УДК 636.7.084.087.73

06.02.10 – Частная зоотехния, технология производства продуктов животноводства (сельскохозяйственные науки)

ВИТАМИНЫ И ИХ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ СОБАК

Баюров Леонид Иванович
к. с.-х. н., доцент
SPIN-код: 3777-5470, AuthorID: 270952
Тел.: 8(918)413-51-86
E-mail: leo56@mail.ru
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», 350044, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. Калинина, 13

Питание собак является основой оптимального здоровья собак. Одним из вопросов, часто задаваемых владельцами собак, - это тип и количество витаминов, которые необходимы собаке. Собаки имеют уникальные пищевые потребности, которые могут быть недостаточно обеспечены их рационом. Большинство доступных вариантов собачьего корма уже хорошо сбалансированы и отвечают потребностям собак, так как они уже обогащены необходимыми витаминами. Однако есть владельцы домашних животных, которые все же хотят убедиться, что питание их собак в полной мере удовлетворяет их физиологическим потребностям. Потребность в дополнительных питательных веществах или витаминах зависит от породы, возраста и других факторов. Так, пожилым собакам необходимы витаминные добавки, потому что они потребляют меньше пищи, чем раньше, что может вызвать определенный гиповитаминоз. Большинство витаминных добавок для собак позволяет при необходимости скорректировать их диету. При этом владельцы животных должны убедиться в том, что витамины, которые будут внесены в корма, приготовленные из натуральных компонентов в домашних условиях, обеспечат необходимый баланс питания. Однако следует помнить, что перед тем как вносить витаминные препараты, необходимо проконсультироваться с ветеринарным специалистом по клинической диетологии, чтобы избежать чрезмерной дозировки или гипервитаминоза у собак. Для животных, у которых по результатам проведенных анализов диагностирован определенный вид дефицита, ветеринарный врач обоснованно назначит дозировку при использовании витаминных препаратов. При этом данная корректировка метаболизма конкретно коснется только тех витаминов, которых не хватает в кормах и в организме вашей собаки

Ключевые слова: СОБАКИ, ОБМЕН ВЕЩЕСТВ,

UDC 636.7.084.087.73

06.02.10 – Private zootechnics, technology of production of animal products (agricultural sciences)

VITAMINS AND THEIR IMPORTANCE FOR DOGS

Bayurov Leonid Ivanovich
Cand.Agr.Sci., associate Professor
RSCI SPIN-code: 3777-5470, AuthorID: 270952
Tel.: 8(918)413-51-86
E-mail: leo56@mail.ru
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin", Krasnodar, Russia

Dog nutrition is the foundation of optimal dog health. One of the questions frequently asked by dog owners is the type and amount of vitamins a dog needs. Dogs have unique nutritional needs that may not be adequately provided by their diet. Most of the available dog food options are already well balanced and meet the needs of dogs, as they are already enriched with essential vitamins. However, there are pet owners who still want to make sure that the nutrition of their dogs fully meets their physiological needs. The need for additional nutrients or vitamins depends on the breed, age, and other factors. so, older dogs need vitamin supplements because they consume less food than before, which can cause certain hypovitaminosis. Most vitamin supplements for dogs allow you to adjust their diet if necessary. At the same time, pet owners should make sure that the vitamins that will be added to the feed prepared from natural ingredients at home will provide the necessary balance of nutrition. However, it should be remembered that before introducing vitamin preparations, it is necessary to consult a veterinary specialist in clinical dietology to avoid excessive dosage or hypervitaminosis in dogs. For animals that have been diagnosed with a certain type of deficiency based on the results of the tests, the veterinarian will reasonably prescribe the dosage when using vitamin preparations. At the same time, this adjustment of metabolism will specifically affect only those vitamins that are not enough in the feed and in the body of your dog

Keywords: DOGS, METABOLISM, VITAMINS,

ВИТАМИНЫ, ГИПОВИТАМИНОЗ, ГИПЕРВИТАМИНОЗ HYPOVITAMINOSIS, HYPERVITAMINOSIS

DOI: http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-169-002

Введение. Питание собак является основой оптимального здоровья. Большинство собачьих кормов супер-премиум и премиум классов достаточно хорошо сбалансированы и отвечают потребностям животных, так как уже обогащены необходимыми витаминами. Тем не менее, собаки, которые потребляют натуральную домашнюю пищу, могут нуждаться в добавках.

По данным компании Packaged Facts, занимающейся уже более 50-ти лет анализом информации в сфере ухода за домашними животными, кормов и услуг, в 2019 г. продажи добавок для домашних животных превысили 697 млн. долларов [4].

Так нужны ли собакам витаминные добавки? Многие ученые-диетологи и ветеринары утвердительно отвечают на этот вопрос. Ведь собаки имеют уникальные пищевые потребности, которые могут быть недостаточно обеспечены их рационом. Для щенков витаминные добавки могут гарантировать поступление витаминов, необходимых для их нормального роста, развития органов и тканей, крепкого костяка и зубов, и, в целом, хорошего здоровья.

Для взрослых особей витаминные добавки помогают поддержать их физиологический статус. Для стареющих собак, которые, как правило, меньше потребляют питательных веществ, включая витамины и минералы, и в то же время теряют их больше через почки и мочевыводящие пути, витаминные добавки становятся необходимыми. Антиоксиданты, представленные витаминами А, С и Е, также помогут нейтрализовать токсическое действие свободных радикалов. Это обеспечивает замедление процесса старения и предотвращает многие метаболические заболевания [5].

Витамины и их функции в организме. Витамины считаются очень важными для поддержания нормального хода биохимических реакций и процессов в организме собаки. Их дефицит может оказать существенное влияние на усвоение и использование ими белков, жиров и углеводов, что незамедлительно скажется на их здоровье, состоянии кожи и шерсти, беременности или лактации. По способности растворяться витамины делятся на две группы: жиро- и водорастворимые.

Насчитывается пять жирорастворимых витаминов: A, D, E, F и K. С другой стороны, водорастворимые включают витамины группы B (B_1, B_2, B_3, B_4, B_5, B_6, B_7, B_8, B_9 и B_{12}) и витамин C. Жирорастворимые витамины могут депонироваться в жировой ткани и печени собаки, тогда как водорастворимые витамины в необходимом количестве находятся в других органах и тканях собаки.

Витамин А *(ретинол).* Этот жирорастворимый витамин отвечает за рост, развитие организма, его иммунную систему и функцию многих органов и тканей. Его, независимо друг от друга, открыли в 1913 г. в сливочном масле, рыбьем жире и желтке куриного яйца две группы американских ученых: Элмер МакКоллум из университета Джона Хопкинса (г. Балтимор) и Маргерит Дэвис из Висконсинского университета (г. Мэдисон), а также Томас Осборн и Лафайет Мендель из Йельского университета (г. Коннектикут) (рисунок 1).

Элмер МакКоллум | Маргерит Дэвис | Томас Осборн | Лафайет Мендель

Рисунок 1 – Первооткрыватели витамина А

Впервые ретинол был синтезирован в 1947 г. нидерландскими химиками Дэвидом ван Дорпом и Йозефом Аренсом (рисунок 2).

Рисунок 2 − Дэвид ван Дорп и Йозеф Аренс

Сам витамин А не содержится в растительных продуктах, но его предшественники – каротины, которые относятся к кислородсодержащим ксантофиллам (от греч. ξανθός – «желтый» + φύλλον – «лист»), содержатся в них. Эти соединения (каротиноиды) обычно называют провитамином А, так как организм может преобразовать их в активный витамин А. Существует несколько форм каротиноидов: альфа-, бета-, гамма-каротины, лютеин, ликопин и бета-криптоксантин. При этом активность бета-каротина значительно выше, чем у других каротиноидов [36].

Витамин А встречается в 3 формах: ретинол, ретиналь и ретиноевая кислота. Первая из них является физиологически наиболее значимой. Концентрации витамина А в кормах сильно различаются. Природные источники с наибольшей активностью витамина А – это рыбий жир и печень.

Признаки дефицита витамина А, наблюдаемые у разных видов животных, несколько различаются, но большинство из них связаны с изменениями в эпителиальных и поверхностных тканях. Многочисленные исследования продемонстрировали увеличение частоты и тяжести развития инфекционных заболеваний у животных, связанных со снижением выработки антител и нарушением клеточных иммунных процессов. Дефицит витамина А обычно характерен для молодых животных, что всегда связано с пре-

кращением роста или даже потерей массы тела. С другой стороны, гипервитаминоз (избыток) витамина А может вызвать обезвоживание организма, боль в суставах и даже повреждать строение и функции кровеносных сосудов собаки.

Витамин D. В 1922 г. американский исследователь Элмер МакКоллум испытал модифицированный жир печени трески, в котором витамин А был разрушен [47]. Модифицированное масло вылечило больных собак, поэтому МакКоллум пришел к выводу, что фактор, который излечил рахит, отличался от витамина А. Он назвал его витамином D, потому что это был четвертый по счету открытый витамин [11; 18; 27].

Существует несколько форм витамина D, основными из которых являются D_2 (эргокальциферол) и D_3 (холекальциферол). Химическое строение витамина D_2 была установлена в 1931 г., а в 1935 г. − витамина D_3, который, как было доказано, являлся результатом ультрафиолетового облучения 7-дегидрохолестерина. Структурное различие между витамином D_2 и витамином D_3 заключается в боковой цепи D_2, содержащей двойную связь между 22 и 23-м атомами углерода и метильную группу на 24-м атоме углероде [6].

Кальциферол одновременно является и витамином, и гормоном. В качестве последнего действует его активный метаболит D 1,25-диоксихолекациферол, образующийся в почках. Он оказывает воздействие на клетки слизистой кишечника, стимулируя выработку особого белка, обеспечивающего транспорт кальция, а в почках и мышцах усиливает реабсорбцию Ca^{2+}.

Этот витамин позволяет организму усваивать также фосфор, способствуя развитию и формированию костей и зубов, предотвращает рахит, способствует нормальному росту и созреванию клеток, поддерживает нервную и иммунную системы. Однако его избыток может привести к почечной недостаточности и даже смерти.

Витамин Е был открыт в 1922 г. американскими учеными-анатомами: Гербертом Эвансом и Кэтрин Бишоп, а в 1935 г. был выделен в чистом виде Г. Эвансом и Глэдис Эмерсон в Калифорнийском университете (г. Беркли) [15; 29] (рисунок 3).

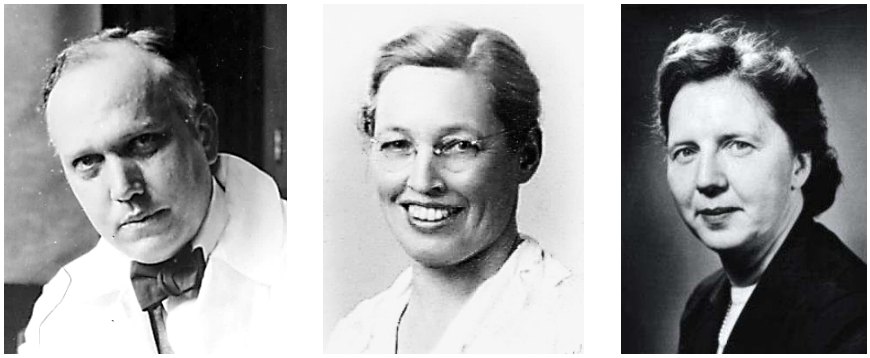

Рисунок 3 – Герберт Эванс, Кэтрин Бишоп и Глэдис Эмерсон

Так как он явился фактором фертильности (от лат. *fertilis* – «плодородный»), его назвали «токоферолом» (от греч. «τόκος» − «рождение» + «φέρειν» − «нести»). В 1938 г. немецкий ученый Эрхард Фернхольц выяснил его структуру, и вскоре после этого швейцарский биохимик Пауль Каррер с коллегами впервые синтезировал его [20].

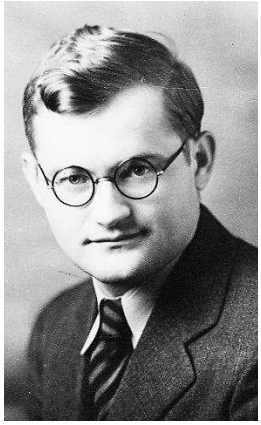

Рисунок 4 – Эрхард Фернхольц

Натуральный витамин Е представляет собой смесь двух классов соединений: α-, ß-, γ-, Δ-токоферолов, а также α- и ß-токотриенолов. Альфа-токоферол для собак служит кофактором в нескольких ферментных систе-

мах. Действует как антиоксидант, защищая организм от болезней сердца и рака. Предотвращает чрезмерное окисление жиров, которое может оказать вредное воздействие на организм. Способствует нормальному росту и развитию, укрепляет иммунную систему. Его дефицит может привести к дегенерации сетчатки глаз, мускулатуры и бесплодию.

Витамин F (α-линоленовая, линолевая и арахидоновая жирные кислоты). Витамин F необходим для регуляции обмена липидов и снижения уровня холестерина в крови. Являются полиненасыщенными незаменимыми жирными кислотами. Существует два основных семейства полиненасыщенных жирных кислот: Омега-3, включающее α-линоленовую, и Омега-6, которое включает линолевую.

Основными свойствами витамина F являются участие в усвоении жиров, нормализации жирового обмена в коже с поддержанием ее барьерной функции, выведение из организма лишнего холестерина, укрепление стенок кровеносных сосудов, участие в синтезе простагландинов, нормализация артериального давления, стимулирование иммунитета, укрепление опорно-двигательного аппарата, антигистаминное действие для купирования аллергий, активизация сперматогенеза. Арахидоновая кислота является основным предшественником для синтеза активных простагландинов, вызывающих сокращение матки и лейкотриенов, которые играют важную роль в передаче нервных импульсов [24; 35].

Получены данные, свидетельствующие о том, что диета с высоким содержанием Омега-3 жирных кислот, включая линоленовую, может уменьшить воспаление у животных, страдающих ревматоидным артритом.

Витамин К − жирорастворимый витамин, необходимый для активизации протромбиновой группы факторов (II, VII, IX и X) свертывания крови. Функции витамина К у собак аналогичны для человека [30]. В 1929 г. датский биохимик-физиолог Хенрик Дам исследовал роль холестерина, давая цыплятам диету, обедненную холестерином. Он обнаружил, что у

цыплят, которых кормили только обезжиренной пищей, развивались кровотечения [13]. Оказалось, что вместе с холестерином из корма было извлечено новое соединение, которое было названо витамином свертывания крови − Koagulationsvitamin. Американский биохимик Эдвард Дойзи из университета Сент-Луиса установил химическое строение витамина К. В 1943 г. Х. Дам и Э. Дойзи получили Нобелевскую премию по медицине за свои исследования витаминов K_1 и K_2 [25] (рисунок 5).

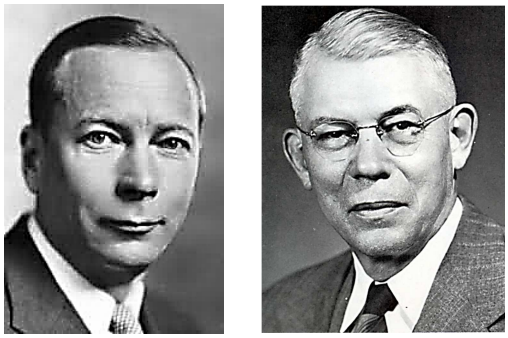

Рисунок 5 – Хенрик Дам и Эдвард Дойзи

Как и все жирорастворимые витамины, витамин К поступает в организм в составе жиров корма и для всасывания из пищеварительного тракта требует присутствия желчных кислот и их солей, а также липазы панкреатического сока. В отличие от филлохинона (K_1) и менахинона (K_2), соли менадиона (витамина K_3) растворимы в воде и достаточно полно усваиваются из продуктов с низким содержанием жира.

Самцы более восприимчивы к дефициту витамина К, чем самки, по-видимому, в результате усиленной абсорбции филлохинона эстрогенами.

У животных витамин К участвует в карбоксилировании некоторых остатков глутамата − аниона глутаминовой кислоты, используемого в качестве нейротрансмиттера. Белки, зависимые от витамина К, можно идентифицировать по остаткам γ-карбоксиглутаминовой кислоты (Gla) − общей для всех белков витамина К. Его модифицированные остатки чаще всего располагаются внутри белковых доменов-Gla, а остатки Gla участвуют в

связывании кальция и крайне необходимы для кальцификации костей и зубной эмали. Поэтому для собак этот витамин особо необходим, когда животное подвержено риску развития остеопороза или связанных с ним заболеваний [16; 38; 50].

Изомеры витамина K_1, K_2 и K_3 действуют по-разному [3; 46]. Так, K_1 (филлохинон) нетоксичен и действует слабее, чем витамер K_2. Он отвечает за активацию белков, связывающих кальций в организме собаки, что способствует минерализации костей, свертыванию крови и предотвращает кальцификацию стенок артерий. Изомер K_2 регулирует баланс кальция во всем теле собаки при его депонировании. Исследования показали гораздо больше потенциальных преимуществ витамина K_2 [19; 39; 48].

У животных форма K_2 вырабатывается путем преобразования витамина K_1 в семенниках, поджелудочной железе и стенках артерий [37]. Для расчета поступления витамина К с кормами можно применять следующее соотношение с учетом биологической активности его изомеров:

$$K_3 : K_1 : K_2 = 4 : 2 : 1.$$

Клинические признаки дефицита витамина К зависят от его продолжительности и тяжести. К ним относятся: снижение содержания протромбина в крови и нарушение образования фибринового сгустка при свертывании крови, что вызывает обильное кровотечение, спонтанное образование гематом, внутриполостное кровотечение и смерть в результате кровопотери, а также острого геморрагического шока [41].

Отравление антикоагулянтным родентицидом (крысиным ядом) − наиболее частая причина тяжелого, острого дефицита витамина К у собак и кошек.

Витамин B_1 (тиамин) был выделен в чистом виде из рисовых отрубей в 1926 г. нидерландскими биохимиками Барендом Янсеном и Вильямом Донатом [40] (рисунок 6).

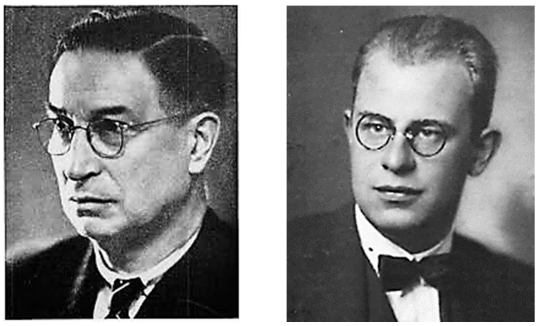

Рисунок 6 – Баренд Янсен и Вильям Донат

Структуру витамина установил и осуществил его синтез в 1934 г. американский химик Роберт Уильямс. Название витамина связано с вхождением в состав его молекулы атома серы (тио- от греч. θεῖον – «сера») и аминогруппы (NH_2−). После абсорбции тиамин быстро превращается в свою активную форму − тиаминпирофосфат − специфическим ферментом тиаминдифосфотрансферазой. Регулирует углеводный и энергетический обмен. Имеет большое значение для нормального функционирования нервной системы и обмена веществ. Поддерживает в норме функции всех слизистых оболочек, обеспечивает в целом нормальный рост и развитие организма.

Клинические признаки гиповитаминоза B_1 включают анорексию, рвоту, депрессию, задержку роста, потерю волос на теле, копрофагию, широкую постановку задних конечностей, вестибулярную атаксию, спастический парапарез, судороги и мышечную слабость. У собак и кошек с дефицитом тиамина наблюдаются различные электрокардиографические отклонения. Есть сообщения о дефиците тиамина у собак, которых долго кормили сырым мясом, содержащим в качестве консерванта диоксид серы (SO_2). Тиамин расщепляется тиаминазой, содержащейся в некоторых видах сырой пресноводной и морской рыбы (карп, атлантическая сельдь, тунец, лосось и др.), морепродуктах и рисовых отрубях. Тиаминаза разрушает тиамин с образованием свободного тиазола и сульфокислоты, катализируя реакцию нуклеофильного замещения у метиловой группы.

Витамин B_2 (рибофлавин) был выделен в 1879 г. из кисломолочной сыворотки. Впервые был синтезирован в 1935 г. швейцарским биохимиком Паулем Каррером и немецким химиком Рихардом Куном (рисунок 7).

Рисунок 7 − Пауль Каррер и Рихард Кун

Этот витамин является биологически активным веществом, играющим важную роль в окислительно-восстановительных процессах, необходимых для образования АТФ, регуляции функций нервной и сердечно-сосудистой систем, ряда гормонов, витаминов B_3 и B_6. Совместно с последним витамином он препятствует образованию камней в мочевом пузыре [43]. Основным источником рибофлавина обычно являются мясные и молочные продукты, а также яйца, зеленые листовые овощи и бобовые культуры.

Витамин B_3 (ниацин или никотиновая кислота) или ***PP*** (от лат. *preventive pellagra* – «предупреждающий пеллагру») был впервые описан в 1873 г. австрийским химиком Хуго Вайделем при окислении никотина азотной кислотой [45] (рисунок 8).

Рисунок 8 – Хуго Вайдель

Однако о витаминных свойствах никотиновой кислоты еще ничего не было известно. В 1920-х гг. американский эпидемиолог и сотрудник Службы общественного здравоохранения США Джозеф Голдбергер предположил существование витамина PP, способствующего профилактике и лечению пеллагры [22]. И только в 1937 г. группой американских ученых во главе с Конрадом Эльвехьемом было доказано, что никотиновая кислота и есть витамин PP, назвав его «фактором предотвращения пеллагры».

Действует подобно другим витаминам группы B, образуя ферменты, необходимые для метаболической активности клеток, синтеза гормонов, восстановления генетического материала и поддержания нормальных функций нервной системы и кожи. В моделях на животных и in vitro витамин B_3 оказывает заметное противовоспалительное действие в различных тканях и органах, включая мозг, желудочно-кишечный тракт и кожу.

У собак, страдающих дефицитом ниацина, могут проявляться пеллагра, дерматиты, диарея, потеря аппетита и истощение, воспаление десен.

Витамин B_4 (холин от греч. χολή − «желчь») − органическое соединение, четвертичное аммониевое основание. В 1849 г. немецкий химик Адольф Стрекер (рисунок 9) первым выделил холин из желчи свиньи. [42].

Рисунок 9 − Адольф Стрекер

Холин синтезируется из аминокислоты метионина, витаминов B_9 и B_{12}. Холин также играет важную роль в метаболизме жиров, передаче сиг-

налов внутри клеток и участвует во многих функциях мозга и нервов из-за выработки ацетилхолина. Поддерживает здоровую функцию печени и мозга. Холин играет важную роль в поддержании фосфолипидного слоя клеточных мембран, поддерживает функции печени и мозга.

Витамин B_5 или пантотеновая кислота (от греч. panthoten – «всюду», «отовсюду»), представляет собой кофермент, участвующий в энергетическом метаболизме углеводов, белков и жиров. Был открыт в 1933 г. американским биохимиком Роджером Уильямсом, когда он показал, что это вещество необходимо для роста дрожжей [34] (рисунок 10).

Рисунок 10 – Роджер Уильямс

Он синтезируется из аминокислоты аланин и пантоевой кислоты. Способствует нормальному росту и развитию, утилизации энергии из пищи, может ускорять заживление ран у животных, снимать стресс и усталость. Его дефицит может спровоцировать судороги, учащенное сердцебиение, нарушение дыхания и т.д.

Витамин B_6 (пиридоксин) был открыт в 1934 г. американским биохимиком венгерского происхождения Палом Дьёрди (рисунок 11). В организме пиридоксин превращается в пиридоксаль-5-фосфат, который является важным коферментом, участвующим в широком спектре биохимических реакций, включая метаболизм аминокислот и гликогена, синтез нуклеиновых кислот, гемоглобина, сфинголипидов, ряда нейромедиаторов

(серотонина, мелатонина, дофамина, норэпинефрина и гамма-аминомасляной кислоты) [21].

Рисунок 11 – Пал Дьёрдь

Он способствует преобразованию триптофана в ниацин, и его можно обнаружить в мясе, рыбе, яйцах, молоке и цельнозерновых продуктах. Дефицит витамина B_6 приводит к анемии у пожилых собак, а у некоторых собак вызывает поражения кожи.

Витамин B_7 или ***H*** (биотин). Символ H обозначает немецкие слова Haar und Haut, то есть «волосы и кожа». В 1916 г. Уильям Бейтман заметил, что диета с высоким содержанием сырого яичного белка вызывала токсические симптомы у собак [2]. Уже в 1927 г. Маргарет Боас обнаружила, что диета, состоящая только из яичных белков, вызывала дерматит, алопецию и потерю координации движений у лабораторных животных [9].

В 1939 г. американский ученый Пал Дьёрди подтвердил существование защитного фактора, названный им витамином H [17]. Он участвует в широком спектре метаболических процессов в организмах людей и животных, связанных, в первую очередь, с метаболизмом аминокислот, углеводов и жиров, влияющего на рост клеток и синтез белков [7; 8].

Биотин участвует в различных метаболических реакциях, связанных с переносом углекислого газа, что полезно для поддержания постоянного уровня сахара в крови. Биотин часто рекомендуется в качестве пищевой

добавки для укрепления волос, шерсти и когтей, хотя научных данных, подтверждающих эти результаты, пока недостаточно [31].

При дефиците витамина B_7 возникают расстройства пищеварения, сухость кожи и плохое состояние шерсти (ломкость, тусклость, депигментация, выпадение).

Витамин B_9 (фолиевая кислота от лат. *folium* – «лист») впервые был выделен в 1941 г. из листьев шпината американскими биохимиками Гершелем Митчеллом, Эсмондом Снеллом и Роджером Уильямсом [28]. Еще в 1920-х гг. ученые предположили, что дефицит фолиевой кислоты вызывает анемию [22]. Только в 1931 г. английский гематолог Люси Уиллс доказала значение витамина B_9 для предотвращения развития анемии во время беременности [12; 32].

Животные, как и люди, не могут синтезировать фолиевую кислоту и поэтому должны получать ее из своего рациона. Участвует в образовании молекул ДНК, так как производные фолиевой кислоты участвуют в биосинтезе как пуриновых, так и пиримидиновых оснований.

У самцов витамин B_9 способствует нормальному сперматогенезу, а у самок – созреванию ооцитов, имплантации зиготы, формированию плаценты, росту и развитию плода [14]. При сложном сбалансированном взаимодействии фолиевой кислоты с витамином B_{12} и железом обеспечивается процессе синтеза гемоглобина и образования эритроцитов. Поэтому дефицит фолиевой кислоты у собак может вызвать мегалобластную анемию с появлением аномально крупных незрелых эритроцитов [1; 33; 44].

Витамин B_{12} (цианокобаламин) действует как кофермент для создания материала ДНК. Его молекула включает в свой состав атом кобальта. За прямые и косвенные исследования структуры и функций цианокобаламина пять ученых в разные годы были удостоены Нобелевских премий: американцы Джордж Уиппл, Джордж Майнот и Уильям Мёрфи (1934), а

также британцы – Дороти Ходжкин (1964) и Александр Тодд (1957) (рисунок 12).

Витамин B_{12} способствует росту и развитию клеток, играет важную роль в метаболизме белков, аминокислот, жиров и углеводов, обладает антианемическим действием. Его источниками являются мясо, рыба, яйца и молочные продукты.

Джордж Уиппл | Джордж Майнот | Уильям Мёрфи | Дороти Ходжкин | Александр Тодд

Рисунок 12 – Ученые, открывшие свойства и функции витамина B_{12}

Витамин С (аскорбиновая кислота). Этимология названия происходит от латинского *a* − «от» + *scorbutus* – «относящийся к цинге». Витамин С был открыт в 1912 г., выделен в 1928 г. и в 1933 г. стал первым из витаминов, полученных искусственным путем. За открытие витамина С американский биохимик венгерского происхождения Альберт Сент-Дьёрдьи (рисунок 12) был удостоен Нобелевской премии по физиологии и медицине (1937) [49].

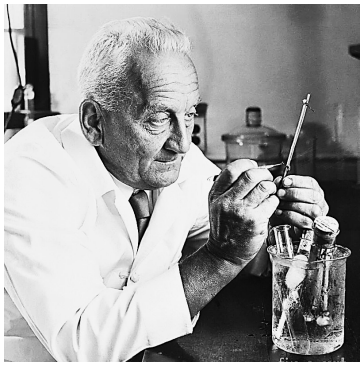

Рисунок 12 − Альберт Сент-Дьёрдьи

Этот витамин нейтрализует потенциально опасные свободные радикалы в организме и может помочь усилить иммунитет, уменьшить воспаление и когнитивное старение. Хотя собаки могут синтезировать витамин С в печени, но в некоторых случаях его добавка может принести пользу организму. Аскорбиновая кислота также поддерживает здоровье капилляров, десен, зубов, помогает регенерировать раны, ожоги и переломы. Он способствует выработке гемоглобина. Витамин С необходим для также для синтеза коллагена, необходимого для восстановления тканей.

В таблицах 1 и 2 приведены нормы двух ведущих американских организаций в области питания (NRC и AAFCO) содержания витаминов в диете собак в расчете на 1000 ккал обменной энергии и на 1 кг сухого вещества рациона.

Таблица 1 – Нормы содержания витаминов NRC на 1000 ккал обменной энергии рациона взрослых собак на поддержание

Витамины	Требования		
	минимум	максимум	рекомендуемая добавка
А (ретинол), МЕ	не определен	16 000	379
D (холекальциферол), МЕ	не определен	20	3,4
Е (α-токоферол), МЕ	не определен	не определен	7,5
К (менадион), мг	не определен	не определен	0,41
B_1 (тиамин), мг	не определен	не определен	0,56
B_2 (рибофлавин), мг	1,05	не определен	1,3
B_3 (ниацин), мг	не определен	не определен	4,25
B_4 (холин), мг	не определен	не определен	425
B_5 (пантотеновая к-та), мг	не определен	не определен	3,75
B_6 (пиридоксин), мг	не определен	не определен	0,375
B_9 (фолиевая к-та), мг	не определен	не определен	67,5
B_{12} (цианокобаламин), мг	не определен	не определен	8,75

Таблица 2 – Нормы AAFCO по содержанию витаминов в 1 кг рациона

Витамины	Требования		
	минимум на рост и развитие	минимум для взрослых	максимум для взрослых
A, мкг	5 000	5 000	250 000
D, мкг	500	500	5 000
E, мг	50	50	1 000
B_1, мг	1	1	не определен
B_2, мг	2,2	2,2	не определен
B_3, мг	11,4	11,4	не определен
B_4, мг	1,2	1,2	не определен
B_5, мг	10	10	не определен
B_6, мг	1	1	не определен
B_9, мг	0,18	0,18	не определен
B_{12}, мг	0,022	0,022	не определен

Вывод. Витамины могут радикально улучшить состояние собаки, поскольку они необходимы для многих биохимических реакций, происходящих в ее организме, играя важную роль в поддержании ее здоровья. Однако их добавка в рацион требует анализа его состава и предварительной консультации с ветеринарным врачом.

Список литературы:

1. Allen RH, Stabler SP, Savage DG, Lindenbaum J (June 1990). Diagnosis of cobalamin deficiency I: usefulness of serum methylmalonic acid and total homocysteine concentrations. American Journal of Hematology. 34 (2): 90–98.

2. Bateman WG (June 1916). «The Digestibility and Utilization of Egg Proteins». Journal of Biological Chemistry. 26: 263–291.

3. Bechtold H, Trenk D, Meinertz T, Rowland M and E Jähnchen Cyclic interconversion of vitamin K_1 and vitamin K_1 2,3-epoxide in man Br J Clin Pharmacol. 1983 Dec; 16(6): 683–689.

4. Berrigan P. Dog Vitamins – Which Ones You Should be Using and Why – https://www.thelabradorsite.com/dog-vitamins/

5. Best dog vitamins: know when to give supplements to your dogs https://dogsaholic.com/care/best-dog-vitamins.html

6. Bikle DD (March 2014). Vitamin D metabolism, mechanism of action, and clinical applications. Chemistry & Biology. 21 (3): 319–329.

7. Biotin – Fact Sheet for Health Professionals. Office of Dietary Supplements, US National Institutes of Health. 8 December 2017.

8. Biotin. Micronutrient Information Center, Linus Pauling Institute, Oregon State University, Corvallis, OR. 21 October 2015.

9. Boas M (1927). «The effect of desiccation on the nutrient value of the protein». Biochemical Journal. 21 (3):712–724.

10. Brini M, Calì T, Ottolini D, Carafoli E Intracellular calcium homeostasis and signaling Met Ions Life Sci. 2013;12:119–168.

11. Carere S «Age-old children's disease back in force». Toronto Star (July 25, 2007). https://web.archive.org/web/20080517044348/http://www.thestar.com/printArticle/239341

12. Centers for Disease Control Prevention (CDC) (16 January 2015). «Updated Estimates of Neural Tube Defects Prevented by Mandatory Folic Acid Fortification — United States, 1995–2011». MMWR. Morbidity and Mortality Weekly Report. 64 (1):1–5.

13. Dam CP (1935). The antihaemorrhagic vitamin of the chick: occurrence and chemical nature». Nature. 135 (3417): 652–653.

14. Ebisch IM, Thomas CM, Peters WH, et al. (March–April 2007). «The importance of folate, zinc and antioxidants in the pathogenesis and prevention of subfertility». Human Reproduction Update. 13 (2): 163–174.

15. Evans HM, Bishop KS (December 1922). On the Existence of a Hitherto Unrecognized Dietary Factor Essential for Reproduction. Science. 56 (1458): 650–651.

16. Furie B, Bouchard BA, Furie BC (March 1999). Vitamin K-dependent biosynthesis of gamma-carboxyglutamic acid. Blood. 93 (6): 1798–1808.

17. Gyorgy P (December 1939). «The Curative Factor (vitamin H) for Egg White Injury, with Particular Reference to Its Presence in Different Foodstuffs and in Yeast». Journal of Biological Chemistry. 131: 733–744.

18. History of Vitamin D. University of California at Riverside. 2011. – https://vitamind.ucr.edu/about/

19. Horth C., McHale D, Jeffries LR, et al. Vitamin K and oxidative phosphorylation Biochem J. 1966 Aug; 100(2): 424–429.

20. Karrer P, Fritzsche H, Ringier BH, Salomon H (1938). Synthesis of α-Tocopherol (Vitamin E). Nature. 141 (3580): p. 1057.

21. Kennedy DO. B Vitamins and the Brain: Mechanisms, Dose and Efficacy − A Review // Nutrients. 2016 Jan 27;8(2): p. 68.

22. Lanska DJ (2009). Chapter 30 Historical aspects of the major neurological vitamin deficiency disorders: the water-soluble B vitamins. History of Neurology. Handb Clin Neurol. Handbook of Clinical Neurology. 95. pp. 445–476.

23. Lanska DJ The Discovery of Niacin, Biotin, and Pantothenic Acid, Ann Nutr Metab, 2012;61:246–253.

24. Maccarrone M, Finazzi-Agró A The endocannabinoid system, anandamide and the regulation of mammalian cell apoptosis. Cell Death & Differentiation (2003). 10 (9): 946–955.

25. MacCorquodale DW, Binkley SB, Thayer SA, Doisy EA (1939). On the constitution of Vitamin K_1. Journal of the American Chemical Society. 61(7): 1928–1929.

26. McAlister VC (2006). Control of coagulation: a gift of Canadian agriculture; Clinical and Investigative Medicine. 29 (6): 373–377.

27. McClean FC, Budy AM (January 28, 1964). «Vitamin A, Vitamin D, Cartilage, Bones, and Teeth». Vitamins and Hormones. 21. Academic Press. pp. 51–52.

28. Mitchell HK, Snell EE, Williams RJ (1941). The concentration of folic acid. J Am Chem Soc. 63 (8): p. 2284.

29. Oakes EH (2007) «Emerson, Gladys Anderson», Encyclopedia of World Scientists, pp. 211–212.

30. Olson RE The function and metabolism of vitamin K Annu Rev Nutr. 1984;4:281−337.

31. Penberthy WT, Sadri M, Zempleni J (2020). «Biotin»: In BP Marriott, DF Birt, VA Stallings, AA Yates (eds.). Present Knowledge in Nutrition, Eleventh Edition. London, United Kingdom: Academic Press (Elsevier). pp. 289–304.

32. Pond WG, Nichols BL, Brown DL (2009). Adequate Food for All: Culture, Science, and Technology of Food in the 21st Century. CRC Press. p. 148.

33. Reynolds E (November 2006). Vitamin B_{12}, folic acid, and the nervous system. The Lancet. Neurology. 5 (11): 949–960.

34. Richards OW (1936). The Stimulation of Yeast Proliferation By Pantothenic Acid. Journal of Biological Chemistry. 113 (2): 531–536.

35. Sanders T, Emery P Molecular Basis of Human Nutrition. CRC Press, 2003, 176 pp.

36. Scanlan N. Vitamins and minerals your dog needs – https://animalwellnessmagazine.com/vitamins-minerals-dog/

37. Shearer MJ, Newman P (October 2008). Metabolism and cell biology of vitamin K. Thrombosis and Haemostasis. 100(4): 530–547.

38. Southard KA, Southard TE Detection of simulated osteoporosis in dog alveolar bone with the use of digital subtraction Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1994 Apr; 77(4):412–418.

39. Spronk HMH, Soute BAM, Schurgers LJ, et al. Tissue-specific utilization of menaquinone-4 results in the prevention of arterial calcification in warfarin-treated rats J Vasc Res. Nov-Dec 2003;40(6):531–537.

40. Squires VR (2011). The Role of Food, Agriculture, Forestry and Fisheries in Human Nutrition; Volume IV. EOLSS Publications. p. 121.

41. Stenflo J, Fernlund P, Egan W, Roepstorff P (July 1974). Vitamin K dependent modifications of glutamic acid residues in prothrombin. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 71 (7): 2730–2733.

42. Strecker A. Beobachtungen über die Galle verschiedener Thiere [Tiere]. Aus: Annalen der Chemie und Pharmacie [Pharmazie], Nr. 70 (1849), S. 149−198.

43. Vitamins for Dogs – https://www.natural-dog-health-remedies.com/vitamins-for-dogs.html

44. Vreugdenhil G, Wognum AW, van Eijk HG, Swaak AJ (February 1990). Anaemia in rheumatoid arthritis: the role of iron, vitamin B12, and folic acid deficiency, and erythropoietin responsiveness. Annals of the Rheumatic Diseases. 49 (2): 93–98.

45. Weidel H. (1873). Zur Kenntniss des Nicotins. Justus Liebigs Annalen der Chemie und Pharmacie. 165(2): 330–349.

46. Wilson CR, Sauer J-M, Carlson GP, et al. Species comparison of vitamin $K_{1,2,3}$-epoxide reductase activity in vitro: kinetics and warfarin inhibition; Toxicology, 2003 Aug 1;189(3):191–198.

47. Wolf G (June 2004). The discovery of vitamin D: the contribution of Adolf Windaus. The Journal of Nutrition. 134 (6): 1299–1302.

48. Yonemura K, Kimura M, Miyaji T, Hishida A Short-term effect of vitamin K administration on prednisolone-induced loss of bone mineral density in patients with chronic glomerulonephritis Calcif Tissue Int. 2000 Feb;66(2):123–128.

49. Zetterström R (May 2009). Nobel Prize 1937 to Albert von Szent-Györgyi: identification of vitamin C as the anti-scorbutic factor. Acta Paediatrica. 98 (5): 915–919.

50. Zittermann A. Effects of vitamin K on calcium and bone metabolism Curr Opin Clin Nutr Metab Care. 2001 Nov; 4(6):483–487.

References

1. Allen RH, Stabler SP, Savage DG, Lindenbaum J (June 1990). Diagnosis of cobalamin deficiency I: usefulness of serum methylmalonic acid and total homocysteine concentrations. American Journal of Hematology. 34 (2): 90–98.

2. Bateman WG (June 1916). «The Digestibility and Utilization of Egg Proteins». Journal of Biological Chemistry. 26: 263–291.

3. Bechtold H, Trenk D, Meinertz T, Rowland M and E Jähnchen Cyclic interconversion of vitamin K_1 and vitamin K_1 2,3-epoxide in man Br J Clin Pharmacol. 1983 Dec; 16(6): 683–689.

4. Berrigan P. Dog Vitamins – Which Ones You Should be Using and Why – https://www.thelabradorsite.com/dog-vitamins/

5. Best dog vitamins: know when to give supplements to your dogs https://dogsaholic.com/care/best-dog-vitamins.html

6. Bikle DD (March 2014). Vitamin D metabolism, mechanism of action, and clinical applications. Chemistry & Biology. 21 (3): 319–329.

7. Biotin – Fact Sheet for Health Professionals. Office of Dietary Supplements, US National Institutes of Health. 8 December 2017.

8. Biotin. Micronutrient Information Center, Linus Pauling Institute, Oregon State University, Corvallis, OR. 21 October 2015.

9. Boas M (1927). «The effect of desiccation on the nutrient value of the protein». Biochemical Journal. 21 (3):712–724.

10. Brini M, Calì T, Ottolini D, Carafoli E Intracellular calcium homeostasis and signaling Met Ions Life Sci. 2013;12:119–168.

11. Carere S «Age-old children's disease back in force». Toronto Star (July 25, 2007). https://web.archive.org/web/20080517044348/http://www.thestar.com/printArticle/239341

12. Centers for Disease Control Prevention (CDC) (16 January 2015). «Updated Estimates of Neural Tube Defects Prevented by Mandatory Folic Acid Fortification — United States, 1995–2011». MMWR. Morbidity and Mortality Weekly Report. 64 (1):1–5.

13. Dam CP (1935). The antihaemorrhagic vitamin of the chick: occurrence and chemical nature». Nature. 135 (3417): 652–653.

14. Ebisch IM, Thomas CM, Peters WH, et al. (March–April 2007). «The importance of folate, zinc and antioxidants in the pathogenesis and prevention of subfertility». Human Reproduction Update. 13 (2): 163–174.

15. Evans HM, Bishop KS (December 1922). On the Existence of a Hitherto Unrecognized Dietary Factor Essential for Reproduction. Science. 56 (1458): 650–651.

16. Furie B, Bouchard BA, Furie BC (March 1999). Vitamin K-dependent biosynthesis of gamma-carboxyglutamic acid. Blood. 93 (6): 1798–1808.

17. Gyorgy P (December 1939). «The Curative Factor (vitamin H) for Egg White Injury, with Particular Reference to Its Presence in Different Foodstuffs and in Yeast». Journal of Biological Chemistry. 131: 733–744.

18. History of Vitamin D. University of California at Riverside. 2011. – https://vitamind.ucr.edu/about/

19. Horth C., McHale D, Jeffries LR, et al. Vitamin K and oxidative phosphorylation Biochem J. 1966 Aug; 100(2): 424–429.

20. Karrer P, Fritzsche H, Ringier BH, Salomon H (1938). Synthesis of α-Tocopherol (Vitamin E). Nature. 141 (3580): p. 1057.

21. Kennedy DO. B Vitamins and the Brain: Mechanisms, Dose and Efficacy − A Review // Nutrients. 2016 Jan 27;8(2): p. 68.

22. Lanska DJ (2009). Chapter 30 Historical aspects of the major neurological vitamin deficiency disorders: the water-soluble B vitamins. History of Neurology. Handb Clin Neurol. Handbook of Clinical Neurology. 95. pp. 445–476.

23. Lanska DJ The Discovery of Niacin, Biotin, and Pantothenic Acid, Ann Nutr Metab, 2012;61:246–253.

24. Maccarrone M, Finazzi-Agró A The endocannabinoid system, anandamide and the regulation of mammalian cell apoptosis. Cell Death & Differentiation (2003). 10 (9): 946–955.

25. MacCorquodale DW, Binkley SB, Thayer SA, Doisy EA (1939). On the constitution of Vitamin K_1. Journal of the American Chemical Society. 61(7): 1928–1929.

26. McAlister VC (2006). Control of coagulation: a gift of Canadian agriculture; Clinical and Investigative Medicine. 29 (6): 373–377.

27. McClean FC, Budy AM (January 28, 1964). «Vitamin A, Vitamin D, Cartilage, Bones, and Teeth». Vitamins and Hormones. 21. Academic Press. pp. 51–52.

28. Mitchell HK, Snell EE, Williams RJ (1941). The concentration of folic acid. J Am Chem Soc. 63 (8): p. 2284.

29. Oakes EH (2007) «Emerson, Gladys Anderson», Encyclopedia of World Scientists, pp. 211–212.

30. Olson RE The function and metabolism of vitamin K Annu Rev Nutr. 1984;4:281−337.

31. Penberthy WT, Sadri M, Zempleni J (2020). «Biotin»: In BP Marriott, DF Birt, VA Stallings, AA Yates (eds.). Present Knowledge in Nutrition, Eleventh Edition. London, United Kingdom: Academic Press (Elsevier). pp. 289–304.

32. Pond WG, Nichols BL, Brown DL (2009). Adequate Food for All: Culture, Science, and Technology of Food in the 21st Century. CRC Press. p. 148.

33. Reynolds E (November 2006). Vitamin B_{12}, folic acid, and the nervous system. The Lancet. Neurology. 5 (11): 949–960.

34. Richards OW (1936). The Stimulation of Yeast Proliferation By Pantothenic Acid. Journal of Biological Chemistry. 113 (2): 531–536.

35. Sanders T, Emery P Molecular Basis of Human Nutrition. CRC Press, 2003, 176 pp.

36. Scanlan N. Vitamins and minerals your dog needs – https://animalwellnessmagazine.com/vitamins-minerals-dog/

37. Shearer MJ, Newman P (October 2008). Metabolism and cell biology of vitamin K. Thrombosis and Haemostasis. 100(4): 530–547.

38. Southard KA, Southard TE Detection of simulated osteoporosis in dog alveolar bone with the use of digital subtraction Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1994 Apr; 77(4):412–418.

39. Spronk HMH, Soute BAM, Schurgers LJ, et al. Tissue-specific utilization of menaquinone-4 results in the prevention of arterial calcification in warfarin-treated rats J Vasc Res. Nov-Dec 2003;40(6):531–537.

40. Squires VR (2011). The Role of Food, Agriculture, Forestry and Fisheries in Human Nutrition; Volume IV. EOLSS Publications. p. 121.

41. Stenflo J, Fernlund P, Egan W, Roepstorff P (July 1974). Vitamin K dependent modifications of glutamic acid residues in prothrombin. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 71 (7): 2730–2733.

42. Strecker A. Beobachtungen über die Galle verschiedener Thiere [Tiere]. Aus: Annalen der Chemie und Pharmacie [Pharmazie], Nr. 70 (1849), S. 149−198.

43. Vitamins for Dogs – https://www.natural-dog-health-remedies.com/vitamins-for-dogs.html

44. Vreugdenhil G, Wognum AW, van Eijk HG, Swaak AJ (February 1990). Anaemia in rheumatoid arthritis: the role of iron, vitamin B12, and folic acid deficiency, and erythropoietin responsiveness. Annals of the Rheumatic Diseases. 49 (2): 93–98.

45. Weidel H. (1873). Zur Kenntniss des Nicotins. Justus Liebigs Annalen der Chemie und Pharmacie. 165(2): 330–349.

46. Wilson CR, Sauer J-M, Carlson GP, et al. Species comparison of vitamin $K_{1,2,3}$-epoxide reductase activity in vitro: kinetics and warfarin inhibition; Toxicology, 2003 Aug 1;189(3):191–198.

47. Wolf G (June 2004). The discovery of vitamin D: the contribution of Adolf Windaus. The Journal of Nutrition. 134 (6): 1299–1302.

48. Yonemura K, Kimura M, Miyaji T, Hishida A Short-term effect of vitamin K administration on prednisolone-induced loss of bone mineral density in patients with chronic glomerulonephritis Calcif Tissue Int. 2000 Feb;66(2):123–128.

49. Zetterström R (May 2009). Nobel Prize 1937 to Albert von Szent-Györgyi: identification of vitamin C as the anti-scorbutic factor. Acta Paediatrica. 98 (5): 915–919.

50. Zittermann A. Effects of vitamin K on calcium and bone metabolism Curr Opin Clin Nutr Metab Care. 2001 Nov; 4(6):483–487.