Лекция 5
МИНЕРАЛЬНАЯ ПИТАТЕЛЬНОСТЬ КОРМОВ И ПРОБЛЕМА ПОЛНОЦЕННОГО МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

ВОПРОСЫ:
1.Роль минеральных веществ в животном организме.
2.Минеральная питательность кормов.
3.Пути решения минеральной проблемы.

Литература: 1,2,9,29,34

1. Минеральные элементы выполняют в организме очень важную роль. Длительное бессолевое питание может привести к гибели животных. Частичный недостаток минеральных элементов вызывает нарушение обмена веществ у животных. Это сопровождается возникновением различных заболеваний с резким снижением продуктивности. Минеральные элементы входят в состав всех клеток, тканей и биологических жидкостей организма и принимают активное участие в обмене веществ. С их действием непосредственно связаны процессы пищеварения, обмена веществ и энергии, поддержание осмотического давления и кислотно-щелочного равновесия в организме. Растущие животные требуют значительно большего количества минеральных элементов для формирования тканей и органов, лактирующие животные для образования молока. Молодняк потребляет 35-60 г в сутки, коровы выделяют с молоком 70-110 г, а высокопродуктивные 250-300 г зольных элементов.

Минеральные элементы принимают участие во многих биохимических превращениях и во всех физиологических процессах организма. Они необходимы для синтеза ферментов, витаминов, гормонов, участвуют в белковом, жировом, углеводном и водном обмене. С ними связана возбудимость нервной и мышечной тканей, под их действием обезвреживаются ядовитые продукты обмена.

В теле сельскохозяйственных животных обнаружено около 60 минеральных элементов (они составляют 4-6% от массы тела). По количественному содержанию в кормах они делятся на две группы: макроэлементы (более 0,01%) и микроэлементы (менее 0,001%). Макроэлементы измеряются в граммах (они составляют 99,6%), микроэлементы – в миллиграммах (0,4%). Свыше 50% минеральных элементов (золы) в теле животных приходится на кальций и фосфор. Почти весь кальций и 85% фосфора находятся в скелете и только 1% кальция и 20% фосфора - в остальных тканях. К жизненно необходимым макроэлементам относятся: кальций, фосфор, натрий, калий, хлор, сера, магний.

Нормальное функционирование организма возможно только при равновесии между ионами кислот и щелочей. Например, фермент пепсин дей-

ствует в присутствии водородных ионов соляной кислоты, трипсин - в присутствии ионов ОН - т.е. щелочной среде. Щелочные соли помогают расщеплять жир.

Важно, чтобы соотношение в золе кормов кислот к основаниям было не более 0,8:1, т.е. кислотные элементы (хлор, сера, фосфор) и щелочные (натрий, кальций, магний, калий) были в таком соотношении. Длительное использование рационов, в которых преобладают элементы кислотного характера, вызывает ацидоз (закисление организма). Чтобы удержать щелочное равновесие, в рацион необходимо включать корма траву, сено, корнеплоды, содержащие больше щелочных элементов. В зерне и остатках технических производств кислотные элементы преобладают над основными.

Кроме того, надо учитывать pH всего рациона, зависящую от содержания в нем органических кислот. Если корма бедны минеральными элементами или содержат их не в тех соотношениях, в каких необходимы организму, то минеральный состав крови поддерживается за счет минеральных депо животных.

Чтобы обеспечить потребность животных в минеральных веществах, необходимо знать не только их содержание в кормах, но и степень усвоения (доступность) организмом, значительно изменяющуюся в зависимости от вида, физиологического состояния, возраста и уровня продуктивности животных. Многие из необходимых минеральных элементов можно рассматривать, как токсические вещества, поэтому их избыточное поступление может быть вредным или даже смертельным. Так, медь и фтор - кумулятивные яды - организм не может эффективно выделять, и повышенные дозы таких веществ могут вызывать отравления животных.

Кальций. Из всех минеральных элементов кальций содержится в теле животных в наибольшем количестве. Он входит в состав скелета и зубов, в которых его около 99% от всего содержащегося в теле.

Кальций – важный компонент большинства клеток и тканевых жидкостей. Он требуется для нормального формирования костной ткани, течения лактации, является активатором ферментной системы, свертывания крови. Элемент жизненно необходим для функционирования сердца, нервов, мышц. Регулирует проницаемость мембран клеток, влияет на доступность фосфора и цинка при использовании кормов.

Если в рационе молодняка не хватает кальция, то нарушается нормальное формирование костяка и возможно заболевание рахитом. У взрослых животных недостаток кальция вызывает остеомаляцию. У несушек симптомами недостаточности этого элемента являются размягчение клюва и костей, замедленный рост и искривление конечностей.

Обмен кальция регулируется гормонально. Главными гормонами являются гормон паращитовидной железы (паратгормон) и кальцитонин. При

понижении концентрации кальция в сыворотке крови паратгормон стимулирует процесс ресорбции кальция и фосфора из костей.

Кальцитонин образуется в щитовидной железе и регулирует содержание кальция в крови. Он снижает содержание кальция в крови, замедляет его ресорбцию из костей. Секреция этих гормонов зависит от поступления кальция с кормами.

Избыток кальция вызывает атрофию паращитовидной железы. Недостаток кальция вызывает разрастание (гиперплазию) железы. Подобный эффект может быть вызван и высокими дачами фосфора в корме, поскольку гормон необходим для удаления из организма фосфора.

2. Содержание кальция в почве составляет 0,15-2,5%. Много кальция в зеленых кормах и сене от 4,2 до 20 г/кг сухого вещества, особенно у бобовых, мало в корнеплодах - 0,5-2,9 г/кг, в зерне 0,6-2,8. Богаты кальцием такие корма, как рыбная и мясокостная мука - 52-60 г/кг, жмых - 8, меласса - 12, молоко - 9 г/кг, травяная и хвойная мука -12 г/кг.

Всасывание кальция при нормальном составе рациона составляет 99% у поросят-сосунов, однако у большинства животных оно значительно ниже - 50%, в среднем крупный рогатый скот использует кальций на 40-70%. Регулятором этого процесса является витамин Д. Самым богатым источником кальция для молодняка сельскохозяйственных животных является молоко, рыбная и мясо-костная мука. Недостаток фосфора снижает всасывание кальция, избыток фосфора не влияет на всасывание. Во время беременности и перед началом яйцекладки в костяке создаются резервы кальция и фосфора, которые используются в период лактации и яйцекладки.

Содержание кальция в сыворотке крови невелико - от 10 до 25 мг/100мл. Снижение до 8 мг/100мл связано с патологией. Содержание кальция в сыворотке, за резким исключением, практически не зависит от содержания кальция в кормах, а связано с нарушением кальциевого обмена. По показателям сыворотки крови в диагностике практически нельзя судить о степени обеспеченности кальция за счет кормов. Однако уже небольшое снижение кальция в сыворотке крови приводит к существенным нарушениям, в т.ч. к функциональным расстройствам нервной системы.

Длительный избыток кальция снижает переваримость кормов, так как действует угнетающе на микрофлору преджелудков. Избыток кальция нарушает обмен марганца, железа, магния и йода.

Нормы кальция в рационах животных установлены в зависимости от их вида, возраста, физиологического состояния и уровня продуктивности.

Ориентировочные нормы:

Телята - 7-10г на 1 кг сухого вещества рациона, остальной крупный рогатый скот - 3-5 г, свиньи - 5-6 г, поросята - 8 г, бройлеры - 12 г, куры-несушки - 30 г кальция.

3. Для подкормки используют кормовой мел (34,3% кальция), известняки молотые (кальция 24-30%), дикальцийфосфат (преципитат) – 25% кальция, комплексную минеральную добавку.

Фосфор. В организме животных фосфор тесно связан с кальцием. Он входит в состав костной ткани, содержится в фосфоропротеинах, нуклеиновых кислотах и фосфолипидах, играет важную роль в углеводном обмене при образовании геккальцийфосфатов, аденозиндифосфатов и аденозинтрифосфатов.

Необходим фосфор для образования костной ткани, усвоения углеводов и жиров. Фосфор – незаменимый компонент клеточных белков, служит активатором ряда ферментов, участвует в создании буферности в крови и тканях. Играет важную роль в биологических реакциях и обмене энергии. При недостатке фосфора наблюдаются признаки остеомаляции и рахита. У крупного рогатого скота при нехватке фосфора отмечается извращение аппетита, животные жуют древесину кормушек и другие несъедобные материалы. Недостаток фосфора в рационе вызывает явления мышечной слабости, нарушение плодовитости, оказывает отрицательное влияние на продуктивность коров и приросты молодняка.

Фосфор содержится в каждой живой клетке, он активный катализатор и стимулятор эффективного использования корма в организме (мясо бычков, выращенных на достаточном содержании фосфора, отмечается ароматностью, нежностью и сочностью). Фосфорная кислота участвует в регуляции обмена веществ. В организме постоянно происходит включение фосфора в органические вещества и вывод его из сложных соединений в виде неорганического фосфата. Использование азота связано с фосфором и может увеличиваться от 5 до 23%. Микрофлора преджелудков нуждается в фосфоре. Особую роль играет фосфор в реакциях фосфорилирования, восстанавливающих израсходованную АТФ.

2. Молодые растения всегда богаче фосфором. Уборка трав в позднюю фазу вегетации снижает содержание фосфора.

Дефицит фосфора в рационах крупного рогатого скота составляет до 30-40%. Источником фосфора служит зерно и побочные продукты мукомольного производства. В отрубях в 2-3 раза больше фосфора, чем в зерне. Зерно содержит 3-4г на 1кг сухого вещества, шроты - 7,7, отруби - 7-10 г.

Корнеклубнеплоды мало содержат фосфора - 1,4-2 г, в моркови находится 4,7г в 1 кг сухого вещества, значительно выше концентрация фосфора в обрате – 10 г, в рыбной муке 29 г на 1кг сухого вещества.

В зерне злаковых и бобовых до 30-70% фосфора находится в форме фитата. У молодых животных с однокамерным желудком не хватает фермента фитазы, необходимого для расщепления фитина (фитата). У жвачных это происходит под действием микрофлоры.

У молодых животных фосфор молока и подкормок полностью всасывается, у более старых - на 70-85%. Всасывание фитинового фосфора у жвачных практически такое же, у свиней и птиц - на 30-40% ниже. Всасывание происходит в тонком кишечнике. Для всасывания фосфора необходимо присутствие кальция и калия.

От 70 до 85% фосфора содержится в скелете, остальное количество в разных тканях, крови, печени, нуклеиновых кислотах, фосфопротеидах, ферментах. Содержание фосфора в крови составляет 4-5 мг/100 мл (крупный рогатый скот, свиньи, птицы).

Регулирует обмен фосфора паратгормон. При недостатке фосфора в кормах для образования молока используется фосфор из костяка. Этим объясняется появление в засушливые годы остеомаляции у коров. Дефицит фосфора вызывает бесплодие. Длительный дефицит фосфора приводит к снижению его в сыворотке крови, и у животных развивается рахит, остеомаляция или остеопорез.

Для поддержания жизни корове требуется 12 г фосфора гол/сут. и на каждый килограмм молока 2 г, молодняку крупного рогатого скота – 300 кг живой массой при 1000 г прироста – 20 г гол/сут.

Натрий. Натрий - главный катион, нейтрализующий кислоты в крови, лимфе, у жвачных бикарбонат натрия служит главной составной частью слюны. Он регулирует pH (6,5-7). Большая часть этого элемента находится в мягких тканях и тканевых жидкостях. Подобно калию, натрий участвует в регуляции кислотно-щелочного баланса и осмотического давления, от которого зависит транспорт питательных веществ к клеткам, удаление шлаков и поддержание водного баланса в тканях. Кроме того, натрий необходим для образования желчи. Источником натрия для животных служит поваренная соль, которую в обязательном порядке надо вводить в рационы животных всех видов.

Усвоение натрия составляет 95-100%. В кормах содержится недостаточно натрия, и потребность в нем покрывается за счет поваренной соли (галитовые отходы). Зеленые корма содержат менее 1 г натрия. Основным депо натрия являются кости и центральная нервная система. Запасов натрия в костяке у коровы с 3500 кг годовым удоем может хватить на первые 40 дней лактации, в дальнейшем молочная продуктивность определяется поступлением натрия с кормом. Дефицит натрия (0,6г на 1 кг сухого вещества) вызывает снижение удоев с 17 до 13 кг, или на 24%. С плодом и плодовыми оболочками из тела матери уходит много натрия, дальнейшее обеднение организма натрием происходит в процессе образования молока и ведет к значительному уменьшению массы тела. Поэтому необходимо дополнительное обеспечение натрием первотелок в период роста, стельности и лактации.

Диагностика недостатка натрия очень сложная. Лишь при содержании 0,5г натрия на 1 кг сухого вещества наблюдается достоверное снижение

натрия в молоке. В то же время содержание натрия в моче в значительно большей мере, чем его содержание в крови и молоке, зависит от поступления его с кормом.

Крупный рогатый скот к избытку натрия – менее чувствителен по сравнению со свиньями и птицей.

Источником натрия служит поваренная соль, ее жвачным надо давать всегда.

Хлор. Этот элемент связан с натрием и калием в регулировании кислотно-щелочного равновесия и осмотического давления. Входит в состав соляной кислоты, в большом количестве вырабатывающейся в желудке. Источником хлора так же, как и натрия, служит поваренная соль.

Очень высоко значение хлора как компонента соляной кислоты (HCl) желудка, обеспечивающего оптимальную для активности пепсина величину pH. Потребность жвачных удовлетворяется только за счет зеленых кормов. Свиньи получают много хлора с кормами. Все виды животных, в т.ч. и птица, получают хлор в составе поваренной соли.

Калий. Наряду с натрием, хлором и ионами бикарбонатов калий играет важную роль в регулировании осмотического давления в биологических жидкостях клеток, функционируя в основном как катион. Необходим калий для синтеза ряда ферментов, нормализации рубцового пищеварения, улучшения аппетита. В практических условиях неизвестны случаи недостаточности калия. Хотя его симптомы наблюдались у цыплят, содержащихся на экспериментальных рационах.

Биологическая роль калия – регуляция осмотического давления в клетке. В земной коре содержится 2,6% калия, в кормах (травах) 29-33 г/кг сухого вещества. Злаки богаче калием, чем бобовые, ячмень, пшеница 4-6 г/кг, картофель 20, свекла 32 г/кг сухого вещества. В организме животных он содержится в мышцах (65%), мозге, селезенке, сердце. Калий – антагонист натрия. Всасывается в кровь калий из желудочно-кишечного тракта, затем поступает в печень, а из печени в кровообращение. Избыток выделяется через почки. Усвояемость калия доходит до 100%. Примерно 3 г калия требуется на 1 кг сухого вещества корма (свиньям, крупному рогатому скоту, цыплятам). Все корма содержат более 5 г калия на 1кг сухого вещества, а зеленые свыше 15 г. Недостаток его животные не испытывают и не нуждаются в подкорме этим элементом.

Сера. Входит в состав белков, аминокислот, витаминов, гормонов. Острого недостатка этого элемента обычно не бывает, поскольку он потребляется, прежде всего, с белком, и это указывает на недостаток протеина. Однако у жвачных, в рационах которых для частичного восполнения недостатка белкового азота используется мочевина, недостаток серы может ограничивать синтез серосодержащих аминокислот, снизить переваримость клетчатки и крахмала.

В коровьем молоке содержится 470 мг серы на 1 кг молока. У жвачных неорганическая сера в преджелудках превращается в серосодержащие аминокислоты и другие органические соединения. Птица и моногастричные всецело зависят от поступления незаменимой серосодержащей аминокислоты - метионина, из которой образуются цистин и цистеин.

Важно выдерживать соотношение натрия к сере, оно должно быть в пределах от 12:1 до 20:1, азота к сере 9:1. Корове требуется 3 г на 100 кг + 1г на 1 кг молока.

Магний. Тесно связан с кальцием и фосфором. Около 70% общего количества магния содержится в костной ткани, остальное количество находится в мягких тканях и жидкостях. Магний способствует регуляции кислотно-щелочного равновесия и активизации многих ферментных систем, в частности активирует фосфатазы и участвует в углеводном обмене.

Симптомы, обусловленные недостатком магния в рационе, наблюдаются у некоторых видов животных. Так, у взрослых жвачных - это гипомагниемия, которая известна под разными названиями: магниевая тетания, лактационная тетания, травяная вертячка. Точные причины гипомагниемии у жвачных животных неизвестны, хотя имеются предположения, основанные на экспериментальных данных, что магний растительных кормов плохо всасывается из пищеварительного канала.

Содержится магний в таких кормах, как злаки - 41, бобовые - 2-2,8 г/кг сухого вещества, в зерне - 1,5 г; очень много магния в семенах масличных (шроты 3-7,5 г/кг), пшеничные отруби - 5,5 г.

Всасывание магния у крупного рогатого скота составляет 20-40%.

Пастбищная тетания может быть вызвана при низком содержании магния в кормах. Сопутствует этому плохое всасывание магния, высокое содержание небелковых азотистых веществ, калия в пастбищной траве, резкое похолодание. Заболевание чаще встречается в сырые годы. Избыток калия нарушает обмен магния. При заболевании содержание магния в крови снижается с 1,7-4 мг% до 0,5 мг%. Хорошим источником магния являются пшеничные отруби, сушеные дрожжи, жмых и шроты, бобовые травы. Высокопродуктивные коровы должны получать с кормами от 25 до 60 г/сутки в зависимости от доступности магния. Усвояемость его из сочных и высокобелковых кормов низкая (10%), из минеральных подкормок выше – 30-35%.

Микроэлементы. Они требуются животным в отличие от макроэлементов в малых количествах.

Железо. Более 90% содержащегося в теле животного, железо соединено с белками, особенно с гемоглобином. Кроме того, железо в крови находится в соединении с белком (называемым сидерфилином), который участвует в транспорте железа из одной части тела в другую. Запасной формой железа служит его включение в состав белка ферритина (содержит до 20% железа), который присутствует в селезенке, печени, почках и костном мозге. Ана-

логичным соединением, играющим роль хранилища железа, является гемосидерин, который может содержать до 35% этого элемента. Недостаток железа вызывает, прежде всего, снижение синтеза гемоглобина, что приводит к анемии, потере аппетита, замедлению роста, повышенной восприимчивости к заболеваниям.

Наименьшее количество железа в сухом веществе содержится в зерновых (9-50 мг/кг) и корнеплодах (45-142 мг/кг) за исключением моркови белой (639 мг/кг). В силосе и ботве корнеклубнеплодов – 102-626 мг/кг. Потребность в железе составляет: для коров – 40 мг/кг, телок - 50-70, телят - до 50, поросят - 100, взрослых свиней - 30-60 мг/кг сухого вещества корма.

Медь. Совместно с железом и витамином B_{12} медь необходима для нормального течения процесса образования гемоглобина, отдельных ферментных систем, роста волос и их пигментации, воспроизводства и лактации. Недостаток меди вызывает истощение, депигментацию и потерю волос, задержку роста, анемию, хрупкость и недоразвитость костяка, подавленность (скрытость) охоты, извращение аппетита и понос.

Содержание в зерне ячменя - 5, ржи - 3,9 мг/кг в натуральном корме, тимофеевке - 1,57, вико-овсяной смеси - 4,5-7,4 мг/кг. Обычно меди не хватает в кормах Беларуси.

Кобальт. Физиологическая функция кобальта стала понятной только после открытия витамина B_{12} и обнаружения его в составе этого элемента. Кобальт необходим микроорганизмам рубца для синтеза витамина B_{12}. Недостаток кобальта ведет к авитаминозу B_{12} и проявляется в слабости, истощении и смертельном исходе. Другими симптомами недостаточности кобальта могут быть потеря аппетита, поедание волоса и шерсти, чешуйчатость кожи, иногда диарея.

Йод. Этот элемент присутствует в организме животных в небольшом количестве, хотя распространен во всех тканях и секретах. Он является составным компонентом гормона тироксина, вырабатываемого щитовидной железой. Недостаток йода в рационе вызывает снижение синтеза тироксина, что в свою очередь ведет к образованию эндемического зоба, рождению слабого и нежизнеспособного потомства.

Марганец. Этот элемент содержится в организме в незначительном количестве. Физиологическое его значение - активация ферментативных процессов, связанных с обменом углеводов, белков и липидов.

Недостаток марганца в рационе снижает интенсивность роста животных, нарушает строение костной ткани и функцию размножения. В частности, отмечаются затяжная охота, аборты и случаи уродства, высокий падеж приплода у овец. У телят от коров, испытывающих дефицит марганца, нередко бывают деформированные конечности, утолщение суставов, скованность, искривление, слабость, низкая интенсивность роста. У свиней наблюдается хромота. Марганец имеет важное значение в рационе цыплят для предупре-

ждения перозиса. При недостатке его в организме племенной птицы уменьшается толщина скорлупы и ухудшается вывод цыплят.

Цинк. Содержится во всех тканях. Накапливается в большем количестве в костных тканях, чем в печени, которая служит "хранилищем" запасов многих микроэлементов. Цинк входит в состав некоторых ферментов, и в частности карбоангидразы, панкреатической карбоксипептидазы и дегидрогеназы глютаминовой кислоты. Этот элемент необходим для нормального роста, кожи волос. Недостаток цинка вызывает паракератоз у телят и свиней. Симптомы этой недостаточности - замедленный рост, плохая оплата корма продукцией и поражение кожи в виде покраснения на животе с последующей сыпью и образованием струпьев. Паракератозу подвержены особенно поросята при интенсивном кормлении сухими кормами. Симптомы недостаточности цинка у цыплят проявляются в виде задержки роста, плохого развития оперения, замедленной кальцификации костей и поражения кожи. Лечат паракератоз добавлением к рациону свиней 40-100 мг цинка на 1 кг корма в форме карбоната или сульфата. Если в 1 кг сухого вещества корма содержится 40-60 мг цинка, то это обеспечивает потребности всех животных.

Селен – минимальная потребность 0,1 мг/кг сухого вещества корма для крупного рогатого скота рекомендуется всюду; для телят и ягнят – 0,06, свиней и птицы 0,08 мг/кг сухого вещества корма. В районах с влажными и кислыми почвами мало содержится селена. Селен устраняет мышечную дистрофию, ускоряет рост молодняка. Избыток вызывает щелочную болезнь (слепая вертячка).

Молибден – в последнее время стали относить к необходимым в питании животных и микроорганизмов. Он является составной частью фермента (ксантиноксидазы), который играет важную роль в обмене пуринов, нитратной редуктазы и гидрогеназы. В практике кормления не наблюдается его недостаточность. В настоящее время в качестве источников минеральных элементов широко используются комплексные минеральные добавки из местных источников сырья. При определенных условиях и концентрациях минеральные элементы могут оказывать токсичное действие на организм животных. Пороговые концентрации для разных элементов зависят от вида и индивидуальных особенностей организма, сезона года (токсичность ядов увеличивается с повышением температуры) и концентрации элементов в рационе (селен снижает токсичность ртути, йод – мышьяка, мышьяк – селена, ртути и свинца, кальций снижает токсичность свинца). Поэтому физиологическое состояние, здоровье и продуктивность животных определяют соотношением и количеством элементов питания в кормах.