в тех или иных питательных веществах.

В заключение следует заметить, что хотя четких методических рекомендаций по контролю за состоянием минерального обмена пока еще не существует, тем не менее использование упомянутых выше приемов и методов позволяет в большинстве случаев своевременно выявлять и устранять недостатки в обеспечении животных минеральными веществами.

ОРГАНИЗАЦИЯ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ ЖИВОТНЫХ И ТЕХНИКА СКАРМЛИВАНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ПОДКОРМОК

Мероприятия по организации минерального питания крупного рогатого скота на фермах колхозов и совхозов сводятся в основном к балансированию рационов по всем основным макро- и микроэлементам с учетом потребности в них животных и минерального состава кормов. С этой целью, пользуясь данными минерального состава кормов и нормами потребности животных в минеральных веществах, при составлении годового кормового баланса рассчитывают потребность хозяйства в минеральных кормах и определяют источники покрытия этих потребностей. Для расчета потребностей в солях микроэлементов рекомендуется использовать следующие величины (табл. 12).

Расчет потребностей в минеральных веществах производится по сезонам года с учетом того, что в пастбищный период минеральная подкормка может скармливаться непосредственно на пастбищах, а в зимне-стойловый — из кормушек в помещениях.

В соответствии с потребностями в хозяйстве необходимо иметь запасы поваренной соли, мела, фосфорно-кальциевых и других минеральных подкормок. Существует много способов скармливания животным минеральных подкормок. Выбор их зависит от возможностей хозяйства. Наиболее простой, но менее эффективный способ скарм-

Таблица 12. Ориентировочная потребность в солях микроэлементов (на 1 голову в год), г

Вид животных	Железо серно-кислое	Цинк серно-кислый	Медь серно-кислая	Марганец серно-кислый	Калий йодистый	Кобальт хлористый
Коровы и быки	—	10—20	20—25	20—30	0,6—0,8	3,0—4,0
Молодняк	35—40	5—10	10—15	6—12	0,3—0,4	1,5—2,0

ливания минеральных подкормок — это внесение тех или иных минеральных веществ в корма вручную. Таким образом используют зачастую фосфорно-кальциевые подкормки, которые смешивают в необходимых пропорциях с концентрированными кормами, силосом или измельченными корнеклубнеплодами. Опыт показывает, что даже такой способ скармливания 1 кг фосфатов в рационах, дефицитных по фосфору, позволяет дополнительно получить около 5,8 кг молока. Как правило же, макро- и микроминеральные добавки, рассчитанные в соответствии с потребностями животных и минеральным составом кормов, скармливают в виде смесей различной сложности. Концентрация макро- и микроэлементов в таких смесях и количество вносимой в рацион добавки определяются видом животных, их физиологическим состоянием и продуктивностью, структурой рациона и зональными особенностями минерального состава кормов. Различными научными учреждениями страны к настоящему времени предложено много рецептов минеральных смесей для крупного рогатого скота. Например, ВНИИ физиологии, биохимии и питания сельскохозяйственных животных рекомендует минеральную смесь для телят 1—3-месячного возраста следующего состава (табл. 13).

Включение в рацион этой добавки способствует повышению интенсивности роста телят, устойчивости их к заболеваниям и снижению себестоимости прироста живой массы. Смесь обычно скармливается с молоком.

Существует множество рецептов минеральных смесей и для подкормки коров. Связано это с тем, что минеральный состав кормов подвержен большим колебаниям и одним только комбинированием кормов не удастся сбалансировать минеральную часть рациона. По этой причине в типичных зимних рационах коров, состоящих из силоса, сенажа, сена и корнеплодов почти всегда ощущается не-

Таблица 13. Минеральная смесь для телят 1—3-месячного возраста (на 1 голову в сутки)

Компоненты	Возраст, мес		
	1	2	3
Монокальцийфосфат, г	5,0	10,0	15,0
Натрий двууглекислый, г	5,0	10,0	15,0
Магния окись, г	1,0	2,0	3,0
Соль поваренная, г	2,65	5,3	7,95
Марганец серно-кислый, г	0,08	0,16	0,24
Цинк серно-кислый, г	0,05	0,10	0,15
Медь серно-кислая, мг	25,0	50,0	75,0
Кобальт хлористый, мг	2,0	4,0	6,0
Калий йодистый, мг	0,25	0,50	0,75
Железо серно-кислое закисное, г	0,16	0,32	0,48

достаток фосфора, кальция, магния и других минеральных элементов. Как правило, в летний период коровы с пастбищным кормом потребляют мало фосфора при некотором избытке кальция, что приводит к дисбалансу этих и других минеральных веществ. Для устранения этого в рационы животных вводятся минеральные добавки.

В ФРГ, например, к зимним рационам, состоящим из силоса и сена, добавляется 100 г минеральной смеси, состоящей из 11% кальция, 8% фосфора и 1,2% магния. В условиях пастбищного содержания коровам скармливают 200—250 г смеси, в составе которой содержится 16% кальция, 5% фосфора и 1,5% магния.

Латвийские ученые рекомендуют минеральную подкормку для коров, в 100 г которой содержится 66,6 г кормового обесфторенного фосфата, 33,3 г пшваренной соли, 3,3 мг хлористого кобальта, 18 мг серно-кислого цинка и 0,8 мг йодистого калия. Такая смесь скармливается по 30 г на 100 кг массы тела животного.

В Литовской ССР для коров в пастбищный период используется минеральная смесь, содержащая 69,7% обесфторенных фосфатов, 20% поваренной соли, 10% сульфата магния, 0,1% сульфата марганца, 0,1% серно-кислого цинка, 0,1% серно-кислой меди и 0,02% хлористого кобальта.

В опытах, проведенных в БелНИИЖ, высокоэффективным было скармливание лактирующим коровам в составе зимних рационов 110 г минеральной смеси, состоящей из 55% поваренной соли и 45% монокальцийфосфа-

та. На 1 кг такой смеси добавлялось 2,8 г углекислого цинка, 1,5 г углекислой меди, 0,8 г углекислого марганца, 0,14 г углекислого кобальта и 0,04 г йодистого калия. Для удовлетворения потребностей коров в минеральных веществах при пастбищном содержании специалисты института предложили минеральные смеси следующего состава (табл. 14).

Обогащение минеральными смесями комбикорма, состоящего из 97—98% ячменной муки, 1,7—2% поваренной соли и 0,3—0,5% окиси магния, и скармливание его коровам, выпасающимся на высокопродуктивных злаковых и бобово-злаковых пастбищах, в количестве 6 кг на 1 голову позволяет сохранить положительный баланс минеральных элементов в организме животных и получать от них по 20 кг и более молока в сутки.

Минеральные смеси скармливают животным постоянно в составе комбикормов, с сенажем и силосом, с измельченными корне- и клубнеплодами. Смеси используются также при приготовлении брикетов и гранул. Однако наиболее эффективно скармливание минеральных смесей в составе комбикормов. Применительно к условиям в комбикорма вносят соли недостающих минеральных веществ в составе премиксов, содержащих помимо минеральных элементов витамины, антибиотики и другие биологически активные вещества. Подобные премиксы вносятся в комбикорма с таким расчетом, чтобы в суточной даче комбикорма содержалось необходимое для покрытия потребности животного количество минеральных веществ. На комбикормовых заводах премиксы вводят в состав комбикормов специальными дозаторами, как правило, в количестве 1% (10 кг на 1 т). Такие комбикорма скармливаются только тому виду и возрастной группе животных, которым они предназначены.

Та блица 14. Минеральная смесь для коров

Компоненты	Состав смеси, %	
	для злакового пастбища	для бобово-злакового пастбища
Медь серно-кислая	12,7	8,4
Марганец серно-кислый	37,6	48,9
Кобальт хлористый	1,5	1,7
Кайод	14,9	15,3
Цинк углекислый	33,4	25,7
На 1 т комбикорма вносится смеси, г	3380	5920

В хозяйствах, не обеспечивающихся комбикормами заводского изготовления, следует организовать обогащение минеральными смесями кормовой муки. Для этих целей можно использовать различного вида кормосмесители и дозирующие устройства. При отсутствии таковых обогащение кормовой муки проводят вручную. Для этого слой муки посыпают минеральной добавкой и несколько раз тщательно перемешивают.

Современные кормоуборочные машины и технологии заготовки кормов позволяют обогащать их минеральными веществами уже при заготовке. Например, фосфорная, соляная и серная кислоты, пиросульфит, бисульфит и сульфат натрия, внесенные в необходимых концентрациях в заготавливаемую силосную массу, наряду с сохранением первоначальных питательных достоинств зеленой травы, значительно повышают содержание в корме фосфора, серы, натрия и хлора. В опытах П. И. Римши (1967) было убедительно доказано, что использование фосфорной кислоты в качестве консерванта при заготовке клеверного силоса позволяет получать высококачественный корм, в котором достигается наиболее оптимальное соотношение кальция и фосфора, равное 1,43. Скармливание 10 кг такого силоса в смеси с другими грубыми и сочными кормами позволяет полностью удовлетворить потребности коров со средней продуктивностью в основных питательных веществах без подкормки их концентратами.

Совместно с химическими консервантами или в составе их можно вносить в корма и другие минеральные добавки. При силосовании кукурузы на 1 т силосуемой массы рекомендуется добавлять 3,5 кг диаммонийфосфата, 1 кг карбамида, 1 г хлористого кобальта и 5 г серно-кислой меди. Применяют также фосфат мочевины и карбамид в дозе 1,5—2 и 2,5—3,5 кг на 1 т массы.

На фермах колхозов и совхозов широкое распространение получило обогащение минеральными добавками соломы. По мнению многих специалистов, наиболее эффективно такое обогащение при термохимическом способе обработки соломы, когда на нее одновременно воздействуют щелочи и высокая температура пара. При этом для улучшения вкусовых качеств соломы и обогащения ее протеином и фосфором в раствор щелочи рекомендуется вносить поваренную соль и карбамид по 5 кг на 100 л раствора, а также диаммонийфосфат по 10 кг на 100 л раствора. На 1 т сухой соломенной резки необходимо 1,5—2 м³ такого раствора.

При скармливании коровам в составе рациона 6 кг обработанной таким образом соломы их среднесуточные удои повышаются на 10—12%. Введение в рацион молодняка крупного рогатого скота 5—6 кг такого корма в сочетании с 10 кг силоса и 1,5—2,0 кг концентратов обеспечивает среднесуточные приросты живой массы животных 500—600 г.

Одним из эффективных способов применения минеральных добавок является использование их в составе сухих кормосмесей различной физической формы и состава. Многочисленные результаты исследований свидетельствуют о том, что такие кормосмеси позволяют наиболее эффективно использовать не только имеющиеся в хозяйствах малопитательные корма — солому, мякину, стебли кукурузы и т. д., но и вместе с тем получать максимальную отдачу от скармливаемых минеральных подкормок.

Технологическая схема производства сухих кормосмесей предусматривает уборку и измельчение зеленой или другой кормовой массы до определенного размера частиц, сушку их, смешивание, дозирование кормов и добавок, гранулирование или брикетирование полученных смесей. Из сказанного выше уже видно, что сухие кормовые смеси могут быть рассыпными, в виде гранул или брикетов. Наиболее широкое распространение нашли гранулированные и брикетированные полнорационные кормосмеси. Для коров, например, Всесоюзный НИИ кормов рекомендует следующие рецепты брикетов и гранул (табл. 15).

В Белоруссии кормовые гранулы и брикеты, особенно с включением в них значительных количеств специально обработанной соломы, нашли широкое применение в кормлении молодняка крупного рогатого скота на откорме. В такие кормовые смеси вводится от 30 до 60% соломенной сечки, 10—31% травяной муки, зерновая дерть, сушеная свекла или жом, меласса, мочевина и 1—2,5% минеральных добавок. Минеральная добавка содержит в себе (% по массе) 1% монокальцийфосфата, 0,5% сульфата натрия и 1% поваренной соли. Съедая в сутки по 10—11 кг таких брикетов, бычки на откорме дают прирост живой массы 1049 г при затрате 5,7 к. ед. на 1 кг прироста. Скармливание этой же кормовой смеси, но в рассыпном виде позволило получить только 1005 г среднесуточного прироста при затратах 6,1 к. ед. на 1 кг. В рационах дойных коров гранулы или брикеты могут занимать не более 30% по питательности рационов.

Таблица 15. Рецепты гранулированных и брикетированных кормов для коров, %

Компоненты	Номера рецептов							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Травяная резка клеверная	30	50	75	—	—	—	—	—
Травяная резка клеверотимофеечная	—	—	—	65	—	—	—	—
Травяная резка злаковая	—	—	—	—	60	70	35	—
Гороховая резка	—	—	—	—	—	—	—	75
Солома измельченная (овсяная, ячменная)	30	10	—	—	10	—	35	—
Ячменная дерть	30	30	23,2	33	28	28	28	23
Меласса	8	8	—	—	—	—	—	—
Соль поваренная	1	1	1	1	0,8	0,8	0,8	1
Обесфторенный фосфат	1	1	0,8	1	1,2	1,2	1,2	1
На 1 т смеси добавляется, г:								
серно-кислого цинка	22	22	22	22	22	22	22	22
серно-кислой меди	5	5	5	5	5	5	5	5
серно-кислого марганца	10	10	10	10	10	10	10	10
хлористого кобальта	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7

Особое внимание следует обращать на организацию минерального питания специализированного мясного скота. Известно, что мясной скот, как никакой другой вид сельскохозяйственных животных, способен продуктивно и в больших количествах использовать малоцеллюлозные и дешевые корма — солому, мякину, зерновые и другие отходы производства. Достаточно сказать, что удельная масса соломы в рационах коров специализированных мясных пород может достигать 50—60%, а зерновых отходов — до 10—15% от общей массы всех компонентов. В то же время следует иметь в виду, что от мясной коровы требуется получить жизнеспособный приплод и достаточное количество молока, чтобы вырастить под ней теленка до 8-месячного возраста с высокой живой массой. Для достижения этой цели наряду с высокобелковыми и витаминными кормами такие животные обязательно должны получать минеральные добавки.

По данным Всесоюзного НИИ мясного скотоводства, наиболее эффективно скармливание мясным животным сухих кормосмесей, обогащенных минерально-витаминными премиксами. В состав таких брикетов и гранул ре-

комендуется включать от 10 до 50% яровой соломы, 20—40% злакового или бобового сена, 6,5—15% травяной муки, концентраты, диаммонийфосфат и минерально-витаминные премиксы, состав которых приведен в табл. 16.

Скармливание таких обогащенных кормовых смесей позволяет получать от животных 845 г среднесуточного прироста, что на 10,8—13,3% выше, чем при кормлении без обогащения премиксами. Затраты кормов на 1 ц прироста не превышают 8,8 к. ед.

При организации минерального питания сельскохозяйственных животных, наряду с выпускаемыми нашей промышленностью разнообразными минеральными солями, необходимо предусмотреть максимальное использование местных ресурсов. Прежде всего необходимо шире применять на кормовых угодьях минеральные удобрения и агротехнические приемы, улучшающие минеральный состав кормов. Известно, например, что известкование кислых почв и внесение минеральных удобрений непосредственно в почву или для некорневой подкормки растений, наряду с повышением урожайности и качества продукции сельскохозяйственных культур, способствуют накоплению растениями отдельных макро- и микроэлементов. Внесение в почву извести, мела, доломитов повышает уровень кальция в зеленой массе клевера, капусты, рапса и некоторых других кормовых культур, которые выносят с урожаем от 125 до 400 кг/га кальция. Некорневая подкормка растений, особенно пастбищных трав, удобрениями, содержащими бор, марганец, медь, молибден, цинк и же-

Таблица 16. Минерально-витаминные премиксы для мясного скота (на 1 т кормосмеси)

Компоненты	Группы животных		
	Коровы	Ремонтные телки	Молодняк на откорме
Витамин А, млн. ИЕ	0,3—8,1	—	—
Витамин D, млн. ИЕ	0,25—0,6	0,25	—
Калий йодистый, г	0,4—0,5	0,4—0,6	0,4
Кобальт хлористый, г	1,5—2,0	1,6—3,2	1,0—1,3
Медь серно-кислая, г	1,1—10,0	4,0—4,9	8,0—8,8
Марганец серно-кислый, г	1,6—20,0	5,2—5,9	4,0—5,0
Цинк серно-кислый, г	1,1—8,0	6,0—6,2	4,5—4,6
Железо серно-кислое, г	0,8—10,0	0,8—6,1	6,0—12,0

лезо, является эффективным средством профилактики недостаточности в кормах этих минеральных веществ.

В нашей республике одним из приемов улучшения минерального питания животных может стать широкое использование в кормлении животных сапропелей. Тем более, что, как уже отмечалось ранее, в Белоруссии налажена промышленная их добыча. Целесообразность использования сапропелей в качестве минерально-витаминных подкормок в рационах сельскохозяйственных животных доказана многочисленными научными и хозяйственными опытами. Так, по данным П. Ф. Солдатенкова, И. Г. Елисеева, Е. М. Третьяковой, скармливание влажных и обезвоженных сапропелей телкам оказывает положительное влияние на пищеварение в рубце, межклеточный обмен и прирост живой массы. Экономическая эффективность использования обезвоженного сапропеля карбонатного типа в рационе телок при выращивании до 6-месячного возраста составила 27,66 руб., а от скармливания комбикорма с сапропелем — 8,9—24,1 руб. дополнительной прибыли. Добавка в рацион сапропеля во влажном виде дает экономический эффект 21,75 руб. в расчете на 1 голову.

При выращивании телок до 6-месячного возраста с целью компенсации минерально-витаминной недостаточности целесообразно использовать сапропели карбонатного и органического типов в форме брикетов и гранул. Влажные сапропели этих типов можно скармливать также с пойлом или при свободном доступе. Однако наиболее эффективным способом использования сапропелей является скармливание их в составе комбикормов. Например, при выращивании телят до 6-месячного возраста в комбикорм К-62-Б-1 можно вводить 1,0—2,5% обезвоженного сапропеля карбонатного типа. Хороший опыт по производству комбикормов с сапропелями накоплен на опытных производствах комбинатов «Скидельский» и «Рось». Таким образом, при организации промышленной добычи и переработки сапропели могут стать одним из важнейших источников поступления недостающих животным макро- и микроэлементов.

Все до сих пор перечисленные способы скармливания как отдельных минеральных веществ, так и их смесей основаны на потреблении их животными в составе кормовых рационов и несут в себе значительную долю элементов принуждения. Животные вынуждены по известным причинам поедать тот набор кормов, который с учетом

структуры рациона и его минерального состава, нормы потребности животных в минеральных веществах, их физиологического состояния, возраста, способности организма поддерживать гомеостаз минеральных веществ и биологическую доступность последних предлагает ему человек.

Минеральные вещества можно скормливать и при свободном доступе к ним животных, когда животные сами могут отбирать в определенном количестве те минеральные элементы, которые необходимы организму, и тем самым предотвращать дефицит в отдельных элементах питания задолго до появления симптомов недостаточности. Предполагают, что в основе этого лежат два механизма: с одной стороны, у животных существует избирательная способность к недостающим пищевым факторам, а с другой — аппетит зависит от потребности организма в тех или иных питательных веществах, при этом потребность является основной причиной проявления инстинкта удовлетворения дефицитного фактора. Однако возможно и другое объяснение этого явления, основанное на том, что предпочтение при свободном выборе недостающих элементов питания основано на каких-то отличительных свойствах этих элементов — вкусе, запахе, консистенции и других качествах. Свидетельством того может служить плохое поедание крупным рогатым скотом обесфторенного фосфата или костной муки даже при дефиците этих элементов в рационе. Однако эти же минеральные корма, но смешанные с поваренной солью (7 частей соли и 3 части фосфата) животные поедают охотно. Замечено, что крупный рогатый скот лучше поедает кислые минеральные добавки, чем щелочные.

При свободном доступе минеральные добавки животным скормливают рассыпными вволю из специальных кормушек или в виде солевых брикетов различного состава. Как в первом, так и во втором случае наполнителем служит поваренная соль, с которой смешивают растворенные в воде микроэлементы. Полученную смесь равномерно распределяют по оставшейся соли и тщательно перемешивают. Лучшая степень равномерности перемешивания достигается при использовании специальных дозаторов и смесителей. Однако следует помнить, что свободный доступ животных к рассыпным минеральным подкормкам может привести к чрезмерному их потреблению и вызванному этим отравлению животных, а также к нерациональному использованию минеральных кормов.

В какой-то степени избежать этих нежелательных последствий можно при скармливании приготовленных минеральных кормовых добавок в виде солевых брикетов. Некоторые специалисты скармливаюю минеральных подкормок в виде солевых брикетов отдают предпочтение даже перед использованием их в составе кормов рациона. Такой вид минеральных добавок широко используется во многих странах. Например, в Дании и Голландии брикеты-лизунцы изготавливают только заводским способом. Кроме основных жизненно важных минеральных веществ в их состав входит ряд микроэлементов. В Англии используют брикеты, в которых наряду с макро- и микроэлементами содержатся стабилизированные витамины А и D. Такая минерально-витаминная подкормка используется при выращивании молодняка крупного рогатого скота, поскольку оказывает благотворное влияние на физиологическое состояние, рост и развитие животных. В акабальтозпых зонах Австралии в качестве минеральной подкормки применяют брикеты из поваренной соли с добавлением кобальта. Американские ученые рекомендуют для крупного рогатого скота изготавливать брикеты из дикальцийфосфата, костной муки и поваренной соли.

В зависимости от минерального состава кормов, продуктивности животных и других хозяйственных особенностей состав солевых брикетов может быть чрезвычайно разнообразным. В табл. 17 приведен средний состав солевых брикетов для крупного рогатого скота.

П. Е. Евсеев и И. К. Слесарев разработали рецептуру солевых брикетов для хозяйств Нечерноземной полосы. По полной рецептуре в состав таких брикетов включается 75% поваренной соли, 12% костной муки или кормовых фосфатов, столько же трикальцийфосфата и 1% гашеной извести. Солевые брикеты для крупного рогатого скота по сокращенной рецептуре состоят из 99% поваренной соли и 1% гашеной извести. На 1 т шихты в первом случае добавляют 750 г серно-кислой меди и 200 г хлористого кобальта, во втором — дополнительно 500 г серно-кислого закисного железа. Как показали исследования БелНИИЖ и производственные испытания, в условиях республики наиболее эффективно в качестве минеральных подкормок крупного рогатого скота скармливание солевых брикетов следующего состава: 60 кг поваренной соли, 40 кг монокальцийфосфата, 190 г углекислого цинка, 100 г углекислой меди, 14 г углекислого кобальта и 2 г йодистого калия или кальция.

Таблица 17. Рецепты солебрикетов для крупного рогатого скота, %

Компоненты	№ 1	№ 2
Соль поваренная	49,8	69,8
Диаммонийфосфат	45,0	25,0
Сульфат аммония	5,0	5,0
Марганец серно-кислый	0,06	0,06
Медь серно-кислая	0,08	0,08
Железо серно-кислое	0,04	0,04
Кобальт хлористый	0,02	0,02

Примечание. Рецепт № 1 рекомендуется использовать в зимний стойловый период, а № 2 — в летний пастбищный.

Основным источником поступления поваренной соли для скота в ближайшее время станут галитовые отходы Солигорского калийного комбината производственного объединения «Беларуськалий». По данным Института общей и неорганической химии АН БССР и Белорусского филиала Всесоюзного НИИ галургии, солигорские галитовые отходы на 91—96% состоят из хлористого натрия, 1,5—3% хлористого калия и 2—2,5% нерастворимого в воде остатка, представленного преимущественно глинистыми минералами. В галитовых отходах в незначительных количествах обнаружены серебро, титан и стабильный стронций. Соль не содержит каких-либо токсических элементов, имеет нейтральную или близкую к ней реакцию на лакмус, не обладает запахом и отличается несколько горьковатым привкусом.

Соль галитовых отходов может использоваться в кормлении сельскохозяйственных животных по существующим нормам минерального питания без отрицательного влияния на состояние здоровья и продуктивность животных, качество получаемой от них продукции. При привязном содержании и свободном доступе животных к минеральной подкормке соль помещают в специальные деревянные или пластмассовые кормушки размером 20×25×15 см из расчета одна кормушка на две коровы. При беспривязном содержании скота соль помещается в корыта. В условиях пастбищного содержания она находится в специальных передних кормушках, к которым животные имеют свободный доступ. Однако наиболее эффективно скормливание в составе комбикормов полисолей и солевых брикетов. Последние можно изготовлять непосредствен-

но в хозяйствах, используя для этих целей простейшие смесители, дозаторы и прессы для брикетирования. В последние годы производство солевых брикетов и полисолей налажено в некоторых районных отделениях «Сельхозхимии». Например, в Вилейском районном отделении «Сельхозхимия» уже на протяжении ряда лет для колхозов и совхозов района готовятся солевые брикеты на основе поваренной соли с обогащением их макро- и микроэлементами и азотистыми веществами. Однако очевидно и другое: производство минеральных подкормок в виде полисолей и брикетов в условиях хозяйств или в районных отделениях «Сельхозхимия» при недостатке необходимых машин и оборудования для смешивания и дозирования микроколичеств минеральных элементов наряду с большими затратами ручного труда не позволяет получать кормовые добавки высокого качества, что, безусловно, снижает эффективность их использования. Эти недостатки будут устранены при организации на базе Солигорского комбината ПО «Беларуськалий» промышленного изготовления полисолей и солевых брикетов. Наличие в республике сырья для этих целей позволит полностью удовлетворить потребности в поваренной соли и других минеральных веществах животноводство не только Белорусской ССР, но и других близлежащих областей. Об экономической целесообразности организации такого производства говорит уже то, что завоз в республику 1 т кормовой поваренной соли из солерудников западных областей Украины обходится хозяйствам в 13—14 руб. Стоимость солевых брикетов обходится еще дороже — 19—20 руб. и более. Расчеты показывают, что стоимость 1 т соли галитовых отходов не будет превышать 1,25 руб., что в 10 раз и более ниже привозной.

Таким образом, правильно организованное минеральное питание животных — важный резерв повышения их продуктивности, а следовательно, увеличения производства продуктов животноводства.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Биологические функции минеральных элементов	5
Минеральное питание, здоровье и продуктивность животных	13
Нормы скармливания минеральных веществ животным	26
Кормовые источники минеральных веществ	34
Контроль за полноценностью минерального питания животных	46
Организация минерального питания животных и техника скармливания минеральных подкормок	50

*Иван Константинович Слесарев,
Александр Семенович Зеньков*

Минеральное питание крупного рогатого скота

Зав. редакцией *Л. С. Воронцовская*. Редактор *А. В. Ядренцева*. Обложка художника *В. С. Шнаревича*. Художественный редактор *С. В. Стрельский*. Технический редактор *А. Н. Хейфец*. Корректор *Г. Г. Яцевич*.

ИБ 1625

Сдано в набор 13.05.86. Подписано к печати 10.02.87. АТ 13550. Формат 84×108^{1/32}. Бумага газетная. Гарнитура литературная. Высокая печать. Усл. печ. л. 3,36. Усл. кр.-отт. 3,68. Уч.-изд. л. 3,4. Тираж 5100 экз. Заказ 848. Цена 15 к. Издательство «Ураджай» Государственного комитета Белорусской ССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 220600. Минск, проспект Машерова, 11. Типография им. Франциска Скорины издательства «Наука и техника». 220600. Минск, Ленинский пр., 68.

15 к.

МИНСК «УРАДЖАЙ» 1987