

УДК 619:616-008.9

Кучинский М.П., кандидат ветеринарных наук, доцент*

Карпуть И.М., доктор ветеринарных наук, профессор**

Курдеко А.П., кандидат ветеринарных наук, доцент**

БИОЭЛЕМЕНТОЗЫ ЖИВОТНЫХ

*РНИУП «Институт им. С.Н. Вышелесского НАН Беларуси», Республика Беларусь

**УО «Витебская государственная академия ветеринарной медицины», Республика Беларусь

В статье приводится классификация и терминология болезней минерального обмена животных

The classification and terminology of illnesses of a mineral exchange of animals is resulted in article.

Для нормального роста и развития животных, помимо белков, жиров, углеводов, витаминов и воды необходимы минеральные вещества. В соответствии с современными научными представлениями они являются незаменимыми факторами питания, так как нужны для поддержания нормального кроветворения, обменно-энергетических процессов, обеспечения деятельности нервной, сердечно-сосудистой, пищеварительной, репродуктивной и иммунной систем, а также для формирования антиоксидантной защиты организма и поддержания естественной резистентности к воздействию неблагоприятных факторов внешней среды. В отличие от большинства других компонентов рациона, макро- и микроэлементы не синтезируются в организме животных, а поступают преимущественно с рационом и в некоторой степени с водой и воздухом.

Содержание минеральных веществ в естественных кормах, как правило, далеко не покрывает суточной потребности организма животных. Более того, она часто возрастает в определенные физиологические периоды (интенсивный рост, беременность, лактация), после инфекционных заболеваний, стрессов и т.д.

Обеспечить биоэлементный гомеостаз можно за счет научно-обоснованного кормления, содержания, ухода и грамотного ветеринарно-зоотехнического обслуживания. К сожалению, на практике выполнить эти требования сложно, поэтому у подавляющего большинства животных при обследовании обнаруживаются отклонения в элементном статусе организма.

В последние годы ситуация с обеспеченностью животных минеральными веществами еще больше усугубилась. Причем, довольно часто диагностируются патологические состояния, обусловленные как их недостатком, так избытком и дисбалансом. Широко распространено одновременное нарушение гомеостаза ряда элементов.

Причин дефицита, избыточного поступления и дисбаланса минеральных веществ в организме животных много, но наиболее важное значение имеют следующие: обеднение почв биогенными элементами и загрязнение тяжелыми металлами, радионуклидами, серой; недостаточное поступление макро- и микроэлементов с кормами, водой и (или) избыточное содержание в рационе элементов-антагонистов; нарушение соотношения между металлами и недостаточное их усвоение из добавок; накопление в организме токсических веществ, антибиотиков, радионуклидов; нарушение обмена веществ в целом в связи с избытком или дефицитом в рационе протеина, углеводов, витаминов, незаменимых аминокислот; болезни нервной системы, печени, почек, желудочно-кишечного тракта, эндокринных органов; усиленное выведение из организма при болезнях, интоксикациях, стрессах; длительное скормливание кислых кормов; несовершенная технологическая обработка компонентов рациона; нарушение зоогигиенических условий содержания; бесконтрольное применение минеральных солей, добавок и препаратов на основе биоэлементов [3, 5]. При длительном воздействии даже одного из этих факторов, несмотря на высокую степень регуляции минерального гомеостаза, может произойти нарушение обмена макро- и микроэлементов. А ведь во многих хозяйствах животноводство ведется в экстремальных условиях, поэто-

му биологические реакции организма, возникающие на фоне недостатка, избытка или дисбаланса биоэлементов могут проявляться в виде специфической патологии.

В организме животных и человека в различных концентрациях содержится более 80 химических элементов таблицы Менделеева. Они в виде различных соединений и в свободном состоянии входят в состав всех тканей и клеток организма млекопитающих, но выполнение ими жизненно важных функций зависит от концентрации, возраста, физиологии, функционального состояния детоксицирующих, элиминирующих органов и систем. Для систематизации сведений о их физиологической роли и количественном содержании предложено ряд классификаций [1, 2, 6, 8, 9]. Они базируются на разделении химических элементов в зависимости от уровня содержания в теле, избирательного «тропного» их накопления в определенных органах и тканях, физиологической и биологической роли в организме, значения в формировании структуры органов и тканей и т.д.

В специальной литературе давно и широко используется классификация по количественному признаку, согласно которой все минеральные элементы делятся на 3 группы: **макроэлементы, микроэлементы и ультрамикроэлементы.**

К **макроэлементам** относят O, C, H, N, Ca, P, Na, K, Mg, S и Cl (всего 11 химических элементов) [6]. Их содержание в организме сильно отличается. Так, на O, C, H и N приходится около 96% массы тела. Массовая доля других макроэлементов значительно ниже. Для Ca этот показатель составляет более 1%, для P, Na, K, S и Cl более 0,1%, а для Mg лишь более 0,01% от массы тела. Кислород, углерод, водород, азот и серу называют «органогенами», в связи с их ведущей ролью в формировании структуры тканей и органов. По данным других авторов [2] O, C, H и N не относятся к макроэлементам. Все содержащиеся в организме химические элементы они объединяют термином «биоэлементы» и делят их на органические и неорганические. Органические - это кислород, углерод, водород и азот. Все остальные относятся к неорганическим.

Вторую группу составляют **микроэлементы.** В нее входит 16 элементов: Fe, Zn, F, Sr, Mn, Mo, Cu, Br, Si, Cs, J, Al, Pb, Cd, B и Rb [6]. Их концентрация в организме сельскохозяйственных животных составляет менее 0,01% (от 0,009 до 0,00009%). В абсолютных величинах их содержание выражается в мг и г.

В группу **ультрамикроэлементов** входят: Se, Co, V, Cr, As, Ni, Li, Ba, Ti, Ag, Sn, Be, Ga, Ge, Hg, Sc, Zr, Bi, Sb, U, Th и Rh [6]. Их концентрация в организме животных составляет ниже 0,000001%, а в абсолютных величинах содержание выражается в мг и мкг. Из ультрамикроэлементов наиболее важное значение для животных имеет селен, кобальт и хром.

Некоторые из элементов являются катионами (Ca^{2+} , Na^{+} , K^{+} , Mg^{2+} , Mn^{2+} , Zn^{2+} , Fe^{2+} , Cu^{2+} и Co^{2+}), а другие - анионами или содержатся в сложных анионных группировках - хлорид (Cl^{-}), йодид (J), фосфат (PO_4^{3-}), сульфат (SO_4^{2-}), молибдат (MoO_4^{2-}) и селенит (SeO_3^{2-}). Анионы легко всасываются (на 70-95%), поэтому их баланс в организме регулируется в основном за счет выведения почками с мочой. Катионы абсорбируются хуже, и их гомеостаз регулируется, как правило, за счет выделения через желудочно-кишечный тракт.

Существует мнение, что некоторые из элементов случайно накапливаются в организме животных за счет поступления с кормами, водой и воздухом. Хотя с точки зрения принципа единства живых организмов и внешней среды это маловероятно. Скорее всего, это связано с пока еще недостаточной изученностью данной проблемы.

Сусликов В.А (2000) считает, что термин «атомовиты», т.е. атомы жизни, наиболее удачно объединяет все химические элементы [9]. С этим сложно не согласиться, особенно если стать на позицию того, что учение о минеральных элементах дополняет молекулярную биологию на уровне атомов. Однако, на наш взгляд, предлагаемый термин сложно адаптировать к названию болезней животных, обусловленных нарушением макро- и микроэлементов.

Согласно классификации с учетом физиологической роли химических элементов в организме их делят на **структурные, жизненно-необходимые или эссенциальные и условно-эссенциальные** [6]. К структурным относят 12 элементов. Это углерод, кислород, водород, азот,

кальций, магний, натрий, калий, сера, фосфор, фтор и хлор [7]. Эти элементы составляют основную массу клеток и тканей, из них на 99% состоят все живые существа.

В медицинской литературе часто употребляется термин «эссенциальный элемент». Химический элемент считается эссенциальным, если при его отсутствии или недостаточном поступлении в организм нарушается нормальная жизнедеятельность, прекращается развитие, становится невозможной репродукция. Восполнение недостающего количества такого элемента устраняет клинические проявления его дефицита и возвращает организму жизнеспособность [6]. Безусловно, такие изменения могут быть связаны как с нарушением метаболизма микро-, так и макроэлементов. Однако, к эссенциальным последние почему-то не относятся.

Так, Авцын А.П. и его ученики (1991) эссенциальными считают 15 элементов (железо, йод, медь, цинк, кобальт, хром, молибден, никель, ванадий, селен, марганец, мышьяк, фтор, кремний и литий), а еще четыре (кадмий, свинец, олово, рублидий) относят к «серьезным кандидатам на эссенциальность». Другие авторы в эссенциальные включают только 9 элементов- Fe, J, Cu, Zn, Co, Cr, Mo, Se и Mn, а еще 8 (As, B, Br, F, Li, Ni, Si, V) относят к условно- эссенциальным [6].

Скальный А.А. и Рудаков И.А. (2004) делят также элементы на «токсичные» и «потенциально-токсичные». К первым относят- Al, Cd, Pb, Hg, Be, Ba, Bi и Tl, а к вторым- Ag, Au, In, Ge, Rb, Ti, Te, U, W, Sn, Zr и др. Все они, при накоплении в организме в определенных концентрациях способны вызвать синдромы интоксикации.

К сожалению, каждая из рассмотренных классификаций имеет свои достоинства и недостатки, а, следовательно, не является совершенной. Действительно, многие из жизненно необходимых и условно необходимых элементов при определенных условиях могут стать токсичными, а некоторые из токсичных в малых концентрациях необходимы для организма.

На наш взгляд, из всех названий, предложенных для обозначения химических элементов, обеспечивающих жизнедеятельность организма (биотик, биотический элемент, биогенный элемент, атомовит и др.) наиболее приемлемым и правильным для ветеринарной медицины является термин «биоэлемент». Это название происходит от греческого bios (жизнь) и распространяется на все химические элементы, входящие в состав организма животных и принимающие участие в процессах его жизнедеятельности.

К основным признакам биоэлементов относятся [6]:

- низкая токсичность;
- высокая усвояемость;
- соответствующая форма нахождения в организме (соединения, аналогичные природным: глицинаты, аспартаты, фосфаты, цитраты, гистидинаты, оротаты и др.).

Термин «биоэлемент» в своем новом понимании широко используется в медицине. Более того, в этой отрасли быстрыми темпами развивается комплексное научно-практическое направление- биоэлементная медицина, изучающая состав, содержание, связи и взаимодействие биоэлементов в организме человека в норме и при патологических состояниях.

Весьма приемлемым для ветеринарной медицины является термин «микроэлементозы» (МТОЗы), впервые предложенный медицинскими специалистами в 1983 [1]. Он является производным от слова «микроэлементы» и объединяет все патологические процессы, вызванные дефицитом, избытком или дисбалансом микроэлементов в организме человека. Термин «микроэлементозы» быстро «прижился» в ветеринарии и уже в 1986 году была опубликована монография «Микроэлементозы сельскохозяйственных животных» [4], соавтором которой является один из авторов данной публикации (Карпуть И.М.). Но этот термин не распространяется на болезни, обусловленные нарушением макроэлементов, которые довольно часто диагностируются у животных.

Согласно классификации А.П. Авцына и соавторов [1], МТОЗы человека делят на природные (эндо- и экзогенные), техногенные и ятрогенные. На наш взгляд, данную классификацию можно взять за основу для использования в отношении болезней минерального обмена живот-

ных. Но в связи с тем, что в практике ветеринарной медицины довольно часто диагностируется одновременное нарушение метаболизма как микро- так и макроэлементов, и с учетом существующего термина «биоэлементы» (БЭ) целесообразно ввести понятие «биоэлементозы» (БТОЗы), как скрытые или клинически выраженные патологические состояния организма животных, вызванные одновременным дефицитом, избытком или дисбалансом макро- и микроэлементов. Их можно подразделять соответственно на «макроэлементозы» и «микроэлементозы». В зависимости от характера нарушений, как в отношении последних, так и БТОЗов в целом, можно использовать определение гипо-, гипер- или дис- (био-, макро- или микро-) элементозы.

С учетом предложенного, следует различать «первичный биоэлементоз» и «вторичный биоэлементоз», что соответствует «первичной» и «вторичной» недостаточности элементов.

Учитывая особенности и специфику болезней минерального обмена у животных, нами предлагаются следующие их основные формы и характеристики (табл. 1). Мы считаем, что среди природных эндогенных БТОЗов животных пока нет необходимости отдельно выделять наследственные. Техногенные БТОЗы в ветеринарной медицине мы предлагаем разделять на промышленные, хозяйственные и миграционные.

Таблица 1.

Классификация биоэлементозов животных

| БТОЗы | Основные формы заболеваний | Краткая характеристика |
|----------------------|--|--|
| Природные эндогенные | Врожденные | В основе заболевания лежит БТОЗ матери |
| Природные экзогенные | 1. Вызванные дефицитом БЭ 2. Вызванные избытком БЭ 3. Вызванные дисбалансом БЭ | Природные, т.е. не связанные с деятельностью человека, а приуроченные к определенным биогеохимическим провинциям. |
| Техногенные | 1. Промышленные 2. Хозяйственные 3. Миграционные | Связанные с авариями или производственной деятельностью промышленных или с/х предприятий, вызванные избытком радионуклидов, биоэлементов, в почве, воде, воздухе и кормах, а также нарушением соотношения последних. Обусловленные особенностями ведения животноводства в конкретном хозяйстве (почвы, корма, добавки, содержание животных, их порода, продуктивность и др.) Связанные с воздушным или водным переносом элементов от производств, расположенных на значительном расстоянии от мест выпаса или содержания животных. |
| Ятрогенные | 1. Вызванные дефицитом БЭ 2. Вызванные избытком БЭ 3. Вызванные дисбалансом БЭ | Связанные с применением животным препаратов (пероральным, парентеральным, ингаляционным и т.д.) и добавок, содержащих макро- и микроэлементы или другие вещества, влияющие на всасывание, выведение или обмен биоэлементов. |

Для ветеринарной медицины и животноводства в целом также приемлемы следующие термины:

- биоэлементный баланс**- естественное для организма животных равновесие в содержании биоэлементов;
- биоэлементный гомеостаз**- постоянство биоэлементного состава организма животных;
- биоэлементный обмен**- совокупность процессов усвоения, метаболизма и выведения из организма животных минеральных элементов, обеспечивающих биоэлементный гомеостаз;
- биоэлементный состав**- содержание биоэлементов в организме животных;
- биоэлементопротекция**- целенаправленное введение в организм животных биоэлементов с кормами, добавками или лекарственными препаратами с целью предупреждения недостаточности биоэлементов;

- биоэлементотерапия**- лечение животных, основанное на использовании препаратов, содержащих биоэлементы с целью регуляции и восстановления биоэлементного состава организма;
- мономикрoэлементозы**- заболевания животных, вызванные в основном избытком или дефицитом одного микроэлемента;
- мономакрoэлементозы**- заболевания животных, вызванные в основном избытком или дефицитом одного макроэлемента;
- полимикрoэлементозы**- патологические состояния животных, в этиологии которых существенную роль играют несколько микроэлементов или их дисбаланс с некоторыми макроэлементами;
- полимакрoэлементозы**- патологические состояния животных, в этиологии которых существенную роль играют несколько макроэлементов или их дисбаланс с некоторыми микроэлементами;
- биоэлементные интоксикации**- интоксикации, вызванные токсичными биоэлементами;
- острый биоэлементоз**- интоксикация животных одним или несколькими биоэлементами, принятыми однократно или многократно в течение короткого периода времени;
- хронический биоэлементоз**- интоксикация животных одним или несколькими биоэлементами, принятыми многократно в течение длительного периода времени.

Заключение. Предложенная нами классификация и терминология биоэлементозов позволит правильно, интерпретировать разнообразные патологические процессы организма животных, возникающие в условиях недостатка, избытка или дисбаланса минеральных веществ и отразить их этиологическую сущность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авцин А.П., Жаворонков А.А., Риш М.А., Строчкова Л.С. Микроэлементозы человека // М. Медицина. – 1991. – 496 с.
2. Георгиевский В.И., Анненков Б.Н., Самохин В.Т. Минеральное питание животных- М.: Колос, 1979. -471 с.
3. Кучинский М.П. Современные проблемы минерального питания сельскохозяйственных животных и пути их решения//Материалы международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы патологии сельскохозяйственных животных»- М.: ПЧУП «Бизнесофсет», 2003. –С.22-24.
4. Микроэлементозы сельскохозяйственных животных / А.И. Федоров, М.С. Жаков, И.М. Карпуть и др.- Мн.: Ураджай, 1986.- 95 с.
5. Самохин В.Т. Профилактика нарушений обмена микроэлементов у животных.- М.: Колос, 1981.-144 с.
6. Скальный А.В., Рудаков И.А. Биоэлементы в медицине.- М.: Издательский дом «ОНИКС 21 век»: Мир, 2004.-272 с.
7. Скальный А.В. Микроэлементы для вашего здоровья.- М.: Издательский дом «ОНИКС 21 век»: Мир, 2003.-238 с.
8. Смоляр В.И. Микроэлементозы, этиохарактеристика, систематизация, пути предупреждения. Рациональное питание. Республиканский межведомственный сборник. Выпуск 24. наука о питании и ее практическая реализация- Киев «Здоровья», 1989. С.3-11.
9. Сусликов В.А. Геохимическая экология болезней: В 4 Т. Т 2: Атомовиты.- М.: Гелиос АРВ, 2000. -672 с.