

596697

ВИТАМИНЫ
В КОРМЛЕНИИ
СЕЛЬСКО-
ХОЗЯЙСТВЕННЫХ
ЖИВОТНЫХ

$C_6 H_8 O_6$ $C_{20} H_{30} O$

$C_{28} H_{44} O$

ВИТАМИНЫ **В КОРМЛЕНИИ** **СЕЛЬСКО-** **ХОЗЯЙСТВЕННЫХ** **ЖИВОТНЫХ**

ПОД РЕДАКЦИЕЙ
О. Е. ПРИВАЛО

996697

Киев «Урожай» 1983

Витамины в кормлении сельскохозяйственных животных / О. Е. Привало, С. М. Паенок, Я. С. Гусак и др.; Под ред. О. Е. Привало — К.: Урожай, 1983.— 160 с.

В книге раскрывается химическая природа и физиологическое действие наиболее важных для животноводства витаминов. Характеризуются основные элементы организации витаминного кормления (нормы и способы обогащения рационов) сельскохозяйственных животных, эффективность комплексного использования витаминных препаратов совместно с другими веществами, обладающими биологической активностью. Специальный раздел посвящен практическим вопросам организации контроля за витаминным питанием животных.

Рассчитана на зоотехников и ветеринарных работников животноводческих ферм и комплексов.

В $\frac{3804010302-079}{M204(04)-83}$ 70.83 45.45

Рецензенты: кандидаты сельскохозяйственных наук А. Л. Бабак, А. Ю. Занкевич, М. Ф. Кулик.

Авторский коллектив: О. Е. Привало, С. М. Паенок, Я. С. Гусак, С. А. Водолажченко, А. М. Попов, И. С. Кунщикова

ВВЕДЕНИЕ

Продовольственной программой СССР на период до 1990 года ставится задача довести по стране среднегодовое производство мяса (в убойном весе) в одиннадцатой пятилетке до 17—17,5 млн. тонн и в двенадцатой — 20—20,5 млн. тонн, молока—соответственно 97—99 млн. тонн и 104—106 млн. тонн, яиц — 72 млрд. и 78—79 млрд. штук. Решение этой задачи требует поднятия уровня селекционно-племенной работы, улучшения воспроизводства стада, внедрения системы ветеринарно-профилактических мероприятий, позволяющих снизить заболевание и падеж скота. Материальной основой успешного претворения в жизнь перечисленных мероприятий является прочная кормовая база и рациональное кормление сельскохозяйственных животных. Исходя из этого, программой предусматривается дальнейшая специализация и интенсификация полевого и лугопастбищного кормопроизводства, создание мощной кормовой индустрии, обеспечивающей увеличение объема производства, улучшение качества и сокращение потерь кормов с тем, чтобы довести их производство к 1985 году до 500 млн. тонн и к 1990 году — до 540—550 млн. тонн кормовых единиц. Особое место в комплексе мероприятий по увеличению производства животноводческой продукции отводится повышению полноценности кормовых рационов за счет широкого использования комбикормов и белково-витаминных добавок, включающих аминокислоты, витамины, минеральные и другие биологически активные вещества.

Острая необходимость дополнительного включения в рационы различных энергетических и биологически активных веществ связана прежде всего с тем, что в условиях современного производства корм становится звеном, связывающим животное с окружающей средой и определяющим

сохранение здоровья и устойчивый хороший аппетит, высокую продуктивность и оплату корма, воспроизводительные способности и интенсивное развитие получаемого приплода.

Причем в этих условиях исключительное значение приобретает проблема витаминного питания сельскохозяйственных животных, решение которой открывает широкие возможности по направленному воздействию на обмен веществ в организме, повышению эффективности использования питательных веществ корма, увеличению объема и качества получаемой продукции. Имеющиеся научные достижения в области витаминологии уже сейчас обеспечивают широкое и эффективное использование витаминных препаратов как в составе премиксов и комбикормов, производимых в сети государственных комбикормовых заводов, так и для обогащения рационов непосредственно в хозяйствах. В свою очередь все более широкое использование в животноводстве витаминных препаратов промышленного производства требует от специалистов и особенно зооинженеров и ветеринарных врачей глубоких знаний в области витаминного питания животных, технологии обогащения рационов, организации контроля за обеспеченностью животных витаминами и эффективностью обогащения рационов.

ВИТАМИНЫ — ОДИН ИЗ ФАКТОРОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ПОЛНОЦЕННОСТЬ КОРМЛЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

Витамины — это группа веществ небелкового характера, входящих в состав многих ферментов, гормонов и тем самым оказывающих существенное влияние на интенсивность обменных процессов. †

Все известные в настоящее время витамины делят на три группы: жирорастворимые, водорастворимые и витаминоподобные вещества.

1. К группе жирорастворимых витаминов относятся: ретинол (витамин A_1); дегидроретинол (витамин A_2); эргокальциферол (витамин D_2); холекальциферол (витамин D_3); токоферолы (витамин E); филохиноны (витамин K).

2. К водорастворимым витаминам относятся: тиамин (витамин B_1); рибофлавин (витамин B_2); пантотеновая кислота (витамин B_3); никотиновая кислота или ее амид (витамин PP , витамин B_5); пиридоксин (витамин B_6); фолиевая кислота (витамин B_9 , витамин B_c); кобаламин (витамин B_{12}); аскорбиновая кислота (витамин C); биофлавоноиды (витамин P); биотин (витамин H).

3. К витаминоподобным веществам относятся: холин (витамин B_4); липсовая кислота; оротовая кислота (витамин B_{13}); пангамовая кислота (витамин B_{15}); инозит (витамин B_8); парааминобензойная кислота (витамин H_1 , B_x); карнитин (витамин B_t); метилметионин (витамин Y).

Химическая природа и физиологическое действие отдельных витаминов

Обычно под буквенным обозначением витамина в большинстве случаев подразумевается целая группа сходных по свойствам и физиологическому действию на организм веществ. Так, известны природные соединения, относящиеся к обширной группе витаминов A , D , E .

Ряд производных имеют некоторые водорастворимые витамины комплекса группы B , такие как пиридоксин (B_6), кобаламин, группа фолиевых кислот. Природная пангамовая кислота (B_{15}), представляющая собой эфир D -глюко-

повой и полностью алкилированной аминокислотой, может существовать в виде производных, содержащих 4,8 и даже 12 метильных групп. Все эти производные обладают активностью пангамовой кислоты.

Жирорастворимые витамины

Витамин А (ретинол, дегидроретинол). В настоящее время известны природные соединения, относящиеся к группе витамина А: витамин А₁ (ретинол) и его эфиры, неовитамин А₁, витамин А₂, витамин А — альдегид и ангидроретинол А₁. Кроме того, исходя из химической (структурной) формулы витамина А₁, можно предполагать, что он существует в виде 16 стереоизомеров, из которых известны пока лишь шесть.

Метаболически активными в организме животных в А-витаминном отношении являются спиртовая и альдегидная формы (ретинол и ретиналь), тогда как эфирная (ретинол) — это в основном резервная форма, около 90 % которой содержится в печени. При необходимости эфирная форма превращается в спиртовую и поступает в кровь для участия в обменных процессах тех или других органов, и наоборот, при избытке спиртовой формы она превращается в эфирную и резервируется в печени.

В организме животных биологическая активность витамина А измеряется интернациональными единицами ИЕ. 1 ИЕ витамина А-спирта равна 0,3 мкг, витамина А-ацетата — 0,34 мкг, а витамина А-пальмитата — 0,55 мкг или же 1 мкг витамина А-спирта равен 3,3 ИЕ, витамина А-ацетата 2,94 и витамина А-пальмитата 1,81 ИЕ.

Многочисленными исследованиями установлено, что ряд растительных продуктов, попадая в организм животных, обладает А-витаминной активностью благодаря присутствию в них желтых пигментов — каротиноидов.

Каротиноиды — это большая группа углеводов, широко распространенная в растительном мире и состоящая из двух классов пигментов: ксантофиллов и каротинов. Первые хорошо растворяются в этиловом спирте, а вторые — в углеводородах. Среди ксантофиллов и каротинов существует целый ряд различных изомеров.

Исследованиями Т. Мура показано, что в организме животных из каротина кормов образуется витамин А и что каротин является его биологическим предшественником. Каротин в растениях всегда находится в смеси с ксантофиллом и хлорофиллом.

Среди ксантофиллов наиболее распространены в растительном мире криптоксантин, астаксантин, зеаксантин и

лютеин. Отдельные из них имеют выраженную А-витаминную активность, но сравнительно низкую.

К группе каротиноидов относится и ликопин. В больших количествах он содержится в томатах, арбузах и персиках. Молекулы каротинов или ксантофиллов, имеющие в своем составе β -йононовые кольца, в тонком отделе кишечника под воздействием фермента диоксигеназы превращаются в витамин А, который всасывается и проявляет биологический эффект.

Из 1 мг β -каротина в организме различных видов животных образуется разное количество витамина А, а именно: крупного рогатого скота — 520 ИЕ, свиней — 500, овец и коз — 470—480 и птицы 1000 — 1500 ИЕ. У поросят-сосунков β -каротин в витамин А не трансформируется и быть его источником не может.

У некоторых видов животных каротиноиды всасываются в кровь в неизменном виде и резервируются в отдельных органах и тканях, а также выделяются в составе продуктов (молоко, яйца и т. д.). Каротиноиды наряду с витамином А есть в организме крупного рогатого скота, птицы и в малых количествах у лошадей, тогда как у свиней, овец и коз они почти отсутствуют.

Возможно, каротин, являясь предшественником витамина А в организме, обладает также самостоятельной физиологической активностью.

Физиологический механизм действия группы веществ, обладающих биологической активностью витамина А, установлен довольно полно. В частности, витамин А принимает участие в синтезе опсина (комплекс витамина А с белком), его недостаток снижает этот синтез и вызывает заболевание, известное под названием куриная слепота. Кроме того, витамин А участвует в процессах клеточного дыхания и при его недостатке наблюдается ороговение эпителиальных клеток, поражающее не только эпидермис, но и эпителиальные клетки, выстилающие такие органы, как легкие, почки, желудок, половые пути.

Внешне А-витаминная недостаточность проявляется у молодняка в виде заболевания органов дыхания, непрекращающихся поносов, вытекании гнойной жидкости из поздрей и слезотечения.

У взрослых животных А-гиповитаминозное состояние в период беременности приводит к рождению нежизнеспособного приплода, а у самцов — к импотенции и дегенерации семенных канальцев семенников.

Витамин D. Эта группа объединяет пять витаминов (D_2 , D_3 , D_4 , D_5 , D_6), из которых важнейшая роль принадлежит эргокальциферолу (D_2) и холекальциферолу (D_3).

Предшественниками для витаминов группы D являются эргостерин (D₂), 7-дегидрохолестерин (D₃), восстановленный эргостерин или 22-дегидроэргостерин (D₄), 7-дегидроситостерин (D₅) и 7-дегидростигмастерин (D₆), которые под воздействием УФ-облучения приобретают биологическую активность. В частности, при облучении животных ультрафиолетовыми лучами в их организме из 7-дегидрохолестерина образуется антирахитическое вещество, которое было названо витамином D₃ (холекальциферолом).

Витамин D, введенный через рот, всасывается в тонком отделе кишечника, а для его всасывания, как и для витамина A, необходима желчь. Попадая через стенку кишечника в лимфатическую систему, он в виде хиломикрон через лимфатический проток попадает в кровь. Тут витамин D связывается с липопротеидами, а далее, попадая в печень, связывается с альбуминами и глобулинами и в их составе сывороткой крови транспортируется к тканям, т. е. к месту реализации своих специфических функций.

Витамин D равномерно распределяется во всех тканях, однако наивысшая его концентрация бывает в костях, печени и слизистой оболочке тонкого отдела кишечника. Находясь в повышенных количествах в мембранах клеточных и субклеточных структур, костей и слизистой оболочке кишечника, витамин D выполняет биологическую функцию, связанную со многими жизненно важными процессами в организме. И в частности, он регулирует кальциево-фосфорный обмен, активизирует переход минеральных веществ из кровяного русла в костную ткань, тем самым способствует костеобразованию, формированию скорлупы яиц у птицы, нормальному развитию эмбрионов.

В последние годы механизм действия витамина D в организме в основном изучен.

Его физиологическое действие тесно связано с обменом кальция и фосфора. Витамин D оказывает действие и на всасывание фосфора, однако это влияние рассматривается как вторичный эффект, связанный с лучшей адсорбцией кальция. Прямое действие витамина D на обмен фосфора связано прежде всего с повышенной реадсорбцией фосфатов в почечных канальцах и снижением его выделения с мочой.

Механизм стимулирующего действия витамина D на отложение или резорбцию кальция в скелете до сих пор остается неясным. Возможно, что витамин D влияет не на сам процесс минерализации, а на процесс образования органического матрикса кости или его подготовку к кальцификации. По данным В. А. Исаева и др. (1974), незначительный дефицит витамина D не вызывающий D-авитаминоза, при-

ведит к существенному изменению состава коллагена костной ткани. Эти изменения происходят даже тогда, когда уровень кальция в крови не изменился. Недостаток витамина D замедляет синтез коллагена и ускоряет переход его растворимых форм в нерастворимые.

Что касается резорбции костной ткани, то этот процесс — результат взаимодействия паратгормона и витамина D. При отсутствии последнего костные резервы не мобилируются под влиянием паратиреоидного гормона, и наоборот, ничтожные дозы витамина восстанавливают чувствительность костной ткани к гормону.

Биологическая активность витамина D измеряется в интернациональных (международных) единицах (ИЕ). При чем одна ИЕ витамина D при переводе в единицы массы равна 0,025 мкг, или же 1 мкг его равен 40 ИЕ.

! В отличие от витамина А, витамин D в организме накапливается в очень незначительном количестве. Поэтому гипо- и авитаминозы развиваются при дефиците витамина или отсутствии солнечного облучения за очень короткий промежуток времени.

Характеризуя физиологическое действие витамина D и признаки его недостаточности, нельзя ограничиваться только нарушениями минерального обмена, процессами минерализации костяка (рахит у молодняка и остеопороз у взрослых животных). Гиповитаминозное состояние ведет к значительным нарушениям и в других звеньях обменных процессов. В частности, с D-витаминной недостаточностью связаны нарушения белкового обмена, тяжелые роды, родильные парезы, рождение слабого приплода, атония преджелудков и др.

Поступление витамина D в организм должно быть постоянным. Это объясняется тем, что 1,25-дигидрооксикальциферол, образованный в почках, затем концентрируется в ядрах клеток кишечного эпителия, где происходит синтез специфического кальцийсвязывающего белка. Срок же жизни слизистых клеток кишечника составляет двое суток. Нарушение в поступлении витамина D может привести к снижению образования кальцийсвязывающего белка и адсорбции кальция.

Витамин Е (токоферол) объединяет группу, состоящую из восьми токоферолов. Токоферол является витамином размножения. Животные организмы и кишечная микрофлора не синтезируют этот витамин. Поэтому он должен обязательно поступать с кормами или комбикормами, которые обогащают препаратами витамина Е. Механизм всасывания этого витамина такой же, как других жирорастворимых витаминов. Степень всасывания зависит как от потребности

организма, так и от его поступления. Депонируется главным образом в печени, жировой ткани, а также в селезенке, легких и сердце. По мере увеличения поступления витамина с кормами содержание его в печени увеличивается. Эфиры токоферола гидролизуются и в лимфу они попадают в свободном виде. Наличие большого количества полиненасыщенных жирных кислот препятствует всасыванию, в результате чего потребность в витамине увеличивается.

Функциональная роль витамина Е в организме многообразна: антиоксидант — предохраняет от окисления легко окисляющиеся вещества, способствует лучшему использованию кислорода тканями в процессе дыхания, способен к окислительно-восстановительным превращениям и принимает участие в процессе окислительного фосфорилирования, метаболизме нуклеиновых кислот, белковом, углеводном и липидном обмене, предупреждает образование в организме ядовитых продуктов, нормализует действие ряда ферментативных систем, регулирует функции эндокринных желез и т. д.

Среди гипотез о механизме биохимического действия токоферолов можно выделить несколько основных. Из первой вытекает, что механизм действия витамина Е основан на его антиоксидантных свойствах (антиоксидантная теория). Вторая — связывала действие токоферолов с их влиянием на биосинтез белков на уровне транскрипции. Третья — предполагает, что токоферолы являются структурными компонентами клеточных мембран и их недостаток приводит к нарушению структуры и проницаемости последних.

При недостаточном поступлении витамина Е с пищей в теле животных накапливаются ядовитые вещества, вызывающие обменные и функциональные нарушения в отдельных тканях и в первую очередь тормозящие деление клеток эмбриона, а также зародышевого эпителия семенников (т. е. клеток, обладающих высокой митотической активностью и одних из наиболее чувствительных к влиянию патологических факторов), что вызывает затем их гибель.

Таким образом, нарушение воспроизводительной способности при Е-витаминной недостаточности нельзя отнести к первичным признакам авитаминоза, оно является результатом ряда изменений, произошедших в организме на уровне клеточного обмена.

Витамин К (филлохинон, менадион). Основное физиологическое действие витаминов группы К связано с участием в сложной ферментативной системе свертывания крови. При этом витамин К непосредственно не входит в систему свертывания крови, а лишь катализирует синтез протромбина в печени — фермента, участвующего в этом процессе. Вита-

мин К содержится почти во всех кормах. Особенно богаты им зеленые части люцерны, капусты, травы, значительно меньше его в зерне злаково-бобовых культур, рыбной муке. Всасывание — активный процесс. Он происходит преимущественно в тощей кишке. Введение желчи повышает усвояемость витамина К (филлохинона) и не оказывает существенного влияния на всасывание витамина К₃ (менадиона). Основная часть введенного витамина депонируется в микросомах печени.

Водорастворимые витамины

Витамин В₁ (тиамин) играет особо важную роль в обмене углеводов, в частности в процессе превращения пировиноградной кислоты в ацетат. При недостаточности тиамина образование фермента (декарбоксилазы) нарушается, прекращается расщепление ацетата, теряется источник энергии и прекращается синтез жирных кислот, а также стероидов. Накопление пировиноградной кислоты вызывает целый ряд патологических нарушений, что особенно отражается на функции центральной и периферической нервной системы, вследствие чего возникают полиневриты. Развитие болезни характеризуется нарушением функции почти всех органов и тканей, наступают морфологические изменения в головном и спинном мозге, скелетных мышцах, миокарде, надпочечниках и поджелудочной железе. Недостаток этого витамина вызывает заболевание, известное под общим названием энцефалопатии и характеризующееся атаксией, потерей равновесия, опистотонусом и сонливостью.

Сходные заболевания могут развиваться не только при недостатке тиамина, но и при использовании в кормлении коров веществ, обладающих антивитаминым действием. Поэтому прежде всего необходимо обратить внимание на содержание в кормовых продуктах фермента тиаминазы, которая широко распространена в тканях как пресноводных, так и морских рыб, а также синтезируется отдельными микроорганизмами, обитающими в кишечнике крупного рогатого скота, лошадей.

К биохимическим тестам, сопутствующим при недостатке витамина В₁, следует прежде всего отнести повышенное выделение с мочой пировиноградной кислоты и накопление ее в крови.

Витамин В₂ (рибофлавин) является важной составной частью флавопротеинов (желтых ферментов). В настоящее время известно около десяти флавопротеинов, функционирующих в животном организме и участвующих в ряде хи-

мических реакций, включающих перенос водорода и играющих важную роль в процессах генерации энергии. Он играет ключевую роль в процессах тканевого дыхания, является составным компонентом ферментов, осуществляющих окислительные процессы практически во всех тканях организма. Необходим для нормального обмена белка, лучшего усвоения и синтеза аминокислот, метаболизма жира.

Витамин В₂ содержится в тех или иных количествах во всех кормах. Особенно богаты им кормовые дрожжи (27 мг/кг), сухое обезжиренное молоко и сухая молочная сыворотка, а также корма животного происхождения. В зерне злаков рибофлавин содержится в незначительном количестве.

Рибофлавин всасывается во всех частях тонкой кишки, затем он поступает с кровью в воротную вену, по которой транспортируется в печень, где поглощается ее клетками.

При недостатке или отсутствии витамина В₂ наблюдается уменьшение количества флавиновых ферментов, что вызывает понижение аппетита, падение живой массы и слабость у взрослых животных, задержку роста у молодняка. Симптомы недостаточности рибофлавина довольно подробно изучены на ряде сельскохозяйственных животных. Причем, как показывают эти исследования, недостаточность рибофлавина может проявляться в нескольких формах, которые соответствуют определенной стадии развития арибофлавиноза.

Начальные стадии характеризуются себорейным дерматитом, более поздние — изменениями органов зрения, кератитами, мышечным ослаблением и отсутствием гибкости задних конечностей и, наконец, синдромом упадка сил (колапс). На протяжении этого периода наблюдаются изменения в картине крови, особенно в соотношении белков.

Витамин В₃ (пантотеновая кислота) свою биологическую активность реализует в форме кофермента А (КоА), который является активной частью многих ферментов, принимающих участие в процессах ацетилирования, окислительном распаде и синтезе жирных кислот, в образовании фосфолипидов, синтезе ацетилхолина, усвоении глюкозы, обмене белка и желчных кислот.

Недостаток пантотеновой кислоты в организме животных в практических условиях может возникнуть при проваривании или автоклавировании кормов, воспалении желудочно-кишечного тракта, печени, а также вследствие недостатка других витаминов группы В (Емелина Н. Т. и др., 1970).

Витамин В₄ (холин) входит в состав обширной группы фосфолипидов и является исходным веществом для синтеза

ацетил-холина метильных групп. Последние необходимы организму для синтеза метионина, креатина, адреналина. Физиологическое значение холина для организма состоит в его липотропном действии. Наряду с другими соединениями предупреждает жировую инфильтрацию печени, участвует в образовании фосфолипидов, ускоряет всасывание жира и является компонентом лецитина, который входит в состав клеток и тканей организма.

Недостаток холина в организме животных тормозит синтез лецитина, что приводит к нарушению процесса выведения из печени жира, его окислению и наступлению жировой инфильтрации этого органа. Экспериментальные исследования показали также большое значение холина в процессе кроветворения (вместе с витамином В₁₂ и фолиевой кислотой). Как один из факторов, регулирующих жировой обмен, холин является антагонистом тиамина: витамин В₁ способствует переходу углеводов в жиры, а холин способствует удалению жира из печени.

Недостаток холина у сельскохозяйственных животных (свиней) вызывает задержку роста, ожирение печени, нарушение координации движения, которое, очевидно, связано с недостаточным накоплением в мозговой ткани животных протеолипидов, в состав которых входит холин.

У кроликов, кроме этих признаков, при недостатке холина может наблюдаться умеренная анемия и мышечная дистрофия, которые несколько отличаются от подобных нарушений при Е-витаминной недостаточности.

Недостаточность холина у крупного рогатого скота наблюдалась лишь у молодняка и то в специфических условиях, когда животным скармливались заменители или специально обработанное молоко. Так, Джонсон (1951) в опытах на телятах, лишенных молозива, наблюдал появление признаков недостаточности холина (слабость, затрудненное дыхание, потеря аппетита), которые развивались уже в первые 7 дней такого кормления.

Витамин В₅ (никотиновая кислота) является составной частью кофермента брожения — кодегидрогеназы I и кодегидрогеназы II, которые в соединении со специфическим к данному субстрату белком (анодегидрогеназой) осуществляют перенос водорода (электрона) от субстрата к коэнзиму флавопротеина и участвует примерно в 150 ферментических реакциях.

Кроме алиментарного обеспечения, организм способен компенсировать дефицит витамина РР путем эндогенного синтеза. Последний проходит двумя путями — с помощью микрофлоры рубца и кишечника, а также за счет биохимического превращения триптофана в никотиновую кислоту,

Витамин В₆ (пиридоксин) в форме пиридоксальфосфата входит в состав многочисленных пиридоксалевых ферментов, контролирующих все важнейшие реакции обмена аминокислот и других азотистых соединений.

Дефицит этого витамина приводит к торможению синтеза белка некоторых гормонов, нарушению минерального обмена. Пиридоксин [принимает участие в обмене жиров, улучшает использование ненасыщенных жирных кислот, оказывает стимулирующее действие на кислотообразующую функцию желудка, способствует развитию естественного иммунитета.

Повышенное содержание триптофана, метионина и цистина в рационе увеличивает потребность в пиридоксине.

Общие признаки гиповитаминоза В₆ следующие: отставание животных (молодняка) в росте, признаки анемии, расстройство движения, появление судорог. Длительная недостаточность этого витамина приводит к патологическим изменениям кожного покрова — выпадению волос, появлению геморрагий, способствует жировой инфильтрации печени и поражению нервной ткани.

При недостаточности пиридоксина нарушается также синтез витамина В₃, а при длительном дефиците снижается содержание и витамина В₁₂ в организме. Витамин В₆ или его активная форма также необходимы для синтеза жиров, обмена серы (образования цистеина), синтеза порфиринов (простетической группы гемоглобина), обмена креатинина. В₆-авитаминоз отрицательно влияет на образование некоторых гормонов и минеральный обмен, в частности натрия.

Пиридоксальфосфат в качестве кофермента фосфоорилазы участвует также в расщеплении гликогена в мышцах.

Витамин В₁₂ (кобаламин) принимает участие в процессах метилирования, в частности в эндогенном синтезе метионина из гомоцистеина. На дефицитных по метионину рационах гомоцистеин стимулирует рост цыплят лишь в присутствии фолиевой кислоты и витамина В₁₂. Более отчетливые данные о взаимозаменяемости витамина В₁₂ и метионина, получены на клетках бактерий. Дефицитный в отношении витамина В₁₂ штамм *Escherichia coli* может расти на простой глюкозо-солевой среде с метионином так же хорошо, как и с витамином В₁₂.

Клетки *E. coli*, дефицитные по витамину В₁₂ и помещенные на глюкозную среду с гомоцистином и серином, образовывали метионин только в присутствии витамина В₁₂. Цианкобаламин имеет отношение к общему анаболизму и катаболизму аминокислот, под его влиянием снижается уровень аминного азота и аминокислот в крови за счет более интенсивного их включения в синтетические процессы, сгла-

живается дисбаланс аминокислот, осуществляемый усилением процесса диссимилиации избытка ряда аминокислот на стадии превращения метилмалоновой кислоты в янтарную.

Добавки витамина В₁₂ особенно эффективны на фоне растительных рационов с пониженным содержанием метионина. При достаточном содержании цианкобаламина в кормах снижается потребность свиней в холине и смягчается неблагоприятное влияние избытка никотиновой кислоты на организм. Кроме того, цианкобаламин повышает ферментную деятельность пищеварительных желез желудка, кишечника, печени и поджелудочной железы, стимулирует развитие полезной микрофлоры желудочно-кишечного тракта. Оказывает влияние на использование углеводов, снижает содержание жира в печени и улучшает ее метилирующую функцию, повышает усвоение каротина и отложение витамина А в организме, стимулирует превращение фолиевой кислоты в ее активную форму и в то же время усугубляет недостаточность витамина В₃. Длительный дефицит тиамина, рибофлавина и пиридоксина снижает концентрацию витамина В₁₂ в сыворотке крови, а недостаточность пантотеновой кислоты повышает содержание витамина В₁₂ в печени (Труфанов А., 1972). Цианкобаламин предупреждает симптомы недостаточности биотина, а витамин С от разрушения. Общеизвестна тесная взаимосвязь между витамином В₁₂ и кобальтом, наличие последнего необходимо для эндогенного синтеза витамина.

При недостатке витамина В₁₂ у животных нарушается белковый, углеводный и жировой обмен, воспроизводительная способность, развивается гипопластическая анемия, расстройство функций желудочно-кишечного тракта и кроветворных органов, снижается естественная резистентность организма.

Витамин В₉ (фолиевая кислота). В восстановленной форме (тетрагидрофолиевая кислота) играет существенную роль в межклеточном обмене соединений, которые содержат один атом углерода и образуются в процессе распада веществ (Хеннинг А.).

Она входит в состав ферментов, участвующих в синтезе таких аминокислот как метионин, гистидин и серин, холин, а также структурных компонентов нуклеиновых кислот (тимина, аденина, гуанина). [Важную роль фолиевая кислота играет в процессах регуляции кроветворения] и как липотропного фактора, предупреждающего жировую инфильтрацию печени, особенно при избытке никотиновой кислоты в рационе. По физиологическому действию фолиевая кислота тесно связана с парааминобензойной, а также с витамином В₁₂ и холином, а поэтому недостаточность фолиевой

кислоты часто сопровождается симптомами, характерными при дефиците этих витаминов.

Недостаточность фолиевой кислоты вызывает глубокие нарушения в обмене витамина С и понижает уровень его во всех органах. Беременность вызывает резкое снижение уровня витамина В_с в сыворотке крови матери, в этом случае потребность в фолиевой кислоте резко возрастает. Низкое содержание белка в рационе усиливает недостаточность фолиевой кислоты и ускоряет ее проявление.

Витамин Н (биотин) является производным мочевины, содержащим серу. Участвует в нервно-трофических процессах, при окислении пировиноградной кислоты, в жировом обмене.

При недостатке биотина происходит торможение процесса карбоксилирования, прежде всего синтеза жирных кислот.

Витамин С (аскорбиновая кислота) принимает участие в важнейших биологических процессах организма (клеточном дыхании и окислении, стимулирует синтез стероидных гормонов в коре надпочечников, улучшает всасывание железа, влияет на обмен серы и др.). Витамин С оказывает сильное антиоксидантное действие, ослабляет или полностью снимает отрицательное влияние стресса на продуктивность. Установлено положительное влияние аскорбиновой кислоты на кроветворные и иммунобиологические процессы в организме. Весьма важная роль принадлежит витамину С в процессах образования коллагена.

Практически все животные способны синтезировать витамин С, однако интенсивность такого синтеза у них неодинакова.

Витамин С в значительном количестве содержится в капусте и зеленой части других растений. В зерне имеются следы этого витамина.

ВИТАМИННОЕ ПИТАНИЕ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Особенности витаминного питания жвачных

Потребность в витаминах и характер их обмена в организме определяется биологическими особенностями этого вида животных.

Наличие интенсивного бактериального синтеза в развитом рубце жвачных при сбалансированном кормлении позволяет практически полностью удовлетворить их потребность в витаминах группы В и К. Способность рубцовой микрофлоры к синтезу водорастворимых витаминов, а также качественная и количественная характеристика этого синтеза нашли отражение во многих экспериментальных исследованиях, проведенных отечественными и зарубежными учеными на протяжении последних 45—50 лет.

В современных условиях проблема В-витаминного питания крупного рогатого скота решается в направлении более глубокого изучения микрофлоры рубца, факторов, определяющих количественные и качественные стороны бактериального синтеза с тем, чтобы в последующем научиться управлять этим сложным процессом. В свою очередь это затрагивает вопросы структуры рационов, специфического действия отдельных кормов, использования азотистых и минеральных веществ, ферментов, кормовых препаратов, антибиотиков и других биологически активных веществ.

Не менее интенсивно проходит эндогенный биосинтез аскорбиновой кислоты: при полном ее отсутствии в рационе, а тем более, что она практически полностью разрушается (используется бактериями) в рубце, коровы в среднем выделяют до 1000 мг витамина С за сутки, в том числе 28 % с молоком, 70 % — с калом и 1,5—2 % с мочой (Вальдман А., 1951). Это дает возможность заключить, что крупный рогатый скот не нуждается в поступлении витамина С с кормом, а положительный эффект, полученный в отдельных экспериментах, от его использования в кормлении молодняка и взрослых животных, очевидно, связан со стимулирующим действием аскорбиновой кислоты на отдельные расы рубцовой микрофлоры. По-видимому, аскорбиновая кислота, попадая в рубец, контролирует гидролитические энзимы, регулирует окислительно-восстановительные системы, стимулирует процессы биосинтеза белка, подавляет рост патогенных микроорганизмов и способствует развитию отдельных видов рубцовой микрофлоры, использующих в своем метаболизме витамин С. В частности, известно, что аскорбиновая кислота может выступать в роли частичного заменителя фактора роста для *Lactobacillus casei* (Курилов Н. В., 1971).

Жвачные, как и другие виды сельскохозяйственных животных, при достаточной инсоляции (ультрафиолетовом облучении) способны к синтезу витамина D. Однако в условиях интенсивного ведения отрасли и высокой продуктивности животных витамин D следует отнести к лимитирующим факторам питания.

Таким образом, жвачные в силу биологических и физиологических особенностей нуждаются в поступлении с кормом витаминов А, Е, D и лишь в раннем возрасте или в особых кормовых условиях — в витаминах группы В.

В силу этих же биологических особенностей нормы скармливания жирорастворимых витаминов и их соотношение в рационах крупного рогатого скота существенно отличаются от таковых для других видов сельскохозяйственных животных.

Потребности в витамине А и особенности его обмена

Основным источником витамина А для крупного рогатого скота является каротин растительных кормов. До недавнего времени считалось, что физиологическое действие каротина обусловлено его превращением в организме в витамин А. Однако работы последних лет свидетельствуют, что каротин для крупного рогатого скота — это не только источник витамина А, но и вещество, обладающее вполне самостоятельной биологической активностью. В связи с этим, рассматривая проблему А-витаминного питания крупного рогатого скота, следует прежде всего остановиться на особенностях обмена каротина и его физиологической роли.

Обмен каротина. Крупный рогатый скот относится к группе животных, накапливающих каротин. Как показывают исследования, степень всасывания каротина у коров, или его видимая «переваримость» находится в пределах 50 % с широким отклонением в ту или иную сторону в зависимости от состава рациона, особенностей источников каротина, физиологического состояния животных.

В наших опытах, проведенных на красной степной и черно-пестрой породах крупного рогатого скота, степень «усвоения» каротина была в пределах 66—70 % для среднепродуктивных коров и 85—87 % для высокопродуктивных.

С повышением норм скармливания каротина наблюдается явная тенденция к снижению его видимого усвоения в кишечном тракте животного. Так, в исследованиях А. И. Ирванца (1955) увеличение суточного потребления каротина от 195 до 1435 мг снижало видимое усвоение провитамина от 13,2 до 0,4 %. Аналогичные результаты получены в опытах В. Ю. Вудмаска (1973): при увеличении уровня каротина в рационе дойных коров от 348 до 700 мг видимое усвоение каротина снижалось от 9,4 до 6,1 %.

Степень всасывания каротина во многом определяется характером обработки корма и условиями его хранения, что в свою очередь связано с различным воздействием техно-

логических приемов на разрушение существующего в растительных источниках белково-каротинового комплекса или на процесс изомеризации каротина. Однако, разницу в видимом усвоении и биологической активности каротина отдельных растительных источников, достигающую 50 % и более, трудно связать только с влиянием технологических приемов обработки корма или процессами стереоизомеризации каротина.

В значительной мере это может быть объяснено как характеристикой самого источника каротина, так и других задаваемых кормов. В частности, к факторам, влияющим на усвоение каротина в пищеварительном тракте животных, следует отнести: содержание в рационе легкоусвояемого жира; наличие антиоксидантов, особенно токоферола, находящегося в умеренных количествах; небольшие дозы лютеина, а также достаточное количество протеина.

Наличие в корме жиров является необходимым фактором усвоения каротина. Причем здесь имеет значение не только уровень, но и качественный состав жиров, их влияние на желчевыделительную функцию печени и степень всасывания в пищеварительном тракте.

Обработка экспериментального материала показала, что при сложившемся типе кормления молочного скота (широкое использование кукурузного силоса) лимитирующим фактором в усвоении каротина корма служит содержание переваримого жира в рационе. В среднем, по нашим данным, на 1 г переваримого жира рациона усваивается 1,26 мг каротина, коэффициент корреляции между этими показателями r равен 0,889 (при высокой степени достоверности $P=0,999$). Уравнение регрессии, выражающее зависимость усвоения каротина от наличия переваримого жира в рационе, имеет следующий вид:

$$y=66+0,95 x,$$

где y — содержание каротина, мг;

x — содержание переваримого жира в рационе, г;

Между количеством усвоенного каротина и содержанием в рационе сырого жира существует зависимость, выражающаяся следующим уравнением регрессии:

$$y=1,10 x-58,$$

где y — содержание усвоенного каротина, мг;

x — содержание сырого жира в рационе, г.

Влияние жиров на всасывание каротина связано также с наличием в них веществ, разрушающих или, наоборот, предохраняющих каротин от разрушения. К факторам,

способствующим сохранению каротина, следует отнести токоферолы и липоевую кислоту, ксантофилл и лютеин. В последние 15—20 лет широкое применение находят синтетические антиоксиданты, проявляющие каротинстабилизирующее действие не только при хранении кормов, но и в преджелудках жвачных, тем самым существенно повышающие использование каротина (Двинская Л. М., 1969).

Влияние белков на видимое усвоение каротина объясняется возникновением в пищеварительном тракте животных адсорбционных связей между этими соединениями, в результате чего каротин становится более устойчивым в отношении электролитов, высаливается и пептизируется совместно с белком, приобретает в электролитическом поле высокую подвижность, равную подвижности присутствующего в растворе белка (Троицкий Г. В., 1964; Труфанов А. В., 1959; Леутский К. М., 1964).

Характер влияния перечисленных факторов на видимое усвоение каротина полностью подтверждается исследованиями, проведенными на крупном рогатом скоте. Так, оптимизация структуры рационов, нормализация азотного и углеводно-жирового обмена, обеспечение животных минеральными веществами и витаминами позволяет повысить «видимое» усвоение каротина почти вдвое.

В то же время на показатель «видимого» усвоения каротина существенно влияет уровень запасов витамина А в организме, генетически обусловленная активность гормональной системы и другие моменты, определяющие характер и интенсивность обменных процессов. В ряде экспериментальных работ, проведенных на жвачных, демонстрировалось выделение каротина в количествах, преобладающих над его поступлением с кормом. Такое явление связывают с возможностью значительного эндогенного выделения каротина через стенки кишечника в его полость (Вальдман А. Р., 1956) или с его микробиальным синтезом (Пивняк И. Г., Лаврентьева Л. И., 1974). Однако имеющиеся экспериментальные данные пока не позволяют сделать окончательный вывод о природе данного явления и не могут ставить под сомнение правомерность использования показателя усвояемости каротина как одного из критериев его биологической активности.

Содержание каротина в крови. Крупный рогатый скот обладает уникальной способностью к накоплению значительных количеств каротина в крови.

Концентрация его в плазме крови изменяется в широких пределах в зависимости от обеспеченности рациона, условий кормления, сезона года, породных, возрастных,

физиологических и индивидуальных особенностей животных. Обобщение обширных экспериментальных данных позволяет воспроизвести довольно четкую картину зависимости уровня каротина в плазме крови от его содержания в рационе:

| Содержание в рационе, мг | Концентрация в плазме кро- ви, мкг % |
|-----------------------------|--|
| 217—527 | 204—527 |
| 528—838 | 225—810 |
| 839—1770 | 960—2250 |

Очевидно, содержание каротина в плазме крови на уровне 1100—2250 мкг% является максимальным и наблюдается лишь в условиях чрезмерно высокого обеспечения рационов каротином, в частности при содержании животных на высокоурожайных культурных пастбищах. В обычных условиях кормления, характерных для Украины, концентрация каротина в плазме крови составляет 200—250 мкг% в зимний период и 600—800 мкг% — в летний. По данным ряда авторов, при низком обеспечении животных каротином его содержание в плазме крови уже через 25—30 дней снижается до 20—18 мкг%. В наших же исследованиях, проведенных на взрослых нелактующих коровах черно-пестрой породы, даже после двухмесячного их выдерживания на бескаротинной диете не удалось снизить концентрации каротина в плазме крови менее 30 мкг%, хотя в этот период у животных уже отмечались внешние признаки А-авитаминоза.

Между концентрацией каротина в плазме крови и логарифмом его суточного потребления на единицу живой массы существует линейная зависимость. В то же время между видимым усвоением каротина, выраженным в абсолютных величинах и концентрацией каротина в плазме крови существует более тесная прямолинейная зависимость, чем между уровнем потребления и его концентрацией в плазме крови. Определенное влияние на концентрацию каротина в плазме крови оказывает предшествующая обеспеченность животных витамином А и уровень его запасов в печени. Эта зависимость может быть выражена таким уравнением:

$$y = 513 + 0,808(x - 646),$$

где y — уровень витамина А в печени,

x — концентрация каротина в плазме крови (Хенниг А., 1976).

Более интенсивное увеличение концентрации каротина в крови под воздействием повышенного его потребления

происходит у животных с истощенными запасами витамина А. В практике это явление встречается в весенний период при переводе животных на зеленые корма или пастбище. По мере насыщения организма каротином и при последующем высоком его потреблении увеличение концентрации каротина в крови может не происходить. Очевидно, максимальный его уровень в крови обусловлен генетическими факторами. Об этом свидетельствуют значительные межпородные различия в содержании каротина в крови крупного рогатого скота: более высоким значением этого показателя отличаются жидкомолочные породы скота.

Заметное влияние на содержание каротина в плазме крови оказывает возраст животных. Причем между этими показателями существует тесная прямая корреляция, которая объясняется, с одной стороны, возрастным снижением интенсивности превращения каротина в витамин А и, с другой, накоплением каротина в организме животного, особенно во внутреннем жире.

Многими исследователями отмечается резкое снижение уровня каротина в плазме крови в предродовой период и непосредственно после отела. При этом снижение наблюдается даже в условиях достаточной или высокой обеспеченности животных каротином и связывается с перестройкой организма, направленной на мобилизацию внутренних резервов для синтеза молозива.

Таким образом, концентрация каротина в плазме крови зависит не только от уровня его поступления с кормом, но и от генетических и физиологических особенностей животных. В связи с этим данный показатель еще не может служить объективным критерием обеспеченности животных витамином А. В практике нередки случаи проявления признаков А-авитаминоза при достаточно высоком уровне каротина в крови, и, наоборот, нормальное состояние А-витаминного обмена при критически низком содержании каротина в крови. Причем последнее чаще всего встречается при регулярном скармливании животным высоких доз препарата витамина А.

Содержание каротина в печени — один из объективных показателей обеспеченности им животных.

Запасы каротина в печени определяются его уровнем в рационе, бесперебойностью обеспечения животных витамином на протяжении всего года, способностью организма трансформировать каротин в витамин. Обобщение сравнительно большого количества экспериментальных данных позволяет вывести четкую зависимость между потреблением каротина и его отложением в печени. Так,

увеличение потребления каротина от 44—53 до 97 мкг на килограмм живой массы повышает концентрацию каротина в печени бычков от 70 до 120 мкг%.

Включение в рацион животных зеленых кормов повышает концентрацию каротина в печени до 151 мкг%, а при использовании высококачественного сена этот показатель повышается до 663 мкг%. В условиях дефицитного кормления концентрация каротина в печени снижается до 41 мкг% и ниже.

Существенное влияние на концентрацию каротина в печени оказывает возраст животных: в печени новорожденных телят его следы в последующем, после скармливания молозива, уровень провитамина повышается до 8—26 мкг%; в возрасте одного — двух лет концентрация каротина в печени бычков и телок достигает 806 — 837 мкг%.

У взрослых животных содержание каротина в печени во много раз выше, чем у молодняка. При этом отмечают широкие колебания в зависимости от условий кормления и физиологического состояния животных.

Возрастные изменения концентрации каротина в печени животных, очевидно, связаны со снижением степени его трансформации в витамин А. Возможно, с этим связаны и сезонные колебания концентрации каротина в печени: Ралстон (1959) наблюдал максимальное значение этого показателя в весенний период, т. е. когда запасы витамина А в организме истощаются, а интенсивность превращения каротина в витамин А резко снижается или полностью нарушается.

У животных с истощенными запасами витамина А уровень каротина в печени низкий, но он в 1,5—2 раза выше концентрации витамина А. В нормальных условиях кормления концентрация витамина А во много раз превышает уровень каротина в печени.

Факторы кормления, способствующие утилизации каротина корма и его трансформации в витамин А, оказывают влияние на отложение каротина в печени. Скармливание препарата витамина А снижает его уровень в крови и повышает в печени.

В этом отношении особый интерес представляет наблюдавшееся нами явление роста концентрации каротина в печени и его относительно стабильный уровень в крови при включении в бескаротинные рационы повышенных доз препарата витамина А. При этом отмечалось довольно стабильное соотношение концентрации каротина и витамина А в печени подопытных животных независимо от того, удовлетворялась потребность за счет источника каротина

или витамина А. Источником повышения концентрации каротина в печени в условиях бескаротинного кормления может быть только его перемещение из других органов и тканей. В наших исследованиях таким источником послужили запасы каротина в большом и малом сальнике. Кроме того, таким источником может служить кровь, если запасы каротина в ней достаточно высокие. Следовательно, в организме может существовать механизм, контролирующийся в определенных пределах постоянство соотношения каротина и витамина А в печени. А если это так, то вполне объяснимо часто наблюдаемое многими исследователями явление резкого падения уровня каротина в крови при использовании в кормлении животных препарата витамина А: последний депонируется в печени в количествах, пропорциональных поступающему витамину А.

Содержание каротина во внутреннем жире. При обильном обеспечении крупного рогатого скота каротином значительное его количество может аккумулироваться во внутреннем и подкожном жире.

По данным А. Р. Вальдмана (1957), в 1 кг подкожного жира коров содержится до 4000 ИЕ (300—350 мкг%) каротина.

Отложение больших запасов каротина позволяет крупному рогатому скоту длительное время (до 75 и более дней) существовать на дефицитном по каротину рационе и продуцировать молоко со стабильным содержанием витамина А.

На основании экспериментальных данных Сесан Р. (1943) пришел к выводу, что при незначительном поступлении в организм каротина жировое депо, по всей вероятности, является источником этого пигмента. Это заключение нашло подтверждение в наших исследованиях лишь частично: анализ внутреннего жира на содержание каротина и витамина А показал, что каротин действительно откладывается в жире в больших количествах, однако при сбалансированном, но дефицитном по каротину рационе он в А-витаминном обмене участия не принимает. Последнее подтверждается тем, что животные при длительном их содержании на сбалансированной бескаротинной диете и проявлении внешних признаков А-авитаминоза обладали значительными запасами каротина в жировом депо (табл. 1).

И лишь включение в такие рационы препарата витамина А вызвало интенсивное извлечение каротина из жира и его перемещение в печень. Об этом свидетельствует уменьшение массы внутреннего жира от 26 кг в контроле до 13 кг у животных, получавших препарат витамина А,

1 Содержание каротина в жировом депо коров в зависимости от условий их кормления

| Источник витамина А и каротина в рационе | За период опыта поступило с кормами витамина А и каротина, млн. ИЕ | Масса внутреннего жира, кг | Содержание каротина | |
|---|--|----------------------------|---------------------|------------------------|
| | | | мг% | в общем количестве, мг |
| Бескаротинная диета | — | 26 | 229 | 69,6 |
| Бескаротинная диета + препарат витамина А | 4 | 13 | 192 | 26,9 |
| Силос кукурузный | 3,85 | 25 | 167 | 42,2 |

снижение концентрации каротина в жире от 229 до 192 мкг% и валового содержания от 69,6 до 26,9 мг.

Содержание каротина в молоке, как и в крови этот показатель зависит прежде всего от условий кормления животных. Однако здесь в значительно большей степени, чем в других проявляется влияние генетических и физиологических факторов, так как каротин, используемый на молоко, является продуктом, усвоенным и прошедшим через организм животного.

Многие исследователи в качестве показателя эффективности использования каротина рациона применяют процентное отношение суммарного выделения каротина и витамина А с молоком, выраженного в интернациональных единицах, к суточному потреблению каротина, также выраженного в интернациональных единицах. Степень использования каротина рациона на синтез молока при такой методике расчета находится в пределах 0,8—3%. Однако этот показатель довольно условный и не всегда дает объективное представление об эффективности использования скармливаемого источника каротина, так как не всегда возможно точное выражение весовых единиц каротина в биологические и, кроме того, на этот показатель в значительной мере влияет суточная продуктивность животных и уровень запаса витамина А в организме. То есть, данный показатель в большей мере характеризует состояние А-витаминного обмена в организме, чем биологическую ценность используемого источника каротина. Более точное представление о степени использования каротина рациона на синтез молока дает отношение выделенного каротина с молоком (в весовых единицах) к потребленному. Этот показатель имеет сравнительно широкий размах колебания от 1,94 до 11,73%, что связано как с уровнем продук-

тивности животных, так и концентрацией каротина в молоке.

Обобщение экспериментальных данных свидетельствует о значительных колебаниях концентрации каротина в молоке: от 3,3—5,8 мкг% до 86,5—192 мкг%. Причем здесь не наблюдается такой четкой зависимости концентрации каротина в молоке от уровня его потребления, как в отношении этого показателя в крови.

Не во всех случаях увеличение уровня каротина в рационе обеспечивает быстрое повышение и эквивалентное содержание каротина в молоке. И наоборот, животные на протяжении определенного промежутка времени способны синтезировать молоко с достаточно высоким уровнем каротина при исключении последнего из рациона. В условиях несбалансированного кормления, особенно при нарушении сахаро-протеинового отношения в рационе, уровень каротина в молоке остается низким даже при избыточном его поступлении с кормом (Емелина Н. Т., 1973; Петухова Е. А., 1976).

Нормализация кормления животных обеспечивает более линейное увеличение концентрации каротина в молоке, но до определенного предела, обусловленного генетическими факторами. Животные отдельных пород в одинаковых условиях кормления продуцируют молоко с различной концентрацией каротина и соотношением каротин : витамин А. Породы крупного рогатого скота, которым присуща более высокая жирномолочность, отличаются и более высокой концентрацией каротина в молоке и молочном жире. Например, молочный жир гернзейской породы содержит почти в три раза больше каротина, чем молочный жир коров голштинской породы, а концентрация каротина в молочном жире животных джерсейской породы более, чем в два раза выше, чем у коров остфризской (Ездакова О. А., 1957).

У животных отечественных пород таких значительных различий в концентрации каротина в молоке и молочном жире не наблюдалось (Левинсон Ф. Е., 1961). Возможно, это связано с отсутствием у нас резко отличающихся пород по содержанию жира в молоке. Кроме того, значительное влияние оказывают условия кормления, в которых проводилось породоиспытание.

П. В. Полетаев (1972) отмечает, что различия в составе молока и молочной продуктивности между жирномолочными и жидкомолочными породами, а также отдельными животными внутри одной породы, проявляются только в условиях высокого уровня кормления. При пониженном уровне кормления у жирномолочных коров процент жира

в молоке снижается, а у жидкомолочных — несколько повышается. Очевидно, эта особенность имеет отношение и к накоплению каротина и витамина А в молоке, так как содержание последних находится в тесной коррелятивной связи с содержанием молочного жира.

В опытах Ф. Е. Левинсона (1961), где сравнивались животные холмогорской, красной шведской, черно-пестрой, швицкой и остфризской пород, некоторые породные различия в содержании каротина в молоке наблюдались только во второй половине летнего периода, при достаточно высоком уровне кормления, избыточном поступлении каротина и полном насыщении им организма. Значительно большее влияние, чем породная принадлежность, на содержание каротина в молоке оказывают стадия лактации и возраст животных. Наибольшее содержание каротина наблюдается в первом молозиве, в дальнейшем его уровень быстро снижается и минимальная концентрация каротина отмечается в конце лактации. Молодые животные продуцируют молоко с более низким содержанием каротина, чем старые. Это, очевидно, связано с тем, что с возрастом у животных увеличивается отложение каротина в организме и значительно снижается интенсивность его превращения в витамин А.

Интенсивность превращения каротина в витамин А и факторы, ее определяющие

Ферментные системы организма крупного рогатого скота обладают сравнительно низкой способностью превращать каротин в витамин А. В связи с этим в основу эталона для крупного рогатого скота взяты коэффициенты, определяющие степень превращения (трансформации) каротина в витамин А в размерах 1/4 степени трансформации у крыс, то есть в опытах на лабораторных животных — 1 мг β-каротина по биологическому действию эквивалентен 1667 ИЕ витамина А, а для крупного рогатого скота этот эквивалент равен 400 ИЕ с широкими отклонениями в ту или иную сторону (от 270 ИЕ для каротина кукурузного силоса до 700—950 ИЕ для люцерновой резки искусственной сушки). С повышением уровня каротина в рационе биологический эквивалент его резко снижается. Так, в серии опытов по установлению биологического эквивалента каротина люцерновой резки последовательное повышение обеспеченности животных каротином от 288 мкг на 1 кг живой массы до 450, 708 и 936 мкг вызывало снижение биологического эквивалента 1 мг каротина от 980

до 838, 723 и 439 ИЕ соответственно. Снижение биологического потенциала каротина при повышенном его поступлении в рационе связано с ухудшением его всасывания в кишечнике и снижением интенсивности превращения в витамин А.

Объективным показателем биологического потенциала каротина (как источника витамина А) служит его концентрация и соотношение с витамином А в крови, внутренних органах, молоке.

Содержание витамина А в плазме или сыворотке крови — более стабильный показатель, чем концентрация каротина. Это объясняется тем, что уровень витамина контролируется соответствующими биологическими механизмами и определяется его запасами в печени, интенсивностью обменных процессов и физиологическим состоянием животных.

Нормальный уровень витамина А в плазме крови животных находится в пределах 20—80 мкг% в зависимости от сезона года, условий кормления и содержания, возраста, пола, породных, продуктивных и физиологических особенностей.

В отдельных работах последних лет появились данные о том, что концентрация витамина А в сыворотке крови крупного рогатого скота, особенно лактирующих коров, может достигать 150—180 мкг% и более. В частности, такой уровень был отмечен Н. Т. Емелиной в сыворотке крови высокопродуктивных коров в пастбищный период при содержании в рационе 1400—2200 мг каротина.

Критически низкий уровень витамина А в сыворотке крови находится в пределах 14 мкг%, а при длительном содержании на бескаротинной диете он снижается до 8 мкг%. Снижение уровня витамина А до 4 мкг% свидетельствует о почти полном истощении запасов витамина А в печени и предшествует появлению внешних признаков А-авитаминоза. В наших исследованиях снижения уровня витамина А до 4—5 мкг% удалось достичь после двухмесячного содержания животных на сбалансированной, но дефицитной по каротину диете (табл. 2).

Динамика сезонных колебаний витамина А в крови характеризуется высоким его содержанием в конце летнего периода (35—50 мкг% и выше) и низким весной (15—18 мкг%). При этом соотношение витамин А:каротин характеризуется сравнительно стабильным показателем, равным 0,08—0,09.

В отличие от типичных сезонных колебаний в концентрации витамина А в крови (высокая во второй половине лета, низкая — весной) отдельные исследователи наблю-

2. Динамика содержания витамина А и каротина в плазме крови не-лактующих коров при бескаротинном кормлении

| Дата взятия проб крови | Содержание, мкг% | | Отношение витамина А: каротин |
|------------------------|------------------|----------|-------------------------------------|
| | витамина А | каротина | |
| 13.IV (начало опыта) | 18±4,7 | 96,1±6 | 0,18 |
| 19.IV | 14,7±2 | 59±6 | 0,24 |
| 5.V | 13,4±2 | 37,8±5 | 0,33 |
| 28.V | 5±0,9 | 35±7 | 0,14 |
| 5.VI | 4,6±0,8 | 31±2,8 | 0,14 |

дали снижение уровня витамина А в крови в осенний период, что связано со специфическими условиями кормления. Так, круглогодное содержание животных на консервированных кормах (силос, сенаж, сено, комбикорм), осуществляемое в опытном хозяйстве «Кутузовка», коренным образом изменило характер сезонных колебаний в содержании витамина А в крови: максимальная концентрация (до 60 мкг %) отмечалась весной и минимальная — во второй половине летнего периода (до 30—37 мкг%). Соответственно и наиболее высокое соотношение витамин А : каротин, равное 0,12—0,18, отмечалось в весенний период, несколько меньше — осенью (0,10) и минимальное летом (0,05—0,08).

В других случаях, описанных в специальной литературе, снижение уровня витамина А в крови при избыточном поступлении каротина с зелеными кормами, очевидно, связано прежде всего с несбалансированностью летних рационов по основным питательным веществам. Например, в опытах М. А. Байтурина, проведенных на коровах алатауской породы, при поступлении с кормом 1760 мг каротина на голову в сутки и его содержании в крови более 1000 мкг % концентрация витамина А была на уровне 21,8 мкг %, т. е. соотношение витамина А : каротин было в пределах 0,01, что свидетельствует об очень низкой степени трансформации каротина в витамин. Такое явление некоторые исследователи связывают с недостаточной обеспеченностью рационов легкорастворимыми углеводами и нарушением углеводно-жирового обмена (Емелина Н. Т., 1960).

Существенное влияние на уровень витамина А в крови оказывает физиологическое состояние и возраст животных. Многие исследователи отмечали резкое падение уровня витамина А в крови в предродовой период, что связывалось с гормональной перестройкой и мобилизацией запасов ор-

ганизма на синтез молока. Использование высоких доз витамина А (до 200—250 тыс. ИЕ, включая каротин рациона) несколько сглаживает эти колебания и повышает содержание его в крови от 15,6 до 52,7 мкг %.

Если проследить возрастную динамику содержания витамина А в крови, то можно отметить такую закономерность: минимальный уровень витамина А отмечается у телят молочного периода — 8—11,6 мкг %, максимальный — у животных 1—2-й лактации с последующим значительным снижением к 5—6-й лактациям и старше (Гусак Я. С., 1968).

Содержание витамина А в печени и других внутренних органах. Витамин А в основном депонируется в печени (до 95 % всех запасов в организме), почках, внутреннем жире и в минимальном количестве — в мышцах. Его концентрация в печени крупного рогатого скота изменяется в широких пределах (10—1500 и более мкг %) и зависит прежде всего от условий кормления, возраста, пола, сезона года, физиологического состояния и уровня продуктивности.

Минимальная концентрация витамина А отмечается в печени новорожденных телят до первого кормления 1—2 мкг % с повышением этого показателя в первые месяцы их жизни до 31—1830 мкг % и максимальная концентрация 6300—27400 мкг % — у откормочных бычков при содержании их на пастбищах или рационах с высоким удельным весом сена.

У лактирующих коров концентрация витамина А в печени находится в пределах 1400—1500 мкг % в зимний период и 2000—2660 мкг % — в летний.

При высоких суточных дачах каротина или обогащении рационов витаминными препаратами концентрация витамина А в печени лактирующих коров может достигать 4000—15000 мкг %.

В литературе встречаются сведения о более высоких концентрациях витамина в печени коров.

Критический уровень витамина А в печени коров находится в пределах 780 мкг %. При этом проявляются внешние признаки А-авитаминоза: преждевременные отелы, низкая продуктивность, рождение слабых телят.

Для молодняка крупного рогатого скота критический уровень витамина А в печени значительно ниже и находится в пределах 41 мкг %, при этом в крови его содержится до 10 мкг %.

Снижение уровня витамина А в печени в условиях дефицитного кормления происходит неравномерно: начальный период характеризуется быстрым снижением концент-

рации витамина, но затем, по мере истощения запасов витамина А, темпы падения концентрации снижаются.

Организм животных обладает способностью восстанавливать запасы витамина А в печени. Так, в исследованиях Н. Т. Емелиной при содержании телочек на зеленых кормах (600—700 мг каротина на голову в сутки) концентрация витамина А в печени удваивается уже на третий—четвертый день такого кормления (от 1360 до 2150 мкг %), а к 40—50-му дню достигает соответственно 5460—6230 мкг %.

Способность к адсорбции больших количеств витамина А в относительно короткий промежуток времени позволяет использовать однократные или периодически вводимые дозы витамина А для быстрого восстановления запасов витамина в организме. Так, внутрирубцовое введение 1, 2, 3 и 4 млн. ИЕ витамина А-пальметата вызывает повышение содержания витамина А в печени, сохраняющееся на протяжении 28 дней. При этом в печени откладывается 10—15 % введенного витамина А.

В последние годы в животноводческой практике, особенно в условиях крупных молочных комплексов и ферм, широко используют введение витамина А — однократное или периодическое с интервалом в 10, 15 или 30 дней. Это способствует нормализации А-витаминного обмена и общего обмена веществ, повышению продуктивности и воспроизводительной способности животных.

Однако однократное или периодическое введение витамина А дает высокий эффект лишь в том случае, когда в организме еще не произошли сдвиги в А-витаминном обмене. В частности, в наших опытах четырехкратное внутрирубцовое введение препарата витамина А по 1 млн. ИЕ (с интервалом 7 дней) животным, находившимся длительное время на бескаротинной диете, повысило содержание витамина А в печени от 455 до 1778 мкг %, или только в 3,9 раза. При этом степень отложения витамина А в печени была в пределах 7,2 %. В этом случае, очевидно, более эффективным было бы регулярное (ежедневное) использование высоких доз витамина.

В отличие от печени, концентрация витамина А в почках относительно стабильна. В наших исследованиях, проведенных в различные периоды года и на различных рационах, содержание витамина А в почках коров изменялось в пределах от 123 до 345 мкг %, в то время как в печени этот показатель колебался от 455 до 6560 мкг %. Значительное влияние на содержание витамина А в почках оказывает сезон года: нами было зафиксировано повышенное содержание витамина А в зимне-весенний период и мини-

мальное, вплоть до полного исчезновения, в летне-осенний период.

Содержание витамина А в молоке и его соотношение с каротином характеризует не только уровень обеспеченности организма и состояние А-витаминного обмена, но и биологическую полноценность молока.

Динамика содержания витамина А в молоке в значительной степени совпадает с таковой в плазме крови и определяется условиями кормления, сезона года, породной принадлежностью и возрастом животных, уровнем продуктивности и физиологическим состоянием.

Максимальное содержание витамина А (25—60 мкг %) отмечается в летние и осенние месяцы при кормлении животных зеленой массой, минимальное — в зимние и весенние месяцы (7,7—28 мкг %). При этом соотношение витамин А : каротин в обычных условиях кормления отличается относительной стабильностью и находится в пределах 1,7—2,3.

При длительном содержании животных на рационах с низким уровнем каротина А-витаминная активность молока падает, а соотношение витамин А : каротин снижается до 0,87. Введение в рацион молочного скота полноценных источников каротина, обладающих высокой биологической активностью, способствует повышению А-витаминной активности молока и увеличению соотношения витамин А : каротин. Например, в исследованиях И. М. Бродской (1973) последовательное увеличение нормы скармливания каротина от 483 до 647 мг на голову в сутки способствовало повышению А-витаминной активности молока и изменению соотношения витамин А : каротин от 1,06 до 1,84. В то же время избыточное поступление каротина на фоне несбалансированного кормления может вызвать снижение показателя соотношения витамин А : каротин до 1 (Ездакова О. Д., 1957), что, очевидно, связано со снижением степени превращения каротина в витамин А и значительным повышением концентрации провитамина в молоке.

Характеризуя влияние сезона года и кормового фактора на концентрацию витамина А в молоке и его соотношение с каротином, нельзя не отметить, что витамин А в молоке не является продуктом простой фильтрации молочной железы и что на этот показатель в значительной мере оказывает влияние уровень запасов витамина в организме и характер обмена веществ. Исследованиями с применением витамина А, меченного тритием, установлено, что более 52 % витамина А в молоко поступает из запасов, отложенных в печени коровы (Бранштетер, 1972). Этим можно объяснить то, что при переводе животных с зимнего корм-

ления на пастбищное содержание возрастает прежде всего уровень каротина в молоке при относительно стабильной концентрации витамина А. И наоборот, на дефицитных по каротину рационах коровы на протяжении 30—75 дней продуцируют молоко с относительно стабильным содержанием витамина А. В последующем при таком кормлении происходит стойкое снижение уровня витамина А в молоке, которое может быть предотвращено лишь продолжительным скармливанием высоких доз витамина А: добавление к рациону 100—200 тыс. ИЕ витамина А на голову в сутки или периодическое введение этой дозы путем инъекций повышает содержание витамина в молозиве и молоке в полтора и более раза (Туманова Е. И., 1970). При этом обращает на себя внимание то, что содержание витамина А в молоке повышается до определенного предела. Так, Аткесон (1937) отмечал, что увеличение содержания каротина в рационе от 1 до 6 млн. ИЕ (625—3750 мг) практически не изменило А-витаминной активности молочного жира. Несколько позднее И. М. Захарченко (1946, 1954) получил аналогичные результаты: при даче коровам 700, 900, 1100 мг каротина на голову в сутки суммарное количество витамин А + каротин в молоке оставалось практически неизменным и составляло 1400 ИЕ в 1 л. По данным Н. Т. Емелиной (1962), обеспечение коров каротином в размере, превышающем рекомендуемые нормы в 3—5 раз, не отражается на повышении уровня витамина А в молоке. Многие исследователи считают, что этот предел в увеличении А-витаминной активности молока носит генетический характер, что подтверждается существованием породных различий в содержании витамина А в молоке.

Наряду с существованием породных различий следует отметить значительные индивидуальные колебания в содержании витамина А в молоке, определяемые физиологическим состоянием, стадией лактации, возрастом животных и другими особенностями.

Максимальное содержание витамина А отмечается в молозиве и молоке в начальной стадии лактации, причем у молодых животных в одинаковых условиях кормления и содержания этот показатель значительно выше, чем у старых. Это еще раз подтверждает, что уровень витамина А в молоке и его соотношение с каротином тесно связаны не только с условиями кормления и обеспеченностью рационов каротином, но и с интенсивностью обменных процессов, а также запасами витамина А в организме. Регулярный контроль за концентрацией витамина А в молоке может служить одним из объективных показателей А-витаминной обеспеченности животных.

Физиологическое взаимодействие каротина и витамина А. Способность крупного рогатого скота к накоплению значительных количеств каротина позволяет предполагать о том, что последний является не только провитамином, но и выполняет самостоятельную физиологическую функцию в организме животного без предварительного превращения в витамин А. В специальной литературе есть указания на специфическое действие каротина антигистаминное, усиливает деятельность половых желез, способствует проявлению активности инсулина, адреналина, участвует в синтезе жирных кислот в жире печени, подавляет аргиназную активность пепсина, катепсина, трипсина, усиливает скорость гликолиза в мышцах, почках и печени (Гудвин, 1954).

Однако наиболее существенным проявлением самостоятельной физиологической функции каротина следует признать особое его взаимодействие с витамином А. Характерным признаком этого взаимодействия является тесная связь между количественными изменениями каротина и витамина А в крови, молоке и внутренних органах животных, которую наблюдали многие исследователи при изучении А-витаминного обмена у крупного рогатого скота в зависимости от условий кормления. Особенно четко это взаимодействие проявляется в критических условиях кормления: на дефицитных или избыточных по каротину рационах. При переводе коров с дефицитного на полноценный по каротину рацион, уровень витамина А в сыворотке крови снижается, а каротина — резко возрастает. Введение в рацион витамина А вызывает обратное явление: в крови и молоке резко возрастает содержание витамина А и снижается уровень каротина. Возможно, что такое взаимодействие осуществляется через самостоятельное воздействие как каротина, так и витамина А на гормональную активность щитовидной железы.

Избыточные дозы каротина снижают активность щитовидной железы, а оптимальные дозы витамина А ее стимулируют.

Недостаток в рационе каротина также вызывает гипофункцию щитовидной железы. Однако это уже не прямое воздействие каротина, а косвенное, связанное с истощением запасов витамина А в организме.

Таким образом, как избыток каротина и витамина А, так и недостаток витамина А имеют сходное внешнее проявление, связанное с гипофункцией щитовидной железы. Это создает представление о том, что каротин и витамин А образуют одну из многих равновесных биологических систем, выполняющих защитную функцию в организме против чрезмерного накопления биологически активных веществ.

Особым взаимодействием каротин \rightleftharpoons щитовидная железа \rightleftharpoons витамин А могут быть объяснены существующие породные, сезонные и связанные с отдельными факторами кормления различия в потребности, степени усвоения и превращения каротина в витамин А в организме животного. В частности, различная гормональная активность щитовидной железы, присущая отдельным породам крупного рогатого скота, существенно влияет на усвоение и трансформацию каротина в витамин А. Например, животные жирномолочной джерсейской породы обладают более высоким уровнем деятельности щитовидной железы (Жебенка Р. П., 1959, 1960; Меркурьева Е. К., 1960) и как результат способны к более интенсивному превращению каротина в витамин А. У них отмечается сравнительно низкое содержание в плазме крови каротина и высокое — витамина А.

На интенсивное превращение каротина в витамин А у животных жирномолочных пород указывает и тот факт, что в молоке коров джерсейской породы соотношение витамина А : каротин находится в пределах 2 для пастбищного и 3,2 — для стойлового периодов, а в молоке коров остфризской породы (жидкомолочных) — соответственно 1,6 и 2,2 (Ездакова О. Д., 1957). Сопоставление сезонных изменений обеспеченности животных каротином и активности щитовидной железы дает возможность полагать, что одной из причин снижения гормональной активности щитовидной железы и содержания жира в молоке при переходе с зимнего на летнее кормление в значительной мере может быть связано с избыточным поступлением каротина.

Действием избыточных доз каротина можно объяснить и то явление, что в зимний период у животных реакция на введение тиреоидного гормона проявляется сильнее, чем летом, хотя, как правило, максимальная активность щитовидной железы наблюдается зимой и по логике в этот период животные должны меньше всего реагировать на введение тиреоидного гормона.

Экспериментальные исследования свидетельствуют о том, что при повышении уровня каротина в рационе от 410 до 1164 мг снижается суточная молочная продуктивность в расчете на 4%-ное молоко от 25,7 до 24,4 кг. В то же время в условиях высокой обеспеченности рационов каротином дополнительное введение витамина А способствует повышению молочной продуктивности и увеличению содержания в молоке жира и белка (Вайцехович-Власова А. Я., 1972). И наоборот, у скота на откорме повышение нормы каротина от 44 до 97 мкг на 1 кг живой массы способствует росту суточных привесов от 880 до 1170 г (Миллер, 1967), а введение витамина А без добавки каротинового препарата в ус-

ловиях жомового откорма не способствует повышению продуктивности, но вызывает некоторое увеличение содержания протеина в мясе и снижение межмышечного жира (Толконников Ю. А., 1974). Самостоятельная физиологическая функция каротина для крупного рогатого скота подтверждается существованием статистически достоверной коррелятивной связи между концентрацией каротина и витамина А в плазме крови, с одной стороны, и суточным выделением мочи, с другой, только в первом случае она носит положительный характер ($r=0,49$), а во втором отрицательный ($r=-0,69$).

Возможность существования особого взаимодействия между каротином и витамином А создает необходимость пересмотра вопроса нормирования А-витаминного питания крупного рогатого скота в направлении установления оптимального соотношения между каротином и витамином А в рационе, особенно для высокопродуктивных животных, где, наряду с растительными источниками каротина, все более широкое применение находят синтетические препараты витамина А.

Увеличение потребности скота в каротине (витаине А), связанное с интенсификацией сельскохозяйственного производства

При сопоставлении норм скармливания каротина, которые были рекомендованы в нашей стране в пятидесятые годы, с принятыми сейчас, выясняется, что эти нормы за прошедшее двадцатилетие возросли более чем вдвое: 320 мкг каротина на 1 кг живой массы для лактирующих коров (Лапшин С. А., 1955) и 450 мкг для стельных сухостойных (Попов И. С., 1956) в сравнении с 880—1699 мкг для лактирующих и 800—880 мкг для стельных сухостойных коров по нормам, принятым на заседании научно-технического совета МСХ СССР в 1970 году.

Повышение рекомендуемых норм скармливания каротина в значительной мере может быть объяснено изменениями условий кормления животных, связанными с интенсификацией сельскохозяйственного производства прежде всего его химизацией.

Обобщение многолетних данных по химическому составу кормов УССР (Привало О. Е., 1975) показывает, что за последние 30 лет рост урожайности кормовых культур сопровождается определенными изменениями в их химическом составе. В частности, в современных кормовых средствах отмечается тенденция к повышению белковой обес-

3. Сравнение типовых рационов для молочного скота по концентрации протеина, жира и обеспеченности каротином

| Показатели | Годы | | | |
|---------------------------------------|------|------|------|------|
| | 1954 | 1975 | 1954 | 1975 |
| Суточная продуктивность животных, кг | 10 | 10 | 20 | 20 |
| В 1 кг сухого вещества содержится, г: | | | | |
| сырого протеина | 122 | 122 | 95 | 137 |
| сырого жира | 28,2 | 21,8 | 33,3 | 22,4 |
| Соотношение протеин : жир | 4,34 | 5,55 | 4,76 | 6,25 |
| В 1 г жира содержится каротина, мг | 0,87 | 1,65 | 1,25 | 1,62 |

печенности и относительному снижению уровня энергетических веществ, особенно жиров. Изменение химического состава кормов, а также типа кормления животных привело к снижению обеспеченности рационов жиром примерно в 1,3—1,5 раза и повышению концентрации сырого протеина в сухом веществе рациона на 44 % (табл. 3).

Приведенными в таблице данными до некоторой степени можно объяснить повышение потребности молочного скота в каротине (витаине А). Недостаточный уровень жира в рационе значительно снижает эффективность использования каротина, а относительно высокая обеспеченность протеином повышает потребность животных в витамине А.

Обращает на себя внимание и тот факт, что за сравниваемый период не только снизилось обеспечение рационов жирами, но и существенно изменился их качественный состав. Так, в типовых рационах 1954 г. соотношение насыщенных и полиненасыщенных жирных кислот находилось в пределах 1,23; для рационов 1975 г. характерно соотношение этих кислот в пределах 0,59. При повышении общего уровня непредельных жирных кислот наблюдается снижение примерно на 39 % уровня высокопредельных жирных кислот. Такие резкие изменения в составе рационов за сравниваемый период времени связаны прежде всего с увеличением в рационах доли кукурузного силоса и концентрированных кормов при снижении удельного веса сена. И хотя вопрос влияния жирнокислотного состава корма на усвоение и потребность в витамине А (каротине) у жвачных остается открытым, повышение обеспеченности животных азотсодержащими соединениями, которое происходит как за счет увеличения протеиновой ценности используе-

мых кормов, так и повышения уровня концентратов в рационах, бесспорно, сказывается на потребности животных в витамине А (каротине). В исследованиях Н. Т. Емелиной (1965) отмечалось, что при высокой обеспеченности животных каротином (до 1200 мг на голову в сутки) повышение нормы скармливания концентрированных кормов с 250 до 500 г на литр надоенного молока и уровня переваримого протеина с 88 до 121 г на одну кормовую единицу даже в условиях достаточного поступления углеводов снижало коэффициент использования каротина и вызывало падение А-витаминной ценности молока.

Многие исследователи считают, что повышение потребности в каротине может быть вызвано присутствием в кормах веществ, разрушающих каротин или снижающих степень его трансформации в витамин А. К последним следует отнести наличие в кормах повышенных количеств нитратов, остатков гербицидов, солей металлов, непредельных органических соединений, ферментов и других.

Интенсификация сельскохозяйственного производства, предусматривающая широкое использование минеральных удобрений и гербицидов в растениеводстве, минеральных добавок, ферментов, технических жиров в животноводстве, очевидно, способствует накоплению перечисленных веществ в кормах и рационах и тем самым повышает потребность животных в каротине. Не меньшее влияние на рост потребности в каротине оказывает широкое использование в сельскохозяйственной практике силосного типа кормления молочного скота.

Использование каротина кукурузного силоса и других растительных источников крупным рогатым скотом

В серии опытов на лактирующих и сухостойных коровах, проведенных автором в опытных хозяйствах НИИ животноводства Лесостепи и Полесья УССР, было показано, что при использовании кукурузного силоса как единственного источника каротина в рационе, потребность молочного скота, особенно высокопродуктивных коров, в витамине А не удовлетворяется. Признаком недостаточной обеспеченности в этом случае служили более низкие показатели содержания витамина А в крови и молоке, а также молозиве животных. Комбинированное использование кукурузного силоса в сочетании с люцерновым сеном (при сохранении того же уровня каротина в рационе) значительно улучшало А-витаминную обеспеченность животных, что выража-

4. Показатели А-витаминной обеспеченности молочного скота в зависимости от источника каротина в рационе

| Показатели | Силос кукурузный | | Силос кукурузный + люцерновое сено | | Силос кукурузный + препарат витамина А | |
|------------------------------------|------------------|------------|------------------------------------|------------|--|-------------|
| | каротин | вита-мин А | каротин | вита-мин А | каротин | вита-мин А |
| Содержание в рационе, мг | 500 | — | 416 | — | 308 | 150 тыс. ИЕ |
| Содержание, мкг % в крови | 331 | 16,2 | 335 | 24,7 | 246 | 56,5 |
| в молоке | 13 | 18 | 17 | 27 | 11,4 | 39,5 |
| молозиве первого доения | 34 | 57 | 77 | 115,8 | 50,4 | 167 |
| второго » | 46,2 | 70 | 50 | 83,5 | 30,5 | 166 |
| пятого » | 30,3 | 40 | 38 | 46,1 | 26 | 108 |
| десятого » | 14,8 | 17,6 | 19 | 25,4 | 15,3 | 49,6 |
| Живая масса телят, кг при рождении | 26 | | 27 | | 32 | |
| в возрасте, мес.: 1 | 37,7 | | 39,9 | | 45,8 | |
| 3 | 55 | | 60,8 | | 67,7 | |

лось в повышении уровня витамина А в крови, молоке и молозиве, а также лучшим развитии телят (табл. 4).

Сопоставление эффективности использования каротина кукурузного силоса с масляным препаратом витамина А (критерием служило отложение каротина и витамина А во внутренних органах и тканях подопытных животных) показало, что степень отложения общих запасов витамина А в организме при использовании препарата витамина А составила 8,75 % от поступившего, а при использовании каротина кукурузного силоса только 4,70 % (табл. 5). Поскольку препарат витамина А в рационы животных второй группы вводился из расчета, что 1 мг каротина растительных источников в среднем эквивалентен 500 ИЕ витамина А, рассчитываем, что в данном случае биологический эквивалент 1 мг каротина кукурузного силоса составляет 268 ИЕ.

Биологический эквивалент каротина люцернового сена или свежеприготовленной люцерновой резки искусственной сушки в 2—3,5 раза выше, чем кукурузного силоса, и составляет соответственно 450—950 ИЕ. Использование кукурузного силоса как источника каротина оказывает определенное влияние на характер А-витаминного обмена у животных. Это выражается в повышении интенсивности использования внутренних запасов витамина А в организ-

5. Отложение витамина А и каротина в организме подопытных коров при использовании препарата витамина А и кукурузного силоса

| Группа | Источник витамина А в рационе | Поступил каротин в организм за период опыта, млн. ИЕ | Общие запасы в ИЕ | | | | Отражались за период опыта, ИЕ | Степень отложения, % |
|--------|-------------------------------|--|-------------------|--------|-------|--------|--------------------------------|----------------------|
| | | | кровь | печень | почки | всего | | |
| I | Основной рацион (ОР) | — | 19546 | 87792 | 9716 | 117054 | — | — |
| II | ОР+препарат витамина А | 4 | 29133 | 429458 | 8771 | 467362 | 350305 | 8,75 |
| III | Кукурузный силос | 3,85 | 34759 | 254555 | 7908 | 297222 | 180168 | 4,70 |

ме, о чем свидетельствует высокий удельный вес витамина А в крови относительно его запасов в печени. Наиболее высокое соотношение запасов витамина А в крови и печени отмечалось у животных, получавших кукурузный силос (0,47 в сравнении с 0,29 и 0,27 при использовании травяной резки из люцерны или масляного препарата витамина А).

Таким образом, относительно низкая биологическая активность каротина кукурузного силоса, с одной стороны, и повышенная потребность животных в витамине А при использовании этого вида корма — с другой (имеется в виду влияние силоса на повышение интенсивности использования витамина А в организме) является основной причиной того, что в условиях сложившегося типа кормления молочного скота (при использовании кукурузного силоса как основного источника каротина) животные находятся в состоянии скрытого А-гиповитаминоза даже при высокой обеспеченности рационов каротином.

**Эффективность использования
естественных и синтетических
источников каротина (витамина А)
в кормлении крупного рогатого скота**

Нормализация А-витаминного обмена у крупного рогатого скота является одним из факторов, способствующих лучшему использованию питательных веществ рациона, повышению продуктивности и качества получаемой про-

дукции, улучшению репродуктивных свойств, повышению иммунологической реактивности и интенсивности развития приплода.

В то же время следует отметить, что эффективность дополнительного введения каротина или витамина А зависит от конкретных условий кормления и содержания животных, их физиологического состояния и уровня продуктивности.

Возможно, что по мере роста обеспеченности рационов каротином характер действия последнего несколько меняется: при низкой обеспеченности — дополнительное введение каротина способствует повышению коэффициента переваримости питательных веществ, в дальнейшем, в результате восполнения запасов витамина А в организме, дополнительное введение каротина или витамина А проявляется в улучшении использования питательных веществ на продукцию.

В условиях сбалансированного разностороннего кормления с включением достаточного количества сена дополнительное использование витамина А подобного действия не оказывает.

В то же время использование препарата витамина А в пределах физиологической нормы, даже в условиях летнего кормления (на злаковых смесях) обеспечивает повышение секреции молока на 14,5 % и увеличивает выход жира в продукции на 22,3 %, белка на 19,4 и лактозы на 17,9 % (Вайцеховская-Власова А. Я., 1972). Такой значительный эффект в увеличении секреции молочного жира и белка можно связать с кратковременностью проведения данного опыта (продолжительность учетного периода составила 10 дней), в более длительных опытах этот эффект сохраняется, но в значительно меньших пределах. Очевидно, влияние витамина А на секрецию молочного жира, белка и лактозы в значительной мере может быть связано с усилением функции щитовидной железы, активность которой в летний период несколько снижается.

В данном случае можно провести аналогию между действием витамина А и влиянием дополнительного введения тироксина или йодированного белка. По данным Ралстона (1939), введение коровам тироксина в дозе 15 мг в сутки в течение трех последовательных дней вызывает увеличение удоя на 13,6 % и продукции молочного жира на 22,5 %. Наряду с этим наблюдается увеличение концентрации белков в молоке (Першин В. А., 1967; Швабе А. К., 1965; Медведев И. К., 1967) и, как правило, количества лактозы (Эспе Д., 1950). Однако это увеличение секреции имеет временный характер и при длительном использовании ти-

роксина или других аналогичных препаратов увеличение молочной продуктивности не наблюдается (Тверской Г. Б., 1972). Использование витамина А также может давать значительный временный эффект в увеличении молочной продуктивности, но он обеспечивает рост продуктивности и при более длительном использовании (на протяжении лактации). Это дает возможность заключить, что механизм действия витамина А на секрецию молока связан не только с влиянием на функциональную активность щитовидной железы.

Высокий биологический эффект дает использование витамина А в кормлении коров в период сухостоя и в первые месяцы лактации. По данным Л. К. Хакимова (1968, 1969), у коров, получавших в сухостойный период витамин А в дозе 75 тыс. ИЕ на голову в сутки, молочная продуктивность в первые два месяца лактации после отела была на 16—20 % выше, а витаминная ценность молозива увеличилась примерно в 6—7 раз.

Однократные или периодические внутримышечные инъекции витамина А в дозе до 1 млн. ИЕ также дают положительный эффект: нормализуется белковый обмен, лучше проходят отелы, значительно повышается витаминная ценность молозива (Емельянов Л., 1970).

Ощутимое воздействие высоких доз витамина А в предродовой период связано с тем, что в это время в организме животного происходит мобилизация внутренних запасов витамина для синтеза молозива и, возможно, повышается степень усвоения витамина, поступающего извне (Макрушин П. В., 1958; Натансон А. О., 1961; Баканов В. Н., 1966). Благодаря этой физиологической особенности организма первое молозиво, полученное от коров при нормальных условиях кормления, содержит значительное количество витамина А и полностью удовлетворяет потребность новорожденных телят в нем.

Длительное использование препарата витамина А как на протяжении лактационного, так и сухостойного периодов оказывает воздействие не только на уровень продуктивности, но и репродуктивные способности животных: течение отелов и скорость инволюции матки коров, продолжительность сервис-периода и кратность осеменения значительно сокращает случаи эмбриональной смертности. В исследованиях В. В. Шоркина и А. Ф. Трофимова (1973) инъекции витамина А с первых дней после отела по 500 тыс. ИЕ в четырех повторностях с интервалом в 7 дней сокращали срок до отела до проявления первой охоты в среднем на 21 день, сервис-период на 58 дней, а эмбриональную смертность — на 20 %. Это же подтверждается и

исследованиями Т. Мингазова (1974): у животных, получавших витамин А 30 дней до отела и 40 дней после отела, на 30-й и 100-й день после осеменения живых эмбрионов было 85,7 %, а в контрольной группе, где животные содержались на рационах с низким уровнем каротина, этот показатель соответственно составил 71,4 и 51,1 %.

Аналогичное действие витамина А проявляется и при его введении быкам-производителям. По данным ряда авторов, внутримышечные инъекции по 1000 ИЕ витамина А дважды в неделю восстанавливает их потенцию и плодовитость, благоприятно отражается на окраске и консистенции семени, при значительном повышении концентрации спермиев в эякуляте.

Большой практический интерес представляет использование витамина А как профилактического средства с целью получения здорового и интенсивно растущего приплода. Результаты многих исследований свидетельствуют о том, что применение препарата каротина или витамина А в случаях сбалансированного кормления дает высокий биологический эффект, выражающийся в повышении полноценности молозива и интенсивности развития молодняка. Однако, учитывая относительно низкую степень использования препарата каротина и витамина А, необходимо решить, при каких условиях целесообразно для повышения витаминной обеспеченности новорожденных телят «пропускать» витамин А через организм матери и когда более эффективным может оказаться прямая витаминизация молозива и молока перед выпойкой телят? Для выяснения этого вопроса нами было проведено несколько опытов. В одном из них продуктивность животных была на уровне 2,2—2,5 тыс. кг и 4,5—5 тыс. кг молока за лактацию. Потребность в витамине А животных I группы в обоих опытах удовлетворялась за счет каротина растительных кормов (силоса и сена) с дополнительным введением 100—200 тыс. ИЕ витамина А на голову в сутки, II группы — за счет каротина кукурузного силоса и частично люцернового сена. Результаты показали, что использование высоких доз витамина А при продуктивности коров 2,2—2,5 тыс. кг молока не оказывает влияния на рост продуктивности, но значительно увеличивает витаминную ценность молока и улучшает развитие получаемого приплода. Применение препарата витамина на коровах с продуктивностью 4,5—5 тыс. кг молока повышает их продуктивность, но не отражается на витаминной ценности молока (табл. 6). Результаты показывают, что в случае низкой молочной продуктивности использование больших доз витамина А экономически себя не оправдывает, так как коэффициент использо-

6. Эффективность использования высоких доз витамина А в зависимости от уровня продуктивности коров

| Показатели | Введение в рацион витамина А | | Основной рацион (контрольная группа) | |
|--|------------------------------|-----------|--------------------------------------|-----------|
| | I | II | I | II |
| Уровень продуктивности коров перед опытом, кг | 2200—2500 | 4500—5000 | 2200—2500 | 4500—5000 |
| Количество учетных дней в опыте | 132 | 99 | 140 | 94 |
| Валовой удой за опыт, кг | 1090 | 1770 | 1272 | 1563 |
| Среднесуточный удой, кг | 8,16 | 17,7 | 8,98 | 16,6 |
| Использование витамина А и каротина: | | | | |
| поступило с кормом, млн. ИЕ | 25,90 | 18,54 | 19,90 | 15,45 |
| выделилось с молоком, млн. ИЕ | 1,72 | 1,84 | 1,48 | 1,65 |
| использовано на молоко, % | 6,64 | 9,37 | 7,42 | 10,66 |
| Себестоимость молока по сравнению с контрольной группой, % | 106,30 | 89,00 | 100 | 100 |

вания препарата на молоко очень низок, а себестоимость продукции в связи с этим повысилась на 6,3 %.

С ростом продуктивности скота эффективность применения витамина А повышается, в частности при продуктивности 4,5—5 тыс. кг молока полностью окупается за счет роста продуктивности и снижения затрат корма на единицу продукции. Лучшее развитие новорожденных телят в результате применения высоких доз витамина А, наблюдаемое у животных с продуктивностью до 2,5 тыс. кг молока, не окупается. В этом случае прямая витаминизация молозива и молока, идущего на выпойку телят, позволяет при меньшем расходе препарата витамина А получить такой же эффект в увеличении роста животных в первые 30 дней их жизни.

В таблице 7 приведены результаты двух параллельных опытов. В одном из них коровы I группы в период стельности получали в качестве источника каротина кукурузный силос, а II группы — 50 % потребности каротина восполняли за счет препарата витамина А (100 тыс. ИЕ на голову в сутки). В другом — все подопытные коровы в период

7. Развитие молодняка при скармливании витамина А коровам в период стельности и при непосредственной витаминизации молозива и молока

| Группа | Тип кормления коров | Обеспеченность телят витамином А в 1-й месяц жизни, млн. ИЕ | Живая масса, кг | | Среднесуточный привес | |
|--------|-----------------------------------|---|-----------------|--------------------|-----------------------|-----|
| | | | при рождении | в возрасте 30 дней | г | % |
| I | Силосный | 0,10 | 26 | 37,7 | 370 | 100 |
| | Силосный + 100 тыс. ИЕ витамина А | 0,24 | 32 | 45,8 | 460 | 124 |
| II | Силосный | 0,10 | 31,4 | 46,8 | 513 | 100 |
| | То же | 0,20 | 33,5 | 52 | 616 | 120 |

стельности содержались в одинаковых условиях кормления, но молодняк от коров II группы дополнительно получал до 10 тыс. ИЕ витамина А на голову в сутки.

Результаты второго опыта показали, что прямая витаминизация молозива и молока перед выпойкой телят позволяет получать примерно такие же результаты, как и при витаминизации коров, но только при значительно меньшем расходе препарата витамина А.

Таким образом, результаты проведенных исследований показывают, что использование препарата витамина А эффективно лишь при достаточно высокой продуктивности коров (3—3,5 тыс. кг молока за лактацию и выше). В этом случае дополнительное введение витамина А повышает уровень молочной продуктивности и снижает затраты корма на единицу продукции. При уровне продуктивности ниже 2,5 тыс. кг молока наиболее целесообразно использовать естественные источники каротина.

До сих пор рассматривался вопрос об эффективности применения препарата витамина А при недостатке в рационе каротина. Широкое введение кукурузного силоса как основного источника каротина в рационе молочного скота оказывает существенное влияние на организацию А-витаминного питания животных. В частности, относительно низкая биологическая активность каротина силоса и его влияние на повышение интенсивности использования внутренних запасов в организме, а следовательно, и потребности в витамине А создают острую необходимость обогащения им рационов даже при условии полной обеспеченности животных каротином.

Так, опыт продолжительностью более 200 дней, проведенный на молочном комплексе опытного хозяйства «Кутузовка» на трех группах коров-аналогов, находившихся

8. Продуктивность коров в зависимости от уровня витамина А в рационе и продолжительности его скармливания *

| Показатели | Группы | | |
|---|-----------------|--|---|
| | ОР (конт- роль) | ОР+витамин А на протяжении зимнего периода | ОР+витамин А со второй половины зимнего периода |
| Среднее количество дней лактации в учетный период, предшествовавших запуску | 226 | 224 | 213 |
| Валовой надой молока за указанный период, кг | 1376 ± 90 | 1513 ± 150 | 1412 ± 110 |
| % к контролю | 100 | 110 | 102 |
| Содержание жира в молоке, % | 3,95 | 3,92 | 3,77 |
| Средняя продолжительность сухостойного периода, дней | 73,4 | 51,8 | 58,1 |
| Удой за три месяца новой лактации, кг | 1361 ± 90 | 1577 ± 110 | 1408 ± 90 |
| % к контролю | 100 | 116 | 103 |
| Содержание жира в молоке, % | 3,59 | 3,59 | 3,82 |

*В основном рационе содержалось 570—600 мг каротина.

на сбалансированном кормлении в соответствии с существующими нормами, показал, что включение препарата витамина А с момента перехода на зимние рационы (II группа) из расчета 50—60 тыс. ИЕ на голову в сутки (до 20 млн. ИЕ на одну тонну комбикорма) способствует существенному повышению молочной продуктивности коров, особенно в первые месяцы лактации.

Как видно из таблицы 8, от животных, получавших на протяжении всего зимнего периода комбикорм, обогащенный витамином А (II группа), в среднем за первые три месяца новой лактации надоено на 16 % молока больше, чем от животных контрольной группы (1515 ± 90 кг).

Использование витамина А со второй половины зимнего периода в рационе глубокостельных коров (III группа) способствует росту молочной продуктивности лишь на первом месяце новой лактации (на 10 %) и на 3 % — за три месяца лактации.

Наряду с ростом молочной продуктивности использование препарата витамина А в данном опыте способствовало нормализации лактационной кривой и сокращению сухостойного периода до 42,7 дня (I группа), в то время как у животных контрольной группы этот показатель составлял 94,1 дня, а получавших витамин А со второй половины зимы — 57 дней.

9 Суточная потребность дойных коров разной живой массы в каротине (мг) и дополнительном использовании витамина А, тыс. ИЕ

| Суточная продуктивность, кг | 400 кг | | 500 кг | | 600 кг | | | | | | | |
|-----------------------------|--------------------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|
| | жирность молока, % | | | | | | | | | | | |
| | 3,6 | | 4 | | 3,6 | | 4 | | 3,6 | | 4 | |
| | каротин | витамин А | каротин | витамин А | каротин | витамин А | каротин | витамин А | каротин | витамин А | каротин | витамин А |
| 5 | 260 | — | 300 | — | 290 | — | 330 | — | 320 | — | 360 | — |
| 7 | 300 | — | 340 | — | 330 | — | 370 | — | 360 | — | 400 | — |
| 10 | 360 | — | 400 | — | 380 | — | 420 | — | 410 | — | 450 | — |
| 12 | 400 | — | 440 | — | 420 | — | 460 | — | 450 | — | 490 | — |
| 15 | 460 | 30 | 500 | 35 | 480 | 35 | 520 | 35 | 500 | 45 | 540 | 45 |
| 20 | 560 | 35 | 600 | 40 | 590 | 40 | 630 | 40 | 600 | 49 | 640 | 49 |
| 22 | 600 | 37 | — | — | 630 | 42 | 670 | 42 | 640 | 51 | 680 | 51 |
| 25 | 660 | 40 | — | — | 690 | 45 | 730 | 45 | 700 | 54 | 740 | 54 |
| 30 | — | — | — | — | 800 | 50 | 840 | 50 | 810 | 59 | 850 | 60 |

Примечание. Потребность сухостойных коров при планируемом удое до 3000 кг; каротин — 350 мг, витамин А вводить нецелесообразно; 3100 — 4000 кг; каротин — 375 мг, витамин А — 30 тыс. ИЕ; 4100 и выше: каротин — 400 мг, витамин А — 35 тыс. ИЕ.

Коров, отобранных для опыта, по предыдущей лактации осеменяли до наступления оплодотворения в среднем 2,6—3 раза. В результате использования в их кормлении препарата витамина А кратность осеменений у животных I группы сократилась до 1,88, во второй — до 2,14, а в третьей (контроль) сохранилась на уровне 2,4 раза. В результате у животных опытных групп отмечалось сокращение сервис-периода. В этом случае биологический эффект от использования препарата витамина А подкрепляется и экономическим: затраты кормов в денежном выражении на 1 кг надоенного молока с учетом стоимости препарата витамина А составили 7,14—6,88 коп. в опытных группах и 7,83 коп. — в контрольной.

Исходя из этих экспериментальных исследований и обобщения данных по вопросу А-витаминного питания молочного скота, производству можно рекомендовать следующие суточные нормы скармливания каротина и дополнительного введения препарата витамина А в зависимости от продуктивности и живой массы животных (табл. 9).

Потребность в витамине Е и особенности его обмена

Если в отношении витамина А накоплено достаточно экспериментальных данных и требуется лишь конкретизация отдельных положений, то в вопросе использования ви-

тамина Е, а тем более комплексного применения витаминов Е и А, экспериментальных данных имеется еще сравнительно мало.

Усвоение и накопление витамина Е в организме животного

Основным источником витамина Е для крупного рогатого скота служат свежие и консервированные зеленые корма, содержание токоферолов в которых изменяется в широких пределах в зависимости от вида, фазы вегетации, технологии приготовления и сроков хранения корма. Например, при приготовлении силоса из кукурузы содержание токоферолов снижается уже через два месяца хранения вдвое, через 6 месяцев — в четыре раза и восемь месяцев — в 10 раз. Аналогичная картина наблюдается при заготовке и хранении сена, то есть к весеннему периоду в консервированных кормах практически не остается витамина Е.

Содержание альфа-токоферолов в некоторых кормах, используемых для крупного рогатого скота (данные разных авторов):

| Корм | мг/кг |
|------------------|-------|
| Силос кукурузный | 0,6 |
| Свекла кормовая | 0,2 |
| Картофель | 1,1 |
| Сено: | |
| злаковое | 0,7 |
| люцерновое | 52,7 |
| Зеленые корма | 81 |
| Зерно: | |
| овса | 23,1 |
| ржи | 21 |
| ячменя | 36,3 |
| пшеницы | 11,1 |
| сои | 36,5 |
| Шрот: | |
| соевый | 3—3,3 |
| льняной | 7,7 |

Поступающий с кормом витамин Е всасывается до 80 % в тонком отделе кишечника в присутствии жирных кислот. Вопрос его депонирования еще недостаточно изучен. Отдельные исследователи считают, что всосавшийся токоферол в первую очередь откладывается в печени, гипофизе, плаценте, надпочечниках, затем в жировой ткани и кровяных клетках, изменяя состав жирных кислот жира тела и повышая процент олеиновой кислоты (Кудрявцева А. А., 1974). По данным других авторов (Рось И. Ф., 1972) он откладывается главным образом в жировой ткани, которая служит основным депо, значительно меньшая его концентрация в печени, селезенке, мышцах.

В наших исследованиях получена несколько иная картина по депонированию витамина Е: его содержание в печени, почках и внутреннем жире у коров варьировало в

10. Концентрация витамина Е во внутренних органах коров в зависимости от сезона года и условий кормления

| Условия кормления | Содержание витамина, Е, мг%, в | | |
|------------------------|--------------------------------|--------|-----------------|
| | печени | почках | внутреннем жире |
| <i>Лето</i> | | | |
| ОР * | 1,080 | 0,238 | 0,820 |
| ОР+препарат витамина А | 0,540 | 0,359 | 0,880 |
| <i>Осень</i> | | | |
| ОР | 1,930 | 0,670 | 0,123 |
| ОР+препарат витамина А | 0,830 | 1,620 | 0,380 |

* ОР — солома пшеничная — 4 кг, комбикормы — 3 кг, витамин А — 30 тыс. ИЕ на голову в сутки.

широких пределах в зависимости от условий кормления и сезона года. В двух проведенных опытах (весенне-летнем и летне-осеннем) содержание витамина Е в печени коров последовательно повышалось от 0,540—1,080 мг% в летний период до 0,830—1,930 мг % осенью, в почках это повышение соответственно составляло от 0,238—0,359 до 0,670—1,620 мг%, а в жировой ткани за этот же период отмечалось снижение с 0,820—0,880 до 0,123—0,380 мг% (табл. 10).

Использование препарата витамина А в условиях бескаротинной диеты резко снижало концентрацию витамина Е в печени животных (от 1,080 до 0,540 мг% летом и от 1,930 до 0,830 мг % осенью) и повышало его уровень в почках и внутреннем жире.

Включение в рационы животных, длительное время находящихся на бескаротинной диете, растительных источников каротина вызывало снижение уровня витамина Е в жире, увеличение его концентрации в почках и мало отражалось на содержании в печени (табл. 11).

Уровень токоферола в крови крупного рогатого скота изменяется в широких пределах в зависимости от условий кормления животных и состояния запасов витамина Е в организме. Так, по данным отдельных авторов содержание токоферолов в крови в зимний период находится в пределах от 425 до 533 мкг%. Ежедневные добавки 4 г токоферолацетата уже через 14—20 дней повышает его уровень в крови на 53—57 %. В летний период при содержании коров на зеленом корме уровень токоферолов в крови возрастает до 830 мкг%.

11. Изменение концентрации витамина Е во внутренних органах коров при включении в рационы различных источников

| Условия кормления | Содержание в рационе каротина, мг | Содержание витамина Е, мг%, в | | |
|-----------------------|-----------------------------------|-------------------------------|--------|-----------------|
| | | печени | почках | внутреннем жире |
| ОР | — | 1,080 | 0,238 | 0,820 |
| ОР + люцерновая резка | 224 | 1,166 | 0,321 | 0,506 |
| ОР + силос кукурузный | 306 | 1,005 | 0,352 | 0,605 |

Несколько меньшие показатели концентрации токоферола в крови были получены в наших исследованиях в условиях круглогодичного силосного кормления животных: в пределах от 140 до 242 мкг % в весенний период и от 100 до 212 мкг% — летом. При этом интересно отметить тот факт, что перевод коров на бескаротинную диету (сухой жом + комбикорм) в весенний период вызывал снижение в крови не только каротина (от 224 до 42 мкг%), но и витамина Е (от 128 до 88 мкг %), в летний — с кукурузного силоса на бескаротинную диету сопровождался аналогичным снижением каротина в крови (от 282 до 43 мкг%) и более чем двукратным повышением концентрации витамина Е (табл. 12).

Очевидно, в данном случае на изменение концентрации витамина Е в крови большее влияние оказала предшествующая обеспеченность животных каротином, а не условия кормления. Это подтвердили и результаты последующих исследований. Так, после 60-дневного пребывания на бескаротинной диете подопытные коровы были переведены на рационы, включающие для первой группы силос кукурузный, второй — люцерновую резку искусственной сушки,

12. Концентрация каротиноидов и токоферолов в крови сукостойных яловых коров в зависимости от условий кормления и сезона года, мкг %

| Период взятия проб крови | Весна | | Лето | |
|------------------------------------|---------|------------|---------|------------|
| | каротин | вита-мин Е | каротин | вита-мин Е |
| Перед постановкой на опыт | 224 | 128 | 282 | 152 |
| Через 30 дней после начала опыта | 139 | 93 | 68 | 306 |
| Через 60 дней после начала опыта * | 42 | 86 | 43 | 391 |

* Использована бескаротинная диета (сухой жом + комбикорм).

13. Содержание витамина Е в крови в зависимости от уровня и источника каротина в рационе

| Группа | Условия кормления | Содержание витамина Е в крови в период | | | |
|--------|------------------------|--|-----|---------|-----|
| | | подготовительный | | учетный | |
| | | мкг% | % | мкг% | % |
| 1 | ОР+силос кукурузный | 318 | 100 | 316 | 99 |
| 2 | ОР+люцерновая резка | 304 | 100 | 400 | 131 |
| 3 | ОР+препарат витамина А | 280 | 100 | 378 | 135 |
| 4 | Контроль | 324 | 100 | 391 | 120 |

третью оставили на том же рационе (сухой жом + комбикорм) с добавлением масляного концентрата витамина А и четвертая — служила контролем (бескаротинное кормление).

Результаты этих исследований показали, что изменение условий кормления, особенно в летний период, не оказало существенного влияния на уровень витамина Е в крови (табл. 13).

Как видно из таблицы, содержание витамина Е независимо от условий кормления увеличилось по сравнению с подготовительным периодом на 20—35 %. Исключение составили животные, получавшие кукурузный силос, уровень витамина Е в крови которых остался без изменений. О содержании витамина Е в молоке и факторах, влияющих на его концентрацию, экспериментальных данных относительно мало. Известно, что в коровьем молоке содержатся только α и γ -токоферолы. При этом содержание α -токоферола в летнем молоке колеблется от 29,2 до 39,3 мкг на 1 г жира (116,8—157,2 мкг% в натуральном молоке) и γ -токоферола от 1 до 2,5 мкг (4—1000 мкг% в натуральном молоке). В зимнем молоке общее содержание токоферолов находится в пределах от 100 до 130 мкг% (Джурков Д., 1970).

Показатели, характеризующие состояние Е-витаминного обмена у животных

На основании имеющихся экспериментальных данных по содержанию токоферолов в отдельных органах и тканях животного практически не представляется возможным установить степень насыщения организма витамином Е, оп-

ределить границы наступления или устранения Е-авитаминозных нарушений у сельскохозяйственных животных. Для этих целей используются косвенные тесты, такие как определение резистентности эритроцитов в гипотонических растворах под влиянием перекиси водорода и диалуровой кислоты, уровня креатенирии и активности трансаминаз крови. Последний метод основан на том, что при Е-авитаминозе наблюдается деструкция клеток, приводящая к освобождению клеточных ферментов и поступлению их в кровь. Имеется ряд экспериментальных работ, в которых показано, что при Е-авитаминозе возрастает активность АСАТ (аспартатаминотрансферазы) и АЛАТ (аланинаминотрансферазы), а при введении в рацион витамина Е активность ферментов нормализуется. Имеются обширные экспериментальные материалы, характеризующие уровень трансаминазной активности сыворотки крови в зависимости от условий кормления, возраста, физиологического состояния, породной принадлежности, сезона года, а также свидетельствующие о тесной связи между трансаминазной активностью сыворотки крови и показателями белкового обмена.

Особый интерес приобретает исследование трансаминазной активности, поскольку этот метод является одним из наиболее чувствительных для определения Е-гиповитаминозного состояния животных. Увеличение активности АСАТ и АЛАТ наблюдается уже на ранней стадии Е-авитаминоза, когда клинические проявления болезни еще отсутствуют. В наших исследованиях показатель активности АСАТ и АЛАТ в сыворотке крови был использован для определения степени обеспечения витамином Е дойных коров, у которых практически внешние признаки Е-гиповитаминоза никогда не проявляются. Опыт был проведен на четырех группах новотельных коров, которые на протяжении конца предыдущей лактации и сухостойного периода получали препарат витамина Е в дозе 0,5—1 мг на 1 кг живой массы в комплексе с витамином А, задаваемого в дозе 50—100 тыс. ИЕ на голову в сутки. Кровь для исследования брали на 30-й день после отела. Результаты исследований показали, что в условиях силосного кормления молочного скота введение в рацион возрастающих доз витамина Е (от 0,5 до 1 мг на 1 кг живой массы) снижает активность АСАТ на 11—14 % и АЛАТ — на 22—36 % (табл. 14). А это значит, что в условиях силосного кормления молочные коровы, особенно высокопродуктивные, находятся в состоянии скрытого Е-гиповитаминоза. Объективность этого заключения подтверждается тем, что использование на фоне такого кормления препарата витамина Е, как монодобавки, так и

14. Трансаминазная активность сыворотки новотельных коров в зависимости от уровня витаминов Е и А в рационе с высоким удельным весом кукурузного силоса

| Группа | Суточная доза витаминных препаратов | | Трансаминазная активность | | | |
|--------|-------------------------------------|------------|--|-----|--|-----|
| | Е, мг | А, тыс. ИЕ | АСАТ | | АЛАТ | % |
| | | | ПВГ на 1 мл сыворотки за 1 ч инкубации | % | ПВГ на 1 мл сыворотки за 1 ч инкубации | |
| 1 | 200 | 50 | 1,35±0,1 | 100 | 0,91 ± 0,09 | 100 |
| 2 | 200 | 50 | 1,16 ± 0,07 | 86 | 0,71 ± 0,15 | 78 |
| 3 | 400 | 100 | 1,16 ± 0,13 | 86 | 0,67 ± 0,09 | 73 |
| 4 | 400 | 100 | 1,21 ± 0,05 | 89 | 0,59 ± 0,06 | 64 |

15. Трансаминазная активность сыворотки крови новотельных коров при использовании препарата витаминов Е и А в летний период на зеленых кормах

| Группа | Суточная доза витаминных препаратов | | Трансаминазная активность | | | |
|--------|-------------------------------------|------------|--|-----|--|-----|
| | Е, мг | А, тыс. ИЕ | АСАТ | | АЛАТ | |
| | | | ПВГ на 1 мл сыворотки за 1 ч инкубации | % | ПВГ на 1 мл сыворотки за 1 ч инкубации | % |
| 1 | — | — | 1,39±0,07 | 100 | 0,57 ± 0,04 | 100 |
| 2 | 200 | 50 | 1,36±0,03 | 98 | 0,65 ± 0,09 | 114 |
| 3 | 400 | 50 | 1,28 ± 0,08 | 92 | 0,63 ± 0,10 | 110 |

в комплексе с витамином А обеспечивает получение высокого биологического эффекта.

Использование препарата витамина Е в летний период, при содержании животных на зеленых кормах, оказывает несколько меньшее или почти не оказывает никакого влияния на показатель трансаминазной активности сыворотки крови новотельных животных (табл. 15).

Эффективность использования различных источников витамина Е в кормлении молочного скота

Еще в 1927 г. рядом авторов было указано на антиокислительные свойства токоферолов. Исследования показали, что добавление витамина Е препятствует прогорканию жира. Эти же свойства проявляются и в организме животно-

го, в результате чего одна и та же доза каротина или витамина А дает различный эффект при наличии той или иной дозы витамина Е. К роли витамина Е как фактора размножения, особенно для крупного рогатого скота, в последние годы относятся критически. Считают, что этот витамин до настоящего времени применяется против бесплодия, только благодаря его противоокислительным свойствам, благоприятно влияющим на баланс витамина А в организме.

Интенсификация растениеводства и связанные с ней изменения уровня и типа кормления оказывают существенное воздействие на увеличение потребности животных в витамине Е и создают необходимость дополнительного использования в рационах препаратов токоферолов. Основными факторами, увеличивающими потребность в витамине Е, являются:

- повышение в используемых кормах уровня полиненасыщенных жирных кислот. (Как уже отмечалось ранее, соотношение насыщенных и полиненасыщенных жирных кислот в типовых рационах 80-х годов снизилось с 1,23 до 0,59 в сравнении с 50-ми);

- широкое использование кормов (искусственно обезвоженные зеленые корма, сенаж, сено, брикеты, гранулы и др.), в процессе заготовки и хранения которых происходят значительные разрушения токоферолов;

- повышение уровня обеспеченности рационов каротином и дополнительное использование препаратов витамина А;

- присутствие в отдельных кормах антивитамина Е. Этот феномен описан довольно подробно в случае использования люцерны, фасоли, сои;

- высокое содержание азотистых веществ в корме и питьевой воде.

Под воздействием перечисленных и многих других факторов потребность крупного рогатого скота может значительно превышать те примерные нормы (до 30 ИЕ на 1 кг сухого вещества рациона), которые в настоящее время рекомендуются многими исследователями. Появляется все больше экспериментальных данных, свидетельствующих о значительном эффекте от использования препарата витамина Е в рационах, содержащих достаточное количество природных токоферолов.

Ряд исследователей пытались усилить биосинтез молочного жира, обогащая рационы молочных коров витамином Е, и при этом наблюдали повышение процента жира в молоке, а также увеличение его общей продукции. В исследованиях других авторов эти результаты не подтвердились или подтвердились частично.

Более поздние работы, проведенные в нашей стране в условиях силосного кормления крупного рогатого скота, свидетельствуют о том, что использование витамина Е, особенно в комплексе с витамином А, способствует улучшению продуктивных и репродуктивных свойств коров и первотелок, а также лучшему развитию новорожденных телят. По данным Г. В. Максименко, использование витамина Е в дозе 0,75 г на голову в сутки на фоне 100 % обеспеченности силосных рационов каротином способствовало повышению уровня витамина А в молозиве с 17 мкг% в контроле до 26 мкг% в опыте, а также лучшему развитию новорожденных телят (живая масса телят в 30-дневном возрасте в контрольной группе — 53,1 кг, в опытной — 58,2 кг). На основе полученных результатов автор рекомендовал для повышения биологической полноценности зимних силосных рационов коров, сбалансированных по каротину, включать в последние по 0,5—1 мг α -токоферола на 1 кг живой массы животного.

Аналогичные результаты были получены и в наших исследованиях: использование витамина Е в дозе 0,5 мг на 1 кг живой массы, или 290 г на 1 т комбикорма, незначительно повышало молочную продуктивность (на 5 %), увеличивало суточный синтез молочного белка (на 11 %), улучшало витаминный состав молозива (молока), достоверно сокращался сервис-период (от 81 до 52,6 дня) и кратность осеменений до оплодотворения (от 2,16 до 1,6 раза), а также повышалась интенсивность роста новорожденных телят в первые 90 дней их жизни (на 33 %). Однако высокий экономический эффект от использования препарата витамина Е проявляется лишь при комплексном его использовании с витамином А. Это объясняется тем, что дополнительное включение витамина Е как монодобавки активизирует обмен витамина А и повышает в нем потребность.

Взаимодействие токоферолов и витамина А

Вопрос комплексного использования витаминов Е и А в одной добавке усложняется особым физиологическим взаимодействием этих двух групп биологически активных веществ. Несомненное значение имеют токоферолы в сочетании с витамином А для регуляции устойчивости клеточных оболочек и внутриклеточных органелл, причем витамин А снижает эту устойчивость, а витамин Е препятствует ее снижению. В еще большей степени токоферолы оказывают воздействие на усвоение организмом каротина. По данным Бурнс (1951), при наличии в пище лабораторных живот-

16. Молочная продуктивность коров при использовании в их кормлении витамина Е и комплекса витаминов А и Е (опыт 1)

| Показатели | Группа | | | |
|---|--------------|-----------------------|---|---|
| | 1 (контроль) | 2 (200 мг витамина Е) | 3 (200 мг витамина Е+50 тыс. ИЕ витамина А) | 4 (400 мг витамина Е+50 тыс. ИЕ витамина А) |
| Удой за первые три месяца лактации, в среднем на 1 голову, кг | 1440 | 1525 | 1764 | 1542 |
| % к контролю | 100 | 105,9 | 122,5 | 107,1 |
| Валовая продукция молочного жира за три месяца лактации, кг | 51,8 | 50,9 | 63,3 | 60,8 |
| % к контролю | 100,0 | 98,2 | 122,2 | 117,3 |
| Среднесуточная продуктивность за первый месяц лактации, кг | 18,8 | 19,7 | 21,7 | 21,2 |
| % к контролю | 100,0 | 104,8 | 115,5 | 112,9 |
| Среднесуточный выход жира, г | 660,0 | 663,0 | 847,0 | 835,0 |
| Содержание жира в молоке, % | 3,77 | 3,69 | 3,90 | 3,93 |

ных малых или умеренных количеств каротина содержание в ней токоферола не должно превышать 1 мг на голову в сутки.

Повышение уровня витамина Е в этом случае приводит к ухудшению использования каротина и истощению запасов витамина А в печени.

В отдельных случаях комплексная добавка витаминов А и Е практически не дает никакого эффекта. Так, опыты А. Орвидас и А. Руткаускас (1968), проведенные в Прибалтике, показали, что комплексное использование витаминов А и Е не имеет никакого преимущества перед дачей только витамина А.

Результаты наших исследований показали, что комплексное использование витаминов Е и А повышает молочную продуктивность коров в пределах 15—22 %. Причем эффективность комплексного использования определяется их соотношением в добавке. Наибольший эффект с высокой статистической достоверностью был получен как в первом (табл. 16), так и втором (табл. 17) опыте при даче 200 мг витамина Е и 50 тыс. ИЕ витамина А.

Увеличение в комплексной добавке витамина Е до 400 мг дает примерно такой же эффект, как в дозе 200 мг. С другой стороны, увеличение дозы витамина А от 50 до 100 тыс. ИЕ при сохранении одного и того же уровня витамина Е достоверно повышает молочную продуктивность. То есть использование витамина А в кормлении молочного скота оказывает большее влияние на уровень молочной

17. Молочная продуктивность коров в зависимости от уровня и соотношения витаминов А и Е в рационе (опыт 2)

| Показатели | Группа | | | |
|---|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | 1 (Е—200 мг, А—50 тыс. ИЕ) | 2 (Е—400 мг, А—50 тыс. ИЕ) | 3 (Е—200 мг, А—100 тыс. ИЕ) | 4 (Е—400 мг, А—100 тыс. ИЕ) |
| Удой за первые три месяца лактации на 1 голову, кг | 1426 | 1447 | 1601 | 1670 |
| % к I группе | 100 | 101 | 112 | 117 |
| Продукция молочного жира за три месяца лактации, кг | 50,7 | 52,5 | 50,9 | 59,4 |
| % к I группе | 100 | 104 | 100 | 117 |
| Содержание жира в молоке, % | 3,55 | 3,63 | 3,18 | 3,56 |
| Суточный удой за первый месяц лактации, кг | 16,6 | 16,4 | 19,1 | 18,8 |
| % к I группе | 100 | 99 | 115 | 113 |
| Среднесуточный выход жира, г | 590 | 585 | 656 | 717 |
| % к I группе | 100 | 99 | 111 | 122 |

продуктивности, чем витамина Е. Однако такое заключение верно лишь в случае рассмотрения продуктивности как количественного показателя, без затрагивания ее качественной стороны (выход сухого вещества, продукция молочного жира, белка, витаминов и пр.).

Использование дисперсионного анализа для определения доли влияния (η^2) витаминов А и Е на продукцию молочного жира показало, что витамин Е оказывает примерно такое же влияние на продукцию молочного жира, как витамин А на синтез молока (количественный показатель). Для увеличения молочной продуктивности с одновременным повышением или сохранением той же жирномолочности необходимо определенное соотношение витаминов А и Е в добавке. В наших исследованиях оно было следующим: 200—250 ИЕ витамина А на 1 мг витамина Е или 50—60 тыс. ИЕ витамина А и 200—250 мг витамина Е на голову в сутки при продуктивности коров 3800—4500 кг молока за лактацию.

Витамин Е при использовании его как монодобавки не оказывает или оказывает очень малое действие на увеличение продукции молочного жира. Как видно из таблицы 15, введение в рацион молочных коров 200 мг витамина Е (2-я группа) не дает практически увеличения ни молочной продуктивности, ни синтеза молочного жира. В то же время использование этой дозы витамина Е в комплексе с 50 тыс. ИЕ витамина А (3-я группа), повышает уровень молочной продуктивности и выход молочного жира на 22 %. Увеличение витамина Е в добавке до 400 мг обеспечивает

несколько меньший эффект в сравнении с предыдущей добавкой.

Аналогичная картина наблюдается и в отношении синтеза белка: увеличение дозы скармливания витамина Е от 200 мг до 400 мг в комплексной добавке, содержащей 50 тыс. ИЕ витамина А, способствует повышению продукции белка с молоком от 12 до 25 % по сравнению с контролем. Это связано как с увеличением молочной продуктивности, так и частично с повышением содержания азотистых веществ в молозиве и молоке.

При этом использование витамина Е как монодобавки способствует повышению удельного веса α -лактальбумина, а комплекса витаминов А и Е — повышению иммуноглобулиновой фракции.

Витаминный состав молока — важнейший показатель его качества и биологической полноценности. Во всех опытах использование витаминов А и Е способствовало повышению уровня в молоке витаминов А, В₂, В₁₂, холина.

Эффективность комплексного использования витаминов А и Е в кормлении молочного скота оценивалась и по продуктивным способностям животных (продолжительность сухостойного и сервис-периода, кратность осеменений, интенсивность развития новорожденных телят). При комплексном использовании витаминов продолжительность сервис-периода сократилась с 81 до 52,6 дня и значительно повысилась интенсивность развития приплода.

Таким образом, наиболее высокий эффект может быть получен при комплексном использовании витамина Е в дозе 200 мг (0,5 мг на 1 кг живой массы, или 293 г на 1 тонну комбикорма) и витамина А в дозе 50 тыс. ИЕ на голову в сутки (1250 ИЕ на 1 кг живой массы, или 62 г на 1 тонну комбикорма), то есть при включении в добавку на каждый 1 мг витамина Е до 250 ИЕ витамина А.

Потребность в витамине D и особенности его обмена

Как и у других видов сельскохозяйственных животных, потребность крупного рогатого скота в витамине D удовлетворяется как за счет эндогенного его синтеза, так и экзогенного поступления при использовании отдельных видов кормов.

Провитамин эргокальциферола (D₂) является стероидом растительного происхождения — эргостерин, провитамином холекальциферола (D₃) — 7-дегидрохолестерин, содержащийся в коже и других тканях животных. Превращение эргостерина и 7-дегидрохолестерина соответст-

18. Содержание витамина D₂ в некоторых кормах (по данным разных авторов)

| Корм | Витамин D ₂ , ИЕ/кг натуральной влажности |
|---|--|
| Сено: | |
| высушенное в хорошую погоду: | |
| на земле, злаковое | 600 |
| бобовое | 750—900 |
| на вешалах, разное | 400—500 |
| Сено: | |
| люцерновое солнечной сушки | до 2000 |
| высушенное в плохую погоду | 100—250 |
| высушенное искусственно | до 100 |
| Силос кукурузный, заложенный в солнечную погоду | 60—100 |
| Силос кукурузный, заложенный в пасмурную погоду | до 30 |
| Сенаж злаковых и бобовых | 50—288 |
| Силос люцерновый | 700 |
| Солома яровая, убранная в хорошую погоду | 50 |
| Зеленые корма свежие | 1—10 |

венно в витамины D₂ и D₃ происходит при облучении под влиянием ультрафиолетовой области спектра с длиной волны 255—313 нм. Основным источником витамина D₂ для крупного рогатого скота являются растительные корма, которые в процессе заготовки подвергаются воздействию солнечной инсоляции — это сено, сенаж, солома, убранная в хорошую погоду, частично силос (табл. 18).

Интенсивность синтеза холекальциферола в организме животного также достаточно высока, но только в летние месяцы и при пастбищном содержании. Так, при содержании коров на пастбище или в открытых загонах по 6—12 ч в сутки в течение летних месяцев в коже животных под действием ультрафиолетовых лучей ежедневно может синтезироваться до 4000 ИЕ витамина D₃. При пасмурной погоде и кратковременной пастьбе синтез витамина D₃ снижается. В условиях круглогодичного стойлового содержания крупного рогатого скота и использования кормов искусственной сушки потребность животных в витамине D может быть удовлетворена только за счет использования кормовых его препаратов или искусственного облучения животных.

Облучение коров ультрафиолетовыми лучами ртутно-кварцевой лампы в течение зимне-весеннего периода способствует нормализации D-витаминного питания животных и повышению молочной продуктивности (табл. 19).

19. Влияние облучения коров на их молочную продуктивность (по данным Квитко Г. П., 1968)

| Продолжительность облучения, мин | Возраст коров, лет | Надой молока за 300 дней лактации, кг | |
|----------------------------------|--------------------|---------------------------------------|----------------------|
| | | в опытной группе | в контрольной группе |
| 10 (ежедневно) | 3—6 | 3535 | 2855 |
| 20 (через день) | 3—6 | 3271 | 2780 |
| 15 (ежедневно) | 5—10 | 6246 | 4275 |

По данным Р. Ф. Видова (1957), ежедневное 8—16-часовое облучение телят лампами ЭУВ-15 в зимне-весенний период по биологическому действию эквивалентно примерно 20 тыс. ИЕ витамина D, введенного подкожно.

При пероральном введении витамин D всасывается главным образом в тонком отделе кишечника в присутствии желчи и жиров пищи. У жвачных значительное количество эргостеролов разрушается в преджелудках. После всасывания он поступает главным образом в лимфатическую систему, пополняя депо крови и печени.

В отличие от витамина А, витамин D накапливается в организме животных в относительно малых количествах. Результаты исследований Геррана и др. показали, что при суточном потреблении витамина D на уровне от 3 до 48 ИЕ/кг живой массы его содержание в крови и печени телят при убое колебалось соответственно от 988 до 2645 ИЕ и от 282 до 579 ИЕ. В печени молочной коровы максимально накапливается около 4000 ИЕ витамина D. Такая же концентрация обнаружена и в цельной крови коров (цит. по Хенниг А., 1976). Причем в печени взрослого животного депонируется во много раз больше витамина D₃, чем витамина D₂ (20 тыс. по сравнению с 900—3300 ИЕ). То есть примерно из общего содержания витамина D 90—95 % приходится на витамин D₃ (Петухова Е. А., 1975).

Несколько большие показатели по накоплению витамина D в печени и крови телят получены в опытах Р. А. Селеметова (1963) при включении в рацион животных облученных дрожжей (табл. 20, 21).

Кроме крови и печени, витамин D₃ накапливается непосредственно в месте своего образования, в коже. Гюнтер и др. (1967) установили, что в коже молочной коровы в течение зимних и ранних весенних месяцев в сумме содержится более 10000 ИЕ витамина D₃, что примерно в 2—3 раза превышает его количество в печени или во всей крови.

20. Содержание витамина D в печени 4-месячных бычков (по Селеметову Р. А., 1963)

| Группа | Витамин D в рационе и подкормке | Витамин D, ИЕ | | |
|------------------|---|---------------|----------------|---------------------|
| | | в 1 г печени | во всей печени | на 1 кг живой массы |
| Контрольная (ОР) | 40—60 % от принятой нормы (10 ИЕ на 1 кг живой массы) | 1,6—2,4 | 5060 | 48,2 |
| Опытная | Витамин D основного рациона + 50 ИЕ на 1 кг живой массы в сутки из облученных дрожжей | 9,8 | 21570 | 194,2 |

Использование витамина D на синтез молока незначительное. Несмотря на то, что корова способна синтезировать только холестерол, она усваивает как содержащийся в корме холестерол, так и эргостерол. Часть этих стеролов разрушается в пищеварительном тракте, остальные — в самом организме. Только 0,5—1,5 % активированных стеролов переходит в молоко. То есть в молоке содержится как витамин D₂, так и витамин D₃. Соотношение между этими формами витамина зависит от их содержания в рационе. Однако основным антирахитическим фактором в молоке является витамин D₃.

Зимой при обычном кормлении в молоке коров содержится около 6—10 ИЕ/л этого витамина, летом 26 ИЕ и более. Минимальное количество витамина D в молоке выделяется весной, когда запасы организма животного уже истощены.

Увеличение уровня витамина D в рационе не всегда способствует росту его концентрации в молоке. Так, в ис-

21. Содержание витамина D в крови телят в зависимости от его количества в рационе и возраста животных

| Группа | Витамин D, ИЕ на 1 кг живой массы | Витамин D, ИЕ в 1 мл крови | |
|-------------|-----------------------------------|----------------------------|------------------------|
| | | 20 дней (начало опыта) | 120 дней (конец опыта) |
| Контрольная | — | 2,64 | 1,30 |
| 1 | 10 | 2,32 | 2,73 |
| 2 | 20 | — | 5,16 5,79 |
| 3 | 50 | 2,38 | 6,80—7,55 |

следованиях Ленкайта и Гюнтера попытка повысить антирахитическую активность молока путем скармливания коровам витаминов D_2 и D_3 в дозах до 16 000 ИЕ ежедневно в течение 330 и 385 дней оказалась неудачной. Антирахитическая активность молока в данном случае не повышалась. По данным этих же исследователей парентеральное введение витамина D_3 в дозах 8500 и 17 000 ИЕ повышало количественное содержание антирахитической активности молока не более чем на 1,28 %.

При подкожном введении коровам 60 000 ИЕ витамина D_2 в молоке его не обнаруживают. Аналогичные результаты дает и облучение животных. Коровы на бедных по витамину D рационах, но подвергающиеся ультрафиолетовому облучению, эквивалентному 10-часовому пребыванию на солнце в середине лета, продуцируют молоко с посредственным уровнем антирахитического витамина.

Значительное повышение D-витаминной активности молока происходит лишь после внутривенного введения около 480 000 ИЕ витамина D_2 еженедельно (опыт длился 17 недель). Возможно, при увеличении еженедельных доз до 480 000 ИЕ витамин D_2 попадает в молоко в результате нарушения проницаемости стенок капилляров и клеточных мембран молочной железы.

Таким образом, повышение уровня витаминов D_2 и D_3 в рационах мало сказывается на D-витаминной активности молока. В то же время количество витамина D в молоке коров начинает снижаться уже в первые два дня пребывания на D-авитаминной диете. В дальнейшем, через две недели после начала опыта, антирахитическая активность молока стабилизируется. Возможно, источником антирахитического фактора в молоке служат резервы организма, в частности различные активированные формы витамина D_3 как кетон 250, энольная форма кетона 250 и другие.

Экспериментальных данных о потребности крупного рогатого скота в витамине D сравнительно мало. Однако установлено, что она зависит от возраста, продуктивности, условий кормления (обеспечение рационов кальцием и фосфором, а для молодняка — поступление энергии с кормом).

Минимальная потребность молодняка крупного рогатого скота в витамине D находится в пределах 0,8—6,64 ИЕ на 1 кг живой массы. Увеличивая в рационе выращиваемых телят содержание кальция и тем самым изменяя соотношение Са : Р от 1,3 : 1 до 2,8 : 1, минимальная потребность в витамине D повышается до 7,8 — 10,6 ИЕ (цит. по Н. Т. Емелиной и др., 1970). Полученные данные показывают, что потребность в витамине D для предупреждения рахита (ос-

новного, но не специфического признака D-витаминной недостаточности) у молодняка крупного рогатого скота относительно невелика. Повышение этой нормы до 20—50 ИЕ на 1 кг живой массы способствует увеличению прироста на 15—20 %, нормализации биохимических показателей крови, улучшению состояния костной ткани.

Имеются предложения по применению и более высоких норм витамина D при выращивании молочных телят. Так, в исследованиях Смитт (1958) установлено, что повышение нормы витамина D от 4,5—7 ИЕ до 900 ИЕ на 1 кг живой массы в рационах телят 5—10-недельного возраста значительно улучшало использование кальция. Положительные результаты при применении таких высоких дозировок витамина, возможно, получены в кратковременных опытах и особых условиях проведения эксперимента (энергетическая обеспеченность рациона, соотношение других жирорастворимых витаминов и минеральных веществ). Кроме того, показатель лучшего использования кальция в данном случае не может служить критерием оптимальности дозировки витамина D, так как именно при гипервитаминозе D значительно повышается всасывание кальция и его содержание в крови. Токсичность витамина D для молодняка начинает проявляться уже при суточной дозе 0,5 млн. ИЕ. В этом случае интенсивность роста резко снижается, содержание кальция в сыворотке крови возрастает, магния — уменьшается, а кальцификация сосудистой системы усиливается. Это свидетельствует о том, с какой осторожностью следует использовать высокие дозы витамина D. Если использовать нормы, предложенные Смитт, то суточное поступление витамина D для телят в возрасте 5—6 мес составит 135—140 тыс. ИЕ, а 10-месячном возрасте оно достигнет 270—300 тыс., то есть будет приближаться к токсическому уровню.

Для стельных сухостойных и лактирующих коров рекомендуемые дозы витамина D не превышают 30 ИЕ на 1 кг живой массы (табл. 22).

Средние нормативы потребления витамина D могут изменяться в зависимости от сезона года и условий кормления в довольно широких пределах. Так, при содержании на пастбище и использовании выгула животные практически не нуждаются в добавках витамина D. Причем в этот период под воздействием солнечной инсоляции в организме накапливается избыточное количество витамина, который может частично инактивироваться. Возможно, одним из факторов, вызывающих инактивацию витамина D в организме служит избыточное поступление каротина с зелеными кормами и интенсивное его превращение в витамин А. Если

22. Потребность крупного рогатого скота в витамине D в сутки, ИЕ
(цит. по Тараненко Г. Р., 1974)

| Группа животных | На 1 кг живой массы | На одну кормовую единицу |
|--|------------------------|--------------------------------|
| Телята | 20—30 | 660—1000 |
| Молодняк старшего возраста | 10—15 | 500—600 |
| Молодняк при интенсивном стойловом откорме | 20—30 | 750—1100 |
| Коровы сухостойные | 20—30 | 1200—1800 |
| Коровы лактирующие | 20—30 | 900—1200 |
| Быки-производители при интенсивном использовании | 30—40 | 3000—3600 |

это так, то недостаточное обеспечение животных каротином в период интенсивного воздействия солнечной инсоляции может вызвать чрезмерные накопления витамина D со всеми вытекающими отсюда отрицательными последствиями. Это заключение косвенно может быть подтверждено описанием случаев возникновения D-гиповитаминозов в условиях нормального потребления витамина D, кальция и фосфора, в частности, в Новой Зеландии и Южной Австралии молодые овцы, у которых задерживался рост в течение зимних месяцев, в условиях достаточного кормления и солнечной инсоляции положительно реагировали на введение витамина D. Предполагают, что причиной этого является присутствие в рационах антивитамина D. Каротин известен как вещество, обладающее такой анти-D-витаминной активностью. В травах возможно могут содержаться и другие факторы, вызывающие инактивацию витамина D (П. МакДональд, 1970).

В зимний период потребность крупного рогатого скота в витамине D может быть обеспечена только за счет сена высокого качества, силоса из подвяленных трав или кукурузы. Однако включение в рационы сена или силоса не всегда гарантирует полное удовлетворение потребности животных и не исключает необходимости дополнительного введения препарата витамина D. Это связано с тем, что содержание витамина D подвержено существенным колебаниям в зависимости от технологии приготовления и хранения. Как правило, в условиях зимнего содержания у коров, особенно в конце этого периода, наблюдается повышение уровня общего белка и глобулинов с одновременным снижением альбуминов и белкового коэффициента. Такие изменения в первую очередь связаны с недостаточной обеспеченностью коров витамином D. Дополнительное введение витамина за-

23. Содержание в сыворотке крови общего белка и его фракций в зависимости от обеспеченности животных витамином D

| Белки сыворотки крови | Опытная группа | | | Белки сыворотки крови | Опытная группа | | |
|-----------------------|----------------|------|------|-----------------------|----------------|------|------|
| | контроль-ная | 1 | 2 | | контроль-ная | 1 | 2 |
| Общий | 7,35 | 7,62 | 7,68 | Глобулин | 3,47 | 3,41 | 3,25 |
| Альбумин | 3,88 | 4,21 | 4,43 | А/Г коэффициент | 1,15 | 1,27 | 1,39 |

метно улучшает состояние здоровья животных и одновременно содержание общего белка в сыворотке крови и увеличивает белковые коэффициенты.

Так, в исследованиях А. Г. Кудряшова (1970) инъекция витамина D в дозе 1 000 000 ИЕ один раз в неделю (1 группа) или скармливание той же дозы в составе кормосмеси (2 группа) обеспечивали увеличение альбуминовой фракции в сыворотке крови и повышение белкового коэффициента (табл. 23).

Аналогичные результаты получены в опытах Ш. А. Мкртчян (1977). Обогащение рационов телят витамином D₂ из расчета 20—50 ИЕ на 1 кг живой массы обеспечивало нормализацию обмена веществ и повышение роста животных. Под влиянием подкормки витамином D₂ в крови у телят увеличивалось количество эритроцитов, гемоглобина, содержание кальция, фосфора и других минеральных веществ.

Обращает на себя внимание тот факт, что использование витамина D₂ существенно повышает переваримость питательных веществ корма, особенно клетчатки (табл. 24). Это свидетельствует о том, что витамин D₂ оказывает оп-

24. Влияние витамина D₂ на переваримость питательных веществ корма, % (Мкртчян Ш. А., 1977)

| Показатели | ОР | ОР+20 ИЕ витамина D ₂ на 1 кг живой массы | ОР+50 ИЕ витамина D ₂ на 1 кг живой массы |
|-----------------------|-------|---|---|
| Сухое вещество | 69,04 | 72,39 | 73,26 |
| Органическое вещество | 70,65 | 73,44 | 74,44 |
| Протеин | 63,31 | 67,67 | 67,57 |
| Жир | 71,93 | 75,74 | 73,90 |
| Клетчатка | 40,66 | 46,67 | 47,39 |
| БЭВ | 83,38 | 84,38 | 86,44 |
| Зола | 47,62 | 58,86 | 57,79 |

ределенное положительное влияние на характер и интенсивность процессов, протекающих в желудочно-кишечном тракте животных.

Значительный эффект от использования витамина D наблюдается в тех районах, где для кормления крупного рогатого скота широко используются свежая или силосованная ботва сахарной свеклы, а также отходы свеклосахарного производства. При таких рационах значительно возрастает потребность животных в витамине D из-за нефизиологического соотношения Са : Р (избыток Са, дефицит Р). Причем максимума эта потребность может достичь в период активизации минерального обмена (глубокая стельность и начало лактации).

Наиболее часто D-витаминная недостаточность проявляется у ~~бычков~~ при свекольно-концентратном или жомовом откорме. Дефицит протеина, фосфора, витаминов А и D в рационе — основная причина того, что в недавнем прошлом во многих хозяйствах молодняк при жомовом откорме уже через 90—100 дней терял аппетит, резко снижал интенсивность роста, появлялись признаки остеомаляции.

Для устранения этого недостатка при жомовом откорме используют специальные витаминно-минеральные добавки. Состав одной из них приведен в таблице 25.

Использование при откорме крупного рогатого скота различных витаминизированных минеральных добавок оказывает исключительное влияние на интенсивность роста и использование корма. Причем этот эффект в значительной мере связан с дополнительным поступлением витамина D. Так, в исследованиях М. П. Коваль (1973) введение животным, находящимся на жомовом откорме, витамина D₂ в дозе

25. Состав премикса для жомового откорма
(по данным Бугаева А. А.) *

| Компонент | Содержится в 1 кг, г | Компонент | Содержится в 1 кг, г |
|--|----------------------|--------------------------------|----------------------|
| Витамин А (сухой концентрат) — 320 тыс. ИЕ в 1 г | 1,0 | Кобальт углекислый | 1,2 |
| Витамин D (сухой концентрат виденн 200 тыс ИЕ в 1 г) | 0,2 | Медь сернокислая | 2 |
| Витамин Е (сухой концентрат — 25 % токоферола) | 2 | Цинк сернокислый | 18 |
| Дрожжи облученные | 100 | Марганец сернокислый | 10 |
| | | Окись магния | 50 |
| | | Соль глауберова | 50 |
| | | Биовит-80 | 12 |
| | | Наполнитель (отруби пшеничные) | 752,5 |

* В состав комбикорма (зерносмеси) вводится в количестве 0,5—1 %.

| Группа | Масса в начале опыта, кг | Суточный привес, г | | | | Масса в конце опыта, кг |
|------------------------------------|--------------------------|--------------------|---------|--------|---------|-------------------------|
| | | ноябрь | декабрь | январь | февраль | |
| 1 — ОР (контроль) | 218 | 806 | 766 | 711 | — | 283,5 |
| 2 — (ОР + витамин D ₂) | 221 | 878 | 943 | 950 | 926 | 331,8 |

100 тыс. ИЕ один раз в две недели оказывает положительное влияние не только на основные стороны обмена веществ, но и способствует интенсификации рубцового пищеварения, выражающееся в более высокой трансформации аммиака в синтезе бактериального белка, повышении общего количества в лучшем соотношении ЛЖК.

В течение первого месяца откорма животные, получавшие витамин D₂, превосходили по привесам бычков контрольной группы на 8,3%, во второй месяц — на 18,8 и в третий — на 25,2 % (табл. 26).

Витамин D и воспроизводительная способность животных

Выраженный D-гиповитаминоз у молодняка крупного рогатого скота в период интенсивного роста может вызвать нарушения или отклонения в развитии полового аппарата. Обобщение опыта по кормлению крупного рогатого скота (Визнер Э., 1976) показывает, что в тех хозяйствах, где потребность в витамине D удовлетворялась зимой за счет высушенного на солнце лугового сена, а летом — пастбищ, плодовитость животных была выше, чем в хозяйствах, где обеспечение витамином D было низким. Нарушения полового цикла у коров, вызванные недостаточным поступлением кальциферола, устранялись применением витамина D. В исследованиях Коэна из 189 коров, считавшихся яловыми, 155 (85 %) пришли в охоту после инъекции витамина D (5—10 млн. ИЕ) в течение 21 дня. После первого осеменения стельность наступила у 91 коровы (61 % от 155), в то время как оплодотворяемость коров с нормальным половым циклом составляла при искусственном осеменении для этой местности только 55 %.

Статус витамина D приобретает особое значение для нормализации воспроизводства крупного рогатого скота в тех случаях, когда уровень обеспечения кальцием и фосфо-

27. Повышение жизнеспособности телят в зависимости от добавок препарата витамина D к рациону сухостойных коров (по данным Солуна А. С., 1958)

| Показатели | Группа | | | |
|--|-----------------------|----------------|-----------|---------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| | Месяцы рождения телят | | | |
| | март—апрель | январь—февраль | март | ноябрь |
| Продолжительность периода витаминизации коров, дни | 40 | 20 | 60—75 | 10—20 |
| Суточная доза препарата витамина D, ИЕ | 200000 | 270000 | 270000 | 540000 |
| Среднесуточные привесы новорожденных телят, г: | | | | |
| телочек | 757 | 528 | 904 | — |
| бычков | 860 | 616 | 860 | — |
| Содержание в крови, мг/% | | | | |
| кальция | 9,8—11,2 | 9,8—11,6 | 11,5—13,4 | 8,6—11 |
| неорганического фосфора | 5,8—7,0 | 4,8—10,1 | 5,6—7,7 | 6,0—7,6 |
| общего фосфора | — | 8,5—12,0 | 12,6—17,5 | 10,1—19 |

ром, а также их соотношение в рационе отклоняются от оптимума. В этих условиях применение препарата витамина D может оказать существенное влияние на предупреждение возможных нарушений воспроизводства.

Положительный эффект дает использование витамина D в периоды наиболее высокой потребности животных в минеральных веществах, например, к концу беременности и началу лактации. По наблюдениям А. С. Солуна (1958), природного облучения для стельных коров в условиях дождливого лета недостаточно для получения телят, не страдающих D-гиповитаминозом.

Введение витамина D стельным коровам путем инъекций заметно улучшает состояние и интенсивность роста новорожденных телят. Причем получаемый эффект находится в прямой зависимости от продолжительности витаминизации сухостойных коров. Здоровые телята получены от коров, которым витамины вводили 60—75 дней.

Значительно хуже был молодняк от коров, подвергавшихся витаминизации только на протяжении 20—10 дней (табл. 27).

При этом была обнаружена связь между уровнем Са и Р в крови стельных коров и жизнеспособностью новорожденных телят. От коров с клиническими признаками D-авитаминоза при сниженном содержании кальция в крови (7,6—9,0 мг/%) рождались телята, содержание кальция в

| Элементы | Возраст телят, дни | | | |
|----------|--------------------|----------|---------|-----------|
| | 3—7 | 30—40 | 60—70 | 90—100 |
| Кальций | 9,6—11,7 | 8,9—10,5 | 8,6—9,8 | 7,14—9,2 |
| Фосфор | 3,4—6,9 | 4,7—7,1 | 5,4—7,2 | 5,57—6,87 |

сыворотке которых не превышало 6,4—9,5 мг %, а фосфора 3,2—3,8 мг %.)

По результатам исследований Е. А. Петуховой, нормальное содержание Са и Р в сыворотке крови новорожденных телят — достаточно объективный критерий состояния запасов витамина D в их организме. И наоборот, снижение содержания кальция, неорганического и общего фосфора у новорожденных телят указывает на недостаток витамина D в период эмбрионального развития. У телят, родившихся зимой и не получавших дополнительно препарата витамина D, содержание Са в сыворотке крови с возрастом снижается, а неорганического фосфора повышается (табл. 28).

Эффективность действия витамина D значительно повышается на фоне достаточного обеспечения рационов витамином А. Так, в опытах Ф. Е. Голяркина совместное инъецирование витаминов А и D бесплодным животным оказывало положительное влияние на восстановление их воспроизводительной способности. По данным того же автора, в колхозах Калининского района Калининской области до применения витаминов А и D в практике животноводства на 100 коров и нетелей получали в среднем по 62 теленка. В первый год использования витаминов А и D, то есть инъецирования их животным внутримышечно и добавления в рацион хвои, на 100 коров и нетелей было получено 74, а на следующий год — 89,7 телят.

На основании этих исследований и результатов производственной проверки авторы считают, что наиболее оптимальная (лечебная) доза витаминов при их совместном использовании находится в пределах 200—250 ИЕ витамина А и 20—30 ИЕ витамина D на 1 кг живой массы.

Усиленное биологическое действие от совместного использования витаминов А и D проявляется не только в улучшении или восстановлении воспроизводительной способности животных, но и положительном влиянии на процесс беременности и интенсивность развития новорожденных телят.)

В-витаминное питание крупного рогатого скота

Многими исследованиями доказано, что рубцовая микрофлора может синтезировать тиамин, рибофлавин, никотиновую кислоту, пиридоксин, пантотеновую и фолиевую кислоту, биотин, витамин В₁₂ и витамин К. Причем концентрация перечисленных витаминов в рубцовом содержимом в зависимости от условий кормления может в десятки раз превышать этот показатель в рационе (табл. 29).

Изменяя условия кормления животных, можно направленно воздействовать на микробиологический синтез водорастворимых витаминов. Так, если корма содержат достаточное количество тиамина, рибофлавина, пиридоксина, никотиновой, пантотеновой и фолиевой кислот, биотина и кобаламина, то синтез перечисленных витаминов в рубце резко сокращается и усиливается, если в рационах дефицит витаминов. Например, коровы на бедных рибофлавином рационах продуцируют молоко с более высоким содержанием этого витамина, чем на обычных.

Введение в рацион добавок тиамина способствует высокому синтезу биотина, в меньшей степени пиридоксина и снижает синтез никотиновой кислоты. У жвачных недостаток никотиновой кислоты проявляется лишь в раннем возрасте, когда рубец еще не функционирует, а в рационе

29. Содержание витаминов (мкг/г сухого вещества) в кормах и рубцовом содержимом в зависимости от состава рациона (по данным Кон и Портер, 1953)

| Витамин | Сено | | Сено+зерно | | Солома+казеин | |
|-------------------------|--------|---------------------|------------|---------------------|---------------|---------------------|
| | рацион | рубцовое содержание | рацион | рубцовое содержание | рацион | рубцовое содержание |
| Тиамин | 0,8 | 2,1 | 5 | 3 | 0 | 1,8 |
| Рибофлавин | 13 | 11 | 9 | 13 | 1 | 12 |
| Никотиновая кислота | 27 | 50 | 32 | 60 | 2,1 | 25 |
| Пантотеновая кислота | 11 | 10 | 19 | 28 | 1,2 | 18 |
| Пиридоксин | 2,7 | 2,8 | 2,5 | 2,5 | 0,25 | 2,4 |
| Биотин | 0,14 | 0,16 | 0,12 | 0,22 | 0,004 | 0,17 |
| Фолиевая кислота | 0,40 | 1,7 | 0,25 | 2,3 | 0,08 | 1 |
| Витамин В ₁₂ | 0 | 5 | 0 | 6,5 | 0 | 8,3 |

недостаток витамина РР и триптофана. При этом наблюдается потеря аппетита, обезвоживание организма, слабость и внезапная гибель.

При использовании люцернового сена, где содержание ниацина значительно выше, чем в силосе или зерновом корме, концентрация указанного витамина в рубцовой жидкости и молоке коров снижается по сравнению с рационами, включающими силос и зерновые корма. Этим, очевидно, и объясняется снижение концентрации ниацина в молоке при переходе животных с пастбища на рационы, включающие сено.

Существенное влияние на синтез витаминов группы В оказывает состав рациона и физическая характеристика задаваемых кормов. Так, использование сена низкого качества снижает синтез тиамина, рибофлавина, никотиновой кислоты, а кукурузный силос и меласса стимулируют этот синтез. Скармливание измельченного зерна кукурузы оказывает большее влияние на синтез рибофлавина, чем то же количество целого зерна. При этом увеличение количества зерна кукурузы в рационе повышает концентрацию рибофлавина в рубцовом содержимом (Чарлес, 1943). Очевидно, включение кукурузы в рацион обеспечивает благоприятную среду для интенсивного развития микрофлоры.

Скармливание концентрированных кормов по сравнению с рационами, включающими сено, существенно повышает синтез тиамина, пантотеновой и фолиевой кислот, ниацина и витамина В₁₂.

В то же время, в целом рационы, содержащие сено, очевидно, служат лучшим источником витаминов группы В, чем концентратные. Исключение составляют рибофлавин и биотин, содержание которых в рубцовой жидкости, по данным Хаес (1966), было максимальным при концентратном типе кормления. Изучая влияние качества рациона на бактериальный синтез витаминов группы В в рубце, многие исследователи пришли к выводу о существенном воздействии на интенсивность этого процесса обеспеченности животных азотом с учетом его физико-химических свойств. В опытах Н. Ф. Ступака (1954) при изучении влияния уровня протеина в рационе на синтез тиамина, рибофлавина, никотиновой кислоты в рубце фистулированных овец была установлена прямая зависимость между этими показателями. В частности, снижение уровня протеина в рационе с 129,4 до 103,5 и 11,9 г соответственно снижало выделение в рубце тиамина с 2,78 до 0,32 мг%, рибофлавина с 13,42 до 0,72 и никотиновой кислоты с 48,5 до 0,66 мг%. Аналогичное снижение концентрации витаминов отмечалось в моче и кале. Кроме того, определение в крови пировиноградной кислоты пока-

30. Биосинтез витаминов при содержании овец на рационе с различным уровнем протеина (по данным Ступака Н. Ф.)

| Группы | Потребление протеина, % | Содержание витамина, мг %, в | | | | | | | | |
|--------|-------------------------|------------------------------|----------------|-------|----------------|----------------|------|----------------|----------------|------|
| | | рубцовой жидкости | | | моче | | | кале | | |
| | | B ₁ | B ₂ | PP | B ₁ | B ₂ | PP | B ₁ | B ₂ | PP |
| 1 | 129,4 | 2,78 | 13,49 | 48,50 | 13,5 | 13,1 | 47,5 | 30,4 | 33,9 | 90,1 |
| 2 | 103,5 | 1,35 | 6,96 | 37,30 | 9,8 | 9,2 | 38,6 | 22,3 | 25,9 | 41,4 |
| 3 | 11,9 | 0,32 | 0,72 | 0,66 | 1,2 | 1,2 | 2,2 | 3,1 | 3,5 | 4 |

зало, что ее количество у овец, содержащихся на рационах с низким уровнем протеина, составило 1,20 — 1,223 мг % по сравнению с 2,60—2,91 мг % при нормальном кормлении, что свидетельствует о недостатке витамина B₆, а следовательно, и нарушении его синтеза в рубце (табл. 30).

В более поздних исследованиях Hage (1975) при кормлении овец в течение семи месяцев синтетическим безбелковым рационом, содержащим мочевины, у них отмечались симптомы церебро-кортикального некроза (CCN). Введение в рубец овец, страдающих пониженным аппетитом и полиурией, комплекса витаминов (30 мг тиамин, 12 мг рибофлавина, 12 мг пиридоксина, 150 мг никотинамида, 15 мг пантотената кальция и 0,3 мг кобаламина) восстанавливало и нормализовало на протяжении трех недель потребление корма. Использование добавок только тиамин или никотиновой кислоты восстанавливало аппетит лишь частично.

В то же время добавление мочевины к рациону, содержащему достаточное количество легкогидролизуемых углеводов, обеспечивало интенсивный синтез в рубце рибофлавина, никотиновой и пантотеновой кислот, биотина. Так, введение в сбалансированный рацион коров в качестве источника азота мочевины и аммонийных солей повышало содержание биотина в молоке с 31,3 до 34,2 мкг/л (Виртанен, 1966). Это свидетельствует о том, что оптимальное содержание легкогидролизуемых углеводов является непременным условием бактериального синтеза витаминов.

К факторам, влияющим на микробный синтез, следует отнести использование антибиотиков. Работами А. Р. Вальдмана, И. Е. Мозгова, Н. И. Леонова, К. М. Солнцева убедительно показано, что скормливание антибиотиков ведет к повышению содержания отдельных витаминов в органах и тканях животных. Причем данный факт многие исследователи связывают прежде всего с улучшением жизнедеятельности микроорганизмов, способных к синтезу витаминов.

Особое место в регуляции микробнального синтеза в рубце принадлежит жирорастворимым витаминам и микроэлементам. По данным О. Б. Давыдова (1955), включение в рацион животных каротина и витамина А приводит к увеличению содержания тиаминa в молоке до 50 %. В свою очередь балансирование рационов жвачных по кобальту существенно меняет состав микрофлоры рубца (увеличивается на 95 % количество молочнокислых бактерий, на 86 % анаэробов, снижается процент гнилостных бактерий) и, как следствие, повышается синтез кобаламина, аскорбиновой кислоты и тиаминa, а в молоке — рибофлавина и витамина А. В опытах П. И. Жеребцова и др. (1971) незначительное повышение в рационе кобальта (от 1,07 до 2,60 мг) увеличивало концентрацию в сухом веществе рубцовой жидкости тиаминa от 520 до 882 мкг %, кобаламина от 195 до 386 и рибофлавина от 2437 до 2661 мкг %.

✓Наличие значительного количества витаминов группы В в рубцовом содержимом является результатом взаимодополняющего синтеза отдельных видов микроорганизмов. Если из рубцового содержимого получить их чистые культуры, то каждая проявляет специфическую потребность в отдельных витаминах, необходимых для роста, и способность синтезировать те или иные витамины. Например, в исследованиях В. С. Подгорского (1969) была изучена потребность в витаминах у 76 штаммов молочнокислых бактерий, выделенных из рубца крупного рогатого скота. Результаты исследований показали, что все они нуждаются для роста в биотине и никотиновой кислоте, три разновидности *Lactobacterium casei*, в отличие от *L. plantarum*, растут без рибофлавина и фолиевой кислоты. Гетероферментативные молочнокислые палочки и *Streptococcus lactis* проявляют потребность в тиамине, энтерококки — в рибофлавине и пиридоксине, а *Str. faecium* и *L. breve* — в фолиевой кислоте. То есть, если из рубцового содержимого получить чистые культуры, то их можно разделить по способности к синтезу того или иного витамина. Допустим тиаминa разделить на две группы: синтезирующих и не синтезирующих этот витамин.

Причем таких анабиотических групп микроорганизмов очень много и в отношении других витаминов группы В. В целом образуется биологическая система, способная синтезировать широкий спектр витаминов. Изменения условий кормления оказывает влияние прежде всего на качественное соотношение микроорганизмов и тем самым существенно меняет количественный синтез отдельных витаминов в рубце.

Многие исследователи приходят к выводу, что витамины, синтезируемые микроорганизмами, — это не только продукт метаболизма, но и фактор, необходимый для их роста.

Схематически эту симбиотическую систему Нурмикко (1955) представил следующим образом. Два организма нуждаются в факторах роста С и Е. Изолированно друг от друга они не могут существовать, но в симбиозе они обеспечивают друг друга этими факторами.

В исследованиях на *Lactobacillus arabinosus* и *Streptococcus faecalis* он демонстрировал подобный симбиоз: последний из названных микроорганизмов способен синтезировать фолиевую кислоту только до стадии образования фенилаланина, который используется *Lactobacillus arabinosus* 17-5 в следующей реакции: фенилаланин → Р-аминобензойная кислота → фолиева кислота. Таким образом, эти две группы микроорганизмов в симбиозе могут синтезировать фолиевую кислоту, но раздельно они к этому синтезу не способны.

Изучение этих симбиотических систем открывает возможность направленного воздействия на В-витаминное питание жвачных с целью повышения продуктивности и улучшения качества получаемой продукции.

Особенности витаминного питания молодняка крупного рогатого скота

Если у взрослых животных потребность в витаминах группы В полностью обеспечивается за счет их микробного синтеза в рубце, то для молодняка вопрос обеспечения витаминами группы В решается несколько по-иному. Так, в сравнительно короткий отрезок времени от рождения до 3—20-недельного возраста, когда рубец функционирует еще слабо, молодняк, подобно моногастрическим животным, нуждается в поступлении витаминов группы В извне.

Особое место в питании телят принадлежит витамину В₁₂, концентрация которого в рубце служит прямым показателем интенсивности процессов ферментации. Суточная доза витамина В₁₂ в количестве 20—40 мкг на 1 кг сухого вещества рациона считается достаточной для удовлетворения потребности телят в этом витамине.

С возрастом, по мере развития рубца и усиления функциональной деятельности, у телят отмечается существенное нарастание микробного синтеза отдельных витаминов группы В: к 20—30-дневному возрасту увеличивается синтез кобаламина, к двум месяцам — рибофлавина и к

31 Витаминный состав молозива и молока коров черно-пестрой породы в зависимости от сезона года и периода лактации, мг/л

| Витамины | Период года | Периоды после отела, дни | | |
|------------------------|-------------|--------------------------|-----------|-----------|
| | | 5 | 10 | 15 |
| А | Весна | 3,23±0,65 | 0,61±0,08 | 0,53±0,06 |
| | Осень | 5,22±0,56 | 0,53±0,07 | 0,38±0,04 |
| Каротин | Весна | 1,35±0,16 | 0,30±0,04 | 0,23±0,02 |
| | Осень | 1,92±0,13 | 0,39±0,02 | 0,27±0,02 |
| Тиамин | Весна | 0,94±0,12 | 0,65±0,07 | 0,69±0,08 |
| | Осень | 1,06±0,06 | 0,68±0,09 | 0,88±0,14 |
| Рибофлавин | Весна | 2,63±0,26 | 1,74±0,10 | 1,56±0,07 |
| | Осень | 3,71±0,29 | 2,19±0,20 | 1,96±0,08 |
| Никотиновая кислота | Весна | 2,37±0,06 | 2,36±0,05 | 2,28±0,07 |
| | Осень | 3,08±0,03 | 2,50±0,03 | 1,90±0,03 |
| Холин | Весна | 755±69,9 | 363±15,5 | 332±21,7 |
| | Осень | 631±30,2 | 246±14,1 | 237±11,3 |
| В ₁₂ , мг/л | Весна | 3,56±0,50 | 2,98±0,45 | 1,85±0,24 |
| | Осень | 2,15±0,11 | 1,86±0,09 | 1,92±0,26 |

четырёхмесячному возрасту — синтез тиамина и других витаминов группы В.

Как видно, наиболее ответственным промежутком времени для телят, требующим контроля по широкому спектру как жирорастворимых, так и водорастворимых витаминов, служит период от рождения до 30—60-дневного возраста, когда уровень обеспечения молодняка полностью зависит от наличия витаминов в молозиве и молоке.

Многочисленные исследования, проводимые в области витаминного питания крупного рогатого скота, показывают, что уровень витаминов в молозиве (молоке) коров, а следовательно, и степень обеспечения телят в молочный период отдельными витаминами изменяется в широких пределах в зависимости от многих факторов: условий кормления и содержания, сезона года и стадии лактации, возраста, физиологического состояния, породных и индивидуальных особенностей животных и многих других еще не учтенных факторов.

Сопоставление данных по содержанию витаминов группы В в молозиве и молоке коров с минимальной потребностью телят в этих витаминах дает возможность предполагать, что во многих случаях, применительно к конкретным условиям кормления дойного стада, отдельные витамины группы В могут выступать как лимитирующие факторы в питании молодняка.

Например, изучение витаминного состава молозива и молока (табл. 31) коров в сложившемся в условиях Украины типе кормления животных и сопоставление этих данных с

32. Содержание отдельных витаминов в молозиве и молоке коров в пересчете на 1 кг сухого вещества, мг/л

| Витамин | Весна | | Осень | |
|----------------------------------|----------|--------|----------|--------|
| | молозиво | молоко | молозиво | молоко |
| А (сумма витамина А+каротин), ИЕ | 62480 | 15518 | 98880 | 12390 |
| Тиамин | 4,70 | 5,26 | 5,60 | 6,31 |
| Рибофлавин | 13,15 | 11,72 | 17,60 | 13,10 |
| Никотиновая кислота | 11,85 | 16,74 | 15,40 | 14,28 |
| Холин | 3775 | 2669 | 3015 | 1781 |
| В ₁₂ , мкг/л | 17,80 | 13,90 | 10,75 | 14,43 |

суточной потребностью телят в отдельных витаминах показывает, что эта потребность не всегда удовлетворяется.

Так, потребность телят в витамине А для обеспечения оптимальных его запасов в организме и интенсивного роста животных находится в пределах 130—250 мкг на 1 кг живой массы. С молозивом (при выпойке 4—5 кг в сутки) телята получают около 250—300 мкг витамина А и при выпойке молока — около 30—40 мкг на 1 кг живой массы, то есть уже в возрасте старше 10-15 дней в обычных условиях кормления молочного скота, особенно в весенний и раннелетний периоды желательна дополнительная витаминизация молока.

Потребность новорожденных телят в витаминах группы В полностью обеспечивается за счет их поступления с молозивом и молоком (табл. 32). Исключение составляет витамин В₁₂, количество которого в молозиве как весной, так и осенью ниже минимальной потребности в нем (10,75—17,80 мкг вместо с 20—40 мкг по норме).

Снижение уровня белка в молозиве на протяжении первых десяти дней лактации сопровождается аналогичным снижением витамина А. С уменьшением содержания белка снижается соотношение витамин А: каротин, а связь белок — каротин возрастает. Между снижением уровня сыровоточных белков в молозиве за первые десять дней лактации и снижением соотношения витамин А: каротин существует обратная коррелятивная зависимость.

Не менее тесная связь между содержанием в молозиве витамина А, каротина, суммы витаминов группы В и жира. То есть характер взаимосвязей и соотношения отдельных веществ в молозиве (молоке) в значительной степени определяет интенсивность роста телят в молозивный период. Высокому уровню в молозиве витамина А не всегда соответствуют высокие показатели интенсивности роста телят. Избыточное содержание белка в рационе может привести к

32 Интенсивность роста телят в зависимости от уровня витамина А и протеина в рационе

| Группа | Количество витамина А на 1 г сырого протеина, ИЕ | Живая масса, кг | | Прирост живой массы, кг | | | Расход протеина на 1 кг прироста | |
|--|--|-----------------|---------------|-------------------------|-----------------|-------|----------------------------------|-----|
| | | в начале опыта | в конце опыта | за весь период опыта | средне-суточный | % | | |
| <i>Низкий уровень протеина в рационе (18 %)</i> | | | | | | | | |
| 1 | 12 | 51,29 | 114,57 | 63,28 | 0,719 | 100 | 545 | 100 |
| 2 | 25 | 50,29 | 118 | 68,71 | 0,769 | 106,9 | 510 | 93 |
| <i>Высокий уровень протеина в рационе (22 %)</i> | | | | | | | | |
| 1 | 12 | 51,57 | 127 | 75,43 | 0,857 | 100 | 571 | 100 |
| 4 | 25 | 51,85 | 132,71 | 80,86 | 0,919 | 107,1 | 533 | 93 |

снижению интенсивности роста животных. С другой стороны нормирование витамина А в расчете на единицу протеина в рационе обеспечивает повышение интенсивности роста животных и более эффективное использование азотистой части корма. Так, в наших опытах, где телята получали рационы с различным уровнем сырого протеина (19,7 и 23,5 %), повышение нормы скармливания витамина А с 12 до 25 ИЕ на 1 г сырого протеина рациона обеспечивало адекватное увеличение суточного привеса (на 6,9—7 %) и снижение затрат протеина на 1 кг прироста, как при низком, так и высоком уровне протеина (табл. 33), что связано с повышением коэффициента использования азота в организме телят (табл. 34).

34 Баланс и использование азота в организме телят в зависимости от уровня витамина А и протеина в рационе

| Группа | Количество витамина А на 1 г сырого протеина, ИЕ | Баланс азота, г | | | | | Коэффициент использования | |
|--|--|--------------------|-------------------|--------------|------------------|---------------------|---------------------------|---------------|
| | | поступило с кормом | выделено с кормом | переварилось | выделено с мочой | отделено в организм | по моче | переваренного |
| <i>Низкий уровень протеина (19,7 %)</i> | | | | | | | | |
| 1 | 12 | 79,82 | 18,07 | 61,75 | 30,45 | 31,3 | 39,3 | 50,0 |
| 2 | 25 | 78,96 | 18,26 | 60,70 | 27,37 | 33,3 | 42,3 | 54,6 |
| <i>Высокий уровень протеина (23,5 %)</i> | | | | | | | | |
| 3 | 12 | 91,21 | 21,28 | 69,93 | 42,73 | 27,20 | 30,0 | 38,4 |
| 4 | 25 | 90,88 | 21,96 | 68,92 | 39,69 | 29,23 | 32,4 | 41,8 |

Эффективность действия витамина А на интенсивность роста новорожденных телят определяется не только его соотношением с белком, но и с каротином. Установлено, что между уровнем витамина А, каротина в молозиве и живой массой телят существует тесная коррелятивная зависимость. Можно предполагать, что в условиях нормального А-витаминного обеспечения показатели интенсивного роста телят в первые дни жизни в большей мере зависят от соотношения витамин А : каротин, чем от количественного содержания витамина в молозиве. Чем быстрее происходит снижение уровня витамина А в молозиве в первые 10 дней лактации и чем меньшее соотношение между витамином А и каротином в молозиве 10-го дня, тем выше показатели интенсивности роста телят в этот период.

В отношении других витаминов в частности группы В, наблюдается отрицательное их влияние на интенсивность роста телят в первые 10 дней жизни: чем выше уровень суммы этих витаминов ($B_1 + B_2 + PP$) или отдельно витамина B_{12} и холина в расчете на единицу сухого вещества молозива, тем ниже видимая интенсивность роста молодняка. Возможно, это связано не с истинным падением интенсивности роста молодняка, а с тем, что в начале жизни животных в их организме происходит быстрое уменьшение количества воды. Последнее может нивелировать видимый рост телят. Кроме того, увеличение уровня в рационе витамина B_{12} может усилить процесс потери организмом воды вследствие повышенного отложения азота. √ Существование обратной коррелятивной зависимости между уровнем витамина B_{12} и видимой интенсивностью роста телят в первые десять дней их жизни нашло свое экспериментальное подтверждение в специально поставленных опытах по изучению эффективности использования витамина B_{12} в кормлении новорожденных телят. Исследования проводились на бычках от рождения до 30-дневного возраста в различные сезоны года в опытном хозяйстве «Кутузовка».

Результаты этих исследований показали, что использование препарата витамина B_{12} в дозе 20—40 мкг на голову в сутки положительно влияет на интенсивность роста телят, хотя в первые 10 дней жизни внешне этот эффект не проявляется. Наиболее высокие результаты от применения витамина были в весенний период, когда приросты телят, получавших препарат витамина B_{12} , были на 13—23 % выше, чем в контрольной группе (табл. 35). В летний и осенний периоды это превышение составило соответственно 7 и 6 %. Использование добавок витамина B_{12} , начиная с 10-го дня жизни телят, ростового эффекта не дало. Последнее свидетельствует о необходимости исполь-

25. Интенсивность роста телят в первые 30 дней жизни в зависимости от обеспеченности рационов витамином В₁₂

| Группа | Условия кормления | Содержание витамина В ₁₂ в суточном привесе, мг, мкг | Живая масса телят, кг | | | | Среднесуточный привес | |
|--------------|--|--|-----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------------------|-------|
| | | | при рождении | в 10 дней | в 20 дней | в 30 дней | г | % |
| <i>Весна</i> | | | | | | | | |
| 1 | ОР | 4,05 | 35,3 | 37,2 | 39,7 | 56,4 | 700 | 100 |
| 2 | ОР+20 мкг витамина В ₁₂ | 24,05 | 37,4 | 38,8 | 44,0 | 61,5 | 803 | 113 |
| 3 | ОР+40 мкг витамина В ₁₂ | 44,05 | 34,7 | 36,2 | 40,5 | 60,5 | 860 | 123 |
| <i>Лето</i> | | | | | | | | |
| 1 | ОР | 5,30 | 30,8 | 33 | 37 | 49,2 | 613 | 100 |
| 2 | ОР+20 мкг витамина В ₁₂ | 25,30 | 33,6 | 37,2 | 40,4 | 55,2 | 653 | 107 |
| 3 | ОР+20 мкг витамина В ₁₂ * | 25,30 | 33 | 35,2 | 38,6 | 50,6 | 586 | 95 |
| <i>Осень</i> | | | | | | | | |
| 1 | ОР | 11,70 | 33 | 38,7 | 41,6 | 55,1 | 738 | 100 |
| 2 | ОР+20 мкг витамина В ₁₂ | 31,70 | 32,6 | 37,3 | 39,8 | 56,5 | 796 | 106 |
| 3 | ОР+20 мкг витамина В ₁₂ и 500 мг холина | 31,70 | 31,3 | 36,0 | 39,6 | 54,5 | 773 | 104,5 |

* Витамин В₁₂ давали с 10-го дня жизни, в остальных случаях — с первого.

зования витамина с первых дней жизни теленка. Комплексное введение в рацион новорожденных телят витамина В₁₂ и холина практически не повлияло на интенсивность их роста. По-видимому, витамин В₁₂ и холин, участвуя в процессах метилирования, в какой-то мере являются взаимозамещающими.

Повышение интенсивности роста телят при использовании витамина В₁₂, очевидно, связано с лучшим использованием органических и минеральных веществ рациона. Как показали результаты опытов, введение в рацион телят витамина В₁₂ повышало отложение азота в организме от 43,3 до 55 % в весеннем опыте, от 55,7 до 59,9 % в летнем и от 54,6 до 55,8 % в осеннем (табл. 36). Усвоение фосфора (от поступившего) повышается от 78,4 в контроле до 83,3 % у животных, получавших дополнительно 20 мкг витамина В₁₂. Аналогичная картина отмечается и в отношении каль-

36. Баланс азота в организме телят в зависимости от уровня витамина В₁₂ в рационе

| Условия кормления | Баланс азота, г | | | | | | |
|---|-----------------|--------|--------------|------|--------------------|------------|------|
| | вскармливание | насосы | переварилось | | выделяется с мочой | отложилось | |
| | | | г | % | | г | г |
| Весна | | | | | | | |
| 1 ОР | 69,13 | 8,45 | 60,68 | 87,5 | 34,33 | 25,35 | 36 |
| 2 ОР+20 мкг витамина В ₁₂ | 69,13 | 8,11 | 61,02 | 89,6 | 27,02 | 33,87 | 49 |
| 3 ОР+40 мкг витамина В ₁₂ | 69,13 | 10,78 | 58,35 | 84,4 | 28,22 | 30,13 | 43 |
| Лето | | | | | | | |
| 1 ОР | 79,52 | 10,49 | 68,70 | 8,24 | 29,66 | 39,04 | 48,3 |
| 2 ОР+20 мкг витамина В ₁₂ | 79,52 | 9,37 | 70,04 | 87,9 | 28,05 | 41,99 | 52,4 |
| 3 ОР+20 мкг витамина В ₁₂ (10-го дня жизни) | 79,52 | 11,25 | 68,29 | 85,8 | 29,61 | 38,67 | 48,4 |
| Осень | | | | | | | |
| 1 ОР | 70,29 | 4,40 | 65,89 | 93,6 | 29,92 | 35,97 | 51 |
| 2 ОР+20 мкг витамина В ₁₂ | 70,29 | 5,65 | 64,64 | 91,9 | 28,59 | 36,01 | 51,3 |
| 3 ОР+20 мкг витамина В ₁₂ + +50 мг холина | 70,29 | 5,66 | 64,66 | 91,8 | 48,46 | 16,17 | 42 |

ция степень его использования в организме телят возрастает с 81 до 86 %.

Минимальный эффект от использования витамина В₁₂ получен в осенний период. Последнее связано с тем, что в этот период телята получали молозиво и молоко с высоким содержанием витамина А и каротина.

Это заключение нашло свое подтверждение в наших последующих опытах: введение в рацион телят в весенний период отдельно витамина А и витамина В₁₂ обеспечивало увеличение интенсивности роста телят в первый месяц жизни на 28 %, при совместном их использовании повышения интенсивности роста не наблюдалось. И лишь при увеличении дозы скармливания витамина В₁₂ от 20 до 40 мкг на фоне использования высоких доз витамина А отмечалось некоторое повышение интенсивности роста молодняка (табл. 37).

Говоря об эффективности использования витамина В₁₂ в кормлении новорожденных телят, следует отметить, что наиболее целесообразно его использовать от рождения до 20—40-дневного возраста. С 20—30-дневного возраста у телят отмечается интенсивный микробный синтез витамина В₁₂, восполняющий дефицит его в рационе.

37. Интенсивность роста поворожденных телят в зависимости от уровня витамина А и В₁₂ в рационе

| Группа | Условия кормления | Живая масса телят, кг | | | Прирост | | |
|--------|---|-----------------------|------|-----------|------------------|------------------|---------------|
| | | пр: ож-дени | в | в 30 дней | в день в рубц. к | средне-с точны г | % к конт-р-лю |
| 1 | ОР | 31,4 | 35,6 | 46,8 | 15,4 | 513 | 100 |
| 2 | ОР+витамин А 10 тыс. ИЕ | 34,4 | 41,6 | 54,2 | 19,8 | 666 | 129,8 |
| 3 | ОР+витамин В ₁₂ (20 мкг) | 34,2 | 39,6 | 52,0 | 17,8 | 593 | 116 |
| 4 | ОР+витамин А 10 тыс. ИЕ, В ₁₂ (20 мкг) | 34,8 | 37,8 | 50,6 | 15,8 | 526 | 102,5 |
| 5 | ОР+витамин А 10 тыс. ИЕ, В ₁₂ (40 мкг) | 35,4 | 40 | 52,2 | 16,8 | 560 | 109,1 |

Как видно из данных, приведенных в таблице 38, у всех подопытных телят, за исключением второй группы, в возрасте 30 дней отмечается значительный отрицательный баланс витамина В₁₂, то есть его выделение с калом значительно превышает поступление, что является объективным показателем синтеза этого витамина в рубце. Если принять среднюю усвояемость витамина В₁₂ за 85 %, то среднесуточный синтез в рубце у телят первой группы составит — 6,8 мкг, второй — 147,1 мкг, третьей — 219 мкг. Таким образом, использование препарата витамина В₁₂ оказывает значительное влияние на развитие рубцовой микрофлоры и последующий микробиальный синтез этого витамина. Микробиальный синтез других витаминов группы В в рубце 30-дневных телят практически отсутствует, о чем свидетельствует положительный баланс витаминов В₂, холина (табл. 39). Однако потребность телят в этот период при нормальных условиях кормления полностью обеспечивается за счет кормовых источников.

38. Баланс витамина В₁₂ в организме 30-дневных телят, мкг

| Группа | Условия кормления | Поступило в рубце, мкг | Выделилось с | | | Баланс (+, -) |
|--------|--------------------------------------|------------------------|--------------|-------|--------|---------------|
| | | | калом | мочой | всего | |
| 1 | ОР | 48,50 | 58,7 | 7,08 | 65,78 | -17,18 |
| 2 | ОР+20 мкг витамина В ₁₂ | 109,95 | 82,7 | 4,68 | 87,38 | +22,57 |
| 3 | ОР+20 мкг витамина В ₁₂ * | 89,70 | 112 | 5,04 | 117,04 | -27,34 |

* С 10-го дня жизни.

39. Баланс витаминов В₂ и холина в организме 30-дневных теллят в зависимости от условий кормления (за трое суток)

| Группа | Условия кормления | Витамин | Поступило, мг | Выделено, мг | | Переварено | | Усвоилось | | |
|--------|---------------------------------------|------------|---------------|--------------|---------|------------|------|-----------|----------------|-----------------|
| | | | | С мочой | С калом | мг | % | г | % поступившего | % переваренного |
| 1 | ОР | Рибофлавин | 27,08 | 3,98 | 7,54 | 23,10 | 85,3 | 15,56 | 57,4 | 67,3 |
| | | Холин | 638,3 | 5,13 | 43,92 | 633 | 99 | 589 | 92 | 93 |
| 2 | ОР+вита-мин В ₁₂ (20 мкг) | Рибофлавин | 27,08 | 3,17 | 9,78 | 23,91 | 88,3 | 14,13 | 52,1 | 59,1 |
| | | Холин | 638,3 | 8,14 | 34,18 | 630 | 98,7 | 596 | 93 | 94 |
| 3 | ОР+вита-мин В ₁₂ (20 мкг)* | Рибофлавин | 27,08 | 3,90 | | 23,19 | 85,6 | 14,37 | 53 | 61,9 |
| | | Холин | 638,3 | 4,56 | 52,61 | 634 | 99,3 | 581 | 91 | 91,9 |

* С 10-го дня жизни.

Таким образом, витамины группы В, в частности витамин В₁₂, являются существенным фактором, определяющим полноценность кормления новорожденных теллят в первые 30—60 дней их жизни.

ВИТАМИННОЕ ПИТАНИЕ СВИНЕЙ

Свиньи весьма чувствительны к дефициту ряда витаминов. У них часто встречаются смешанные гиповитаминозы, сопровождающиеся замедленным ростом молодняка, малоэффективным использованием кормов, снижением продуктивности, повышенной восприимчивостью к инфекционным и инвазионным заболеваниям. Недостаточный уровень витаминного питания свиней отрицательно влияет на качество и биологическую ценность получаемой продукции.

Наиболее чувствительны свиньи к дефициту витаминов А, D, В₂, В₃, РР, В₁₂, холина, поэтому рационы и по возможности сам организм животного необходимо систематически контролировать по уровню указанных витаминов.

Жирорастворимые витамины

Витамин А (ретинол). Недостаток этого витамина у поросят вызывает кератинизацию луковиц вкусовых сосочков, потерю вкуса, аппетита, остановку роста, а затем и сниже-

ние живой массы. Кератинизации подвергаются также эпителий легких, дыхательных путей, кишечника, мочевыделительной системы, матки, яичников. Кожа и слизистые оболочки теряют влажность и становятся сухими, что приводит к нарушению их барьерной функции, способствует и облегчает внедрение инфекции, и как результат — возникает ряд заболеваний инфекционного, простудного и алиментарного характера. Этим и объясняется широкое распространение пневмоний, бронхитов, кишечных заболеваний у поросят при недостаточном поступлении в их организм витамина А. Наиболее частыми клиническими признаками А-авитаминоза у поросят являются: нарушения координации движений, парез задних конечностей, кратковременные конвульсивные приступы, тонические судороги. В отдельных случаях тело животного покрывается коричневым жироподобным экссудатом (себорея). Часто течение А-авитаминоза осложняется бронхопневмонией, диспепсией, гастроэнтеритом. Больные поросята худеют, кожные покровы становятся желтовато-серого цвета, большинство их в дальнейшем приобретает вид заморышей или погибает.

Недостаток ретинола у взрослых животных вызывает ряд других отклонений, наиболее тяжелое из них — нарушение репродуктивной способности. У самок это выражается в ороговении слизистой оболочки влагалища, дистрофических изменений яичников, изменений полового цикла (овуляция хотя и осуществляется, однако имплантация оплодотворенных яиц происходит не всегда). Все это вызывает бесплодие, аборт, рождение мертвого или нежизнеспособного потомства. Наблюдаются послеродовые осложнения (задержание последа, метриты, маститы, заживание). У самцов происходит дегенерация спермиев, нарушается спермогенез и выпадает продукция полового гормона. Половая активность хряков заметно снижается.

Поросята в большинстве случаев погибают вскоре после рождения. Внутренние органы у них отекают, в стенках легочных альвеол и бронхов отмечаются вакуолизация и пролиферация (разрастание ткани путем новообразования), а в почках отсутствие мозгового вещества.

Свиноматки, длительный период содержавшиеся на концентратном рационе и не получавшие добавок витамина А, как правило, не приходят в охоту или она у них проходит атипично.

При нормировании витамина А для отдельных возрастных и производственных групп свиней учитывают обеспеченность рациона протеином, количество и соотношение в нем других витаминов, наличие макро- и микроэлементов.

Так, на превращение каротина в витамин А и усвоение последнего влияют количество и качество белка в рационе.

Эргокальциферол и холекальциферол (витамины D₂ и D₃) играют ключевую роль в процессах усвоения, а также обмена кальция и фосфора в организме. Они — наиболее лимитирующие витамины для свиней. Особенно чувствительны к его дефициту поросята. Характерные признаки недостаточности витамина D — извращение вкуса, изменения зубов и суставов, искривление конечностей, нарушение работы желудочно-кишечного тракта, снижение аппетита и привесов живой массы. Как и у других животных, у поросят различают рахит врожденный и приобретенный. Причиной первого является одностороннее кормление свиноматок в последние месяцы супоросности. В частности, рационы, не сбалансированные по протеину, минеральным веществам, а также витаминам, в первую очередь по витамину D, способствуют рождению слабых, недоразвитых поросят, в свою очередь низкое содержание витамина D и минеральных веществ в молозиве и молоке усугубляют болезнь.

Нарушения обмена веществ, связанные с дефицитом витамина D (рахит), проявляются наиболее отчетливо в период активного роста (у поросят от 2 до 6-месячного возраста). Развитию рахита способствуют несбалансированные (в первую очередь по кальцию, фосфору, витаминам D и А, белку) рационы, отсутствие моциона животных, ультрафиолетового облучения, содержание в сырых, плохо вентилируемых помещениях, желудочно-кишечные и легочные заболевания. Нередко причиной рахита может быть ранний отъем поросят. Недостаток витамина D отрицательно влияет на развитие костяка, привесы, оплату корма; молочную продуктивность свиноматок и D-витаминную ценность молока. У маточного поголовья наблюдается снижение оплодотворяемости, аборт, задержка последа, рождение мертвого, слабого, часто уродливого приплода.

Одним из ранних признаков заболевания у поросят является расстройство вегетативной нервной системы. Поросята становятся беспокойными, потеют, их моча приобретает аммиачный запах, аппетит извращен, они едят и пьют невозную жижу, грызут стены и кормушку, в результате чего наступает расстройство пищеварения. Наиболее характерным симптомом рахита в этот период у поросят являются тетании, возникающие на почве резкого падения уровня кальция в крови. Судороги и спазмы дыхательной мускулатуры часто являются причиной гибели животного. Тетания, как правило, проявляется у быстрорастущих и хорошо упитанных поросят, у которых еще слабо выражены изменения костяка.

При длительной недостаточности витамина D у животных опухают суставы, появляются чащеобразные утолщения на ребрах, искривляется позвоночник (у отдельных поросят спина имеет вид горба). Прорезывание зубов обычно задерживается. Наряду с поражением костной и зубной тканей наблюдаются симптомы слабости мышечно-связочного аппарата. Мышечная гипотония встречается почти у всех поросят, больных рахитом, особенно 2—4-месячного возраста. Заболевание нередко сочетается с фиброзным разрастанием костей, в местах механического скольжения (суставы челюсти). При хроническом рахите грудная клетка поросят обычно бывает плоская, ребра как бы вдавлены внутрь.

Наряду с клиническими изменениями рахит сопровождается нарушением ряда биохимических показателей крови, костной ткани и других органов. Наиболее характерные из них — это снижение концентрации фосфора и кальция в крови, в больших берцовых костях, содержание золы, а также активность в крови щелочной фосфатазы.

При балансировании рационов свиней по витамину D учитывают наличие и количество других витаминов, макро- и микроэлементов, их качество и форму солей. Так, длительное потребление с кормом повышенных доз витамина D способствует снижению содержания витамина А в печени и увеличению кальция в крови. Отмечается тесное взаимодействие между витамином D и цинком: добавки витамина D значительно повышают содержание цинка в костях рахитичных животных (при включении последнего в кормовые рационы). Кальциферолы повышают использование железа в процессах образования гемоглобина, влияют на поддержание в тканях концентрации меди, марганца, алюминия, стронция и титана (Орлинский Б. К., 1979). При содержании поросят на рационах, включающих соевый белок (до 32 %), снижается концентрация фосфора и повышается активность щелочной фосфатазы в сыворотке крови. Введение повышенных доз витамина D нормализовало эти показатели и предупреждало возникновение рахита у животных.

Чрезмерно большие дозы витамина D, применяемые иногда при профилактике и лечении рахита, могут вызвать токсические явления, сопровождающиеся расстройством ряда систем и органов, отдельные из которых могут иметь необратимый характер. При отравлении витамином D поражаются практически все системы организма, однако наиболее тяжело почки, сердечно-сосудистая система, опорно-двигательный аппарат, органы дыхания и двигательная система. При избытке витамина D снижаются привесы, раз-

рушаются кости, нарушаются функции размножения, наблюдаются нарушения в развитии плода. Одновременное введение высоких доз витаминов А и D снижает симптомы токсичности гипervитаминоза D.

Витамин Е (токоферол). Дефицит витаминов этого типа вызывает разнообразные изменения в организме. У свиней наиболее характерные из них — это нарушение функций размножения, мышечная дистрофия, ожирение и некроз печени, анемия, коричневая пигментация жировой ткани.

Витамин Е участвует в самых разнообразных биологических процессах, протекающих в организме животных.

В обычных условиях кормления дефицит витамина Е у свиней встречается крайне редко и лишь при длительном использовании рациона, в состав которого входят некоторые пищевые жиры и рыбий жир, возникают симптомы, характерные для Е-гиповитаминоза. Свиноматки, содержавшиеся на таком рационе, рожают нежизнеспособных поросят. В более старшем возрасте, вследствие нарушения белкового, углеводного, жирового и витаминно-минерального обмена животные становятся малоподвижными, аппетит у них понижен, наблюдается общее угнетение, мышечная слабость, нарушается координация движений. При длительном дефиците витамина Е развиваются дегенеративные изменения в поперечно-полосатой мускулатуре (мышечная дистрофия) и печени (некроз), появляется желто-коричневая окраска внутреннего жира. Мышечная дистрофия, возникающая обычно у быстрорастущих поросят массой 30—60 кг, проявляется внезапным парезом и параличом задних конечностей, а затем гибелью животных.

Мышечная дистрофия (беломышечная болезнь) и энзоотическая дистрофия печени у поросят обычно возникает в районах, где почвы бедны селеном. Заболевание можно предупредить или изменить введением токоферола или селена, причем последний в ряде случаев бывает более эффективным, чем витамин Е. Довольно распространена мышечная дистрофия свиней в Швеции. Причиной заболевания является включение в рацион кормов с нарушенной системой антиоксигидрантов (например, зерно, подпорченное во время уборки) и обогащенных ненасыщенными жирными кислотами. Способствует заболеванию недостаток в почве селена. В той же стране отмечены случаи вспышек энзоотического некроза печени при обильном кормлении поросят отъемышей ячменем. Заболевание не развивалось, когда к кормам добавляли 50 мг витамина Е или 2 мг селенита натрия на 1 кг рациона.

Отдельные витамины, макро- и микроэлементы оказывают определенное влияние на усвоение и обмен витамина Е.

Например, высокие дозы витамина А усугубляют недостаточность витамина Е и повышают потребность в нем. Введение в рацион, лишенный витамина Е, холина усиливает некроз печени у поросят, вызванный Е-витаминозом, а включение метионина смягчает течение заболевания. Добавки кобальта (по норме) способствуют повышению уровня витамина Е в печени. Оказывает влияние на усвоение и расход токоферола в организме и марганец. Тесная взаимосвязь существует между селеном и витамином Е: введенный в Е-дефицитный рацион селен предупреждает развитие некроза печени у свиней, а также снижает потребность животных в этом витамине.

Витамин К (филлохинон) катализирует синтез протромбина в печени — фермента, участвующего в процессах свертывания крови. У млекопитающих животных, в том числе и свиней, витамин К синтезируется микрофлорой кишечника, и К-авитаминоз у них может носить только вторичный характер (вследствие закупорки желчных протоков, острых воспалений кишечника, поджелудочной железы и других нарушений). Так как у поросят в первые недели жизни витамин К не синтезируется, то при раннем отъеме его рекомендуется давать с кормом; например, вводить в стартерный комбикорм в дозе 1—3 мг/кг. Согласно отдельным сообщениям (Андерсон, 1970), случаи гиповитаминоза К могут возникнуть у поросят при частом лечении их сульфаниламидными препаратами, некоторыми антибиотиками, коциостатиками или в связи с генетическим предрасположением.

Водорастворимые витамины

Витамин В₁ (тиамин, аневрин) входит в состав коферментов ряда ферментов, играющих ключевую роль в обмене углеводов, в частности при превращении пировиноградной кислоты. У новорожденных поросят заболевание возникает на фоне недостатка витамина В₁ в молозиве и молоке свиноматок. Эндогенные формы гиповитаминоза наблюдаются при заболеваниях желудочно-кишечного тракта, сопровождающихся катаром и воспалением. Развитию гиповитаминоза В₁ способствуют инфекционные заболевания и наличие ряда стресс-факторов (скученность животных, сырость, сквозняки, транспортировка необорудованными машинами, использование недоброкачественных кормов и др.). Появление авитаминоза В₁ у поросят-сосунов обусловлено неполноценным кормлением свиноматок, в частности длительного использования вареных кормов.

У поросят болезнь характеризуется общей слабостью, отставанием в росте, плохим аппетитом, поносами, судоро-

гами, нервными расстройствами. Как сопутствующее заболевание при гипо- и авитаминозе В₁ развивается анемия. У супоросных свиноматок могут наблюдаться преждевременные опоросы и рождение маложизнеспособного приплода. Недостаток тиамин в рационах повышает чувствительность животных к некоторым бактериальным и паразитарным заболеваниям.

На усвоение и использование тиамин определенное влияние оказывает состав рациона. В частности, углеводный рацион, лишенный тиамин, ускоряет наступление симптомов В₁-авитаминоза, а наличие жира смягчает тяжесть заболевания и удлиняет сроки появления его симптомов. Введение глюкозы животным, содержащимся на В₁-авитаминозном рационе, ускоряет развитие заболевания и гибель животных.

Витамин В₁ способствует биосинтезу витамина С: дефицит этого витамина вызывает снижение также уровня аскорбиновой кислоты в почках и печени. На фоне В₁-авитаминоза повышается потребность животных в рибофлавине (витамине В₂). Симптомы недостаточности тиамин смягчаются при дополнительном введении в рацион меди. Определенная взаимосвязь отмечена между тиамином и цинком. При наличии излишков последнего в организме тиамин способствует их удалению.

Витамин В₂ (рибофлавин). Гипо- и арибофлавинозы возникают у свиней при длительном использовании рационов, бедных витамином В₂, или в результате плохой усвояемости при нарушении функции желудочно-кишечного тракта и печени. Способствует заболеванию длительное использование антибиотиков, а также недостаток других витаминов, особенно тиамин, витамина РР и аскорбиновой кислоты. Важное значение в этиологии развития гиповитаминоза имеет состав рациона: увеличение его калорийности за счет жира, дефицит полноценного белка, массивные дозы никотиновой кислоты ускоряют появление симптомов заболевания. Недостаточность белка и низкое его качество резко повышают выделение рибофлавина с мочой и снижают содержание его в мышцах и печени.

Наиболее типичные симптомы арибофлавиноза у свиней, проявляются в несколько стадий (Труфанов А., 1972) и характеризуются, в первой стадии облысением лицевой части головы, живота, опуханием век, во второй — изменением органов зрения, сопровождающимся помутнением роговицы и конъюнктивитом, в третьей — общей мышечной слабостью, переходящей в атаксический парез, и в четвертой — общей слабостью, понижением температуры тела, замедлением пульса и дыхания.

Последняя стадия наблюдается практически на девятый день содержания животных на дефицитном по витамину В₂ рационе.

Следует также отметить, что между указанными выше стадиями заболевания провести четкую границу нет возможности и отдельные симптомы могут появляться на протяжении как всего периода болезни, так и по отдельным стадиям.

Недостаток рибофлавина в период роста приводит к выпадению волос, потере аппетита, замедленному росту, огрубению волосяного покрова, дерматитам, поносам, прогрессирующему истощению.

У свиноматок наблюдаются потеря аппетита, преждевременные опоросы, рождение мертвых или слабых поросят, у которых отмечаются отеки передних конечностей. Бывают случаи рассасывания или мумификация эмбрионов.

При балансировании рационов по рибофлавину следует учитывать, кроме прочих факторов, наличие и количество других витаминов и их взаимосвязь с витамином В₂. Например, недостаточность тиамин вызывает значительную потерю рибофлавина в организме (за счет выделения его с мочой). Аналогично влияют и большие дозы тиамин. Длительный дефицит рибофлавина приводит к нарушению обмена витамина С и снижению содержания последнего в крови и отдельных органах.

Отмечено тесное взаимоотношение рибофлавина с витамином В₁₂. Так, массированные дозы рибофлавина смягчают симптомы, вызванные недостаточностью витамина В₁₂, и стимулируют синтез этого витамина в организме. При недостаточности рибофлавина введение в избытке витамина В₁₂ одного или в сочетании с фолиевой кислотой усиливает симптомы арибофлавиноза и понижает содержание рибофлавина в печени. При недостатке рибофлавина нарушается обмен и других витаминов (никотиновой и фолиевой кислоты, пиридоксина). И хотя большинство сведений о взаимодействии витаминов получено в опытах на лабораторных животных, общую закономерность этих результатов следует учитывать и при витаминном балансировании рационов у свиней.

Витамин В₃ (пантотеновая кислота). Свиньи и особенно поросята весьма чувствительны к дефициту витамина В₃. Недостаточность пантотеновой кислоты у поросят может возникнуть при содержании их на рационах, состоящих на 80 % из зерна кукурузы. У поросят появляются дерматиты, грубеет волосяной покров и приобретает цвет ржавчины, нарушается координация движений («гусиный шаг»), вокруг глаз образуется темно-коричневый экссудат, возникают

заболевания желудочно-кишечного тракта, наблюдаются подкожные кровоизлияния, потеря сосательных рефлексов, выделения пантотеновой кислоты с мочой резко снижается. Если к этому времени пороссятам не ввести пантотеновой кислоты, то они погибнут от коматозного состояния.

Дефицит витамина В₃ в организме супоросных и лактирующих свиноматок может и не сопровождаться характерными клиническими признаками, но у них резко нарушаются функции воспроизводства, наступает мумификация или рассасывание плода, снижается аппетит, потребление воды. Длительный дефицит витамина В₃ может вызвать поносы, кожные заболевания, выпадение волос, образование опухолей в стенке желудка, кишечные кровоизлияния, поражения печени и надпочечников.

Недостаточность пантотеновой кислоты может усугубляться добавками витамина В₁₂, тогда как включение в рацион витамина В₃ повышает отложение витамина В₁₂ в печени. Аскорбиновая кислота смягчает течение пантотеновой недостаточности, а дефицит фолиевой кислоты в рационе частично усугубляет ее. Осложняет пантотеновую недостаточность и увеличивает потребность в ней повышенное количество жира в рационе.

Витамин В₄ (холин). Холиновая недостаточность у свиней может возникнуть не только в результате дефицита этого витамина в рационе, но и на фоне низкокачественной белковой диеты (дефицит метионина). Заболевание сопровождается общим угнетением, снижением аппетита, отставанием в росте и развитии. У пороссят и свищей отмечают жировое перерождение печени, опухание суставов ног. Достаточно характерным симптомом холиновой недостаточности у пороссят являются нарушения координации движения и подвижности суставов. Мозг у таких пороссят отстает в развитии вследствие недостаточного накопления протеолипидов, в состав которых входит холин. У супоросных свиноматок снижается плодовитость, у подсосных — молочность. Жизнеспособность пороссят очень низкая. При вскрытии отмечают жировое перерождение печени, кровоизлияние в почках, некроз цилиндрического эпителия, катаральное воспаление кишечника. Если холиновая недостаточность усугубилась еще и дефицитом метионина, картина авитаминоза обостряется — геморрагии наблюдаются не только в почках, но и в легких, надпочечниках и других органах.

Отдельные симптомы холиновой недостаточности, в частности ожирение печени, могут быть вызваны и избытком никотиновой кислоты, которая, выделяясь из организма в форме метилникотинамида, обедняет организм метиль-

ными группами, необходимыми для синтеза холина и метионина. Введение холина животным с Е-витаминной недостаточностью усиливает симптомы этого заболевания. Холин необходим для нормального усвоения и обмена витамина А, при его дефиците отложение витамина А в печени снижается. Для нормального функционирования холина необходимо участие фолиевой кислоты и витамина В₁₂.

Все эти моменты необходимо учитывать при составлении рационов и включении в их состав отдельных витаминов.

Никотиновая кислота (витамины РР никотинамид, витамин В₅) как активная группа многих клеточных ферментов играет ключевую роль в метаболизме углеводов, жиров, продуктов внутриклеточного обмена, активно участвует в окислительно-восстановительных процессах в организме, способствует пищеварению, улучшает кровообращение.

У свиней бактериальный синтез никотиновой кислоты происходит в основном в толстом отделе кишечника, но он не обеспечивает минимальную потребность животного в этом витамине. Что касается синтеза никотиновой кислоты из триптофана, то он осуществляется при наличии достаточного количества последнего в рационе. Триптофан, не использованный для синтеза белка, после ряда превращений трансформируется в никотиновую кислоту. Для этих превращений необходим витамин В₆ (пиродоксин). Дефицит последнего приводит к нарушению превращения триптофана, накоплению промежуточных продуктов и развитию гиповитаминоза.

Следует учитывать, что в кормах, используемых в свиноводстве, триптофана содержится весьма немного (для свиней 50 мг триптофана эквивалентно 1 мг никотиновой кислоты) и поэтому обогащать рацион указанной аминокислотой с целью РР-витаминного обеспечения не экономично. Кроме того, зерновые корма и отруби хотя и содержат никотиновую кислоту, но она находится там в трудноусвояемой форме. Поэтому рационы свиней, особенно молодняка, должны обязательно включать корма, содержащие витамин РР.

От недостатка никотиновой кислоты наиболее часто страдают отлученные поросята, чему способствуют наличие в рационе низкокачественного белка (дефицит триптофана и других витаминов комплекса В). Клиническое проявление болезни характеризуется сниженным аппетитом, специфическим поражением кожи, нарушением функций желудочно-кишечного тракта. У взрослых свиней характерные клинические признаки пеллагры встречаются крайне редко.

Установлена определенная взаимосвязь между витамином РР и содержанием в крови железа: под влиянием этого

витамина происходит мобилизация железа из органов (селезенки, поджелудочной железы) и повышение его содержания в крови.

Рацион, богатый жиром, может вызвать повышенное образование кетоновых тел, подавляющих биосинтез никотиновой кислоты из триптофана, что необходимо учитывать при балансировании рационов.

Витамин В₆ (пиридоксин). Недостаточность пиридоксина вызывает вторичные видимые и скрытые нарушения, зависящие от степени дефицита, его продолжительности и возраста животного. При типичном течении болезни развивается дерматит в области глаз, внутренних поверхностей бедер и на животе. Однако такое течение наблюдается у свиней очень редко, а В₆-авитаминоз протекает без поражения кожи и характеризуется преимущественно нервными симптомами. При патологоанатомическом вскрытии погибших поросят отмечают ожирение печени, коричневую пигментацию селезенки, увеличение общей массы почек и надпочечников. Введение пиридоксина В₆-авитаминозным пороссятам быстро излечивало их от указанных выше симптомов, за исключением почечных повреждений, которые оказались необратимыми.

Цианкобаламин (витамин В₁₂) стимулирует и регулирует работу кроветворных органов, участвует в синтезе нуклеиновых кислот, обмене белков, жиров, углеводов. В сочетании с фолиевой кислотой (витамином В_с) обеспечивает образование лабильных метильных групп, необходимых для разнообразных процессов биосинтеза.

Витамин В₁₂ участвует в обмене ряда аминокислот и способствует лучшему использованию белка организмом.

Общие клинические симптомы В₁₂-авитаминозов у свиней характеризуются задержкой роста, плохим использованием питательных веществ, анемией, поносами, рвотой, повышенной восприимчивостью к инфекционным и инвазионным заболеваниям. Отмечаются дерматиты, поражения почек, нарушения координации движений, параличи задней части туловища. Довольно часто В₁₂-авитаминоз у свиней (поросят) протекает в форме злокачественного малокровия, у свиноматок нередко наблюдаются запоздалый эструс, аборт, снижение массы поросят и уменьшение числа их в помете.

Кроме указанных симптомов, у поросят отмечают огрубение волосяного покрова, наличие экссудата на спине с очагами сыпи, появление экссудата вокруг глаз, нарушение координации движения задних конечностей, расстройств нервной системы и желудочно-кишечного тракта. Недостаточность витамина В₁₂ приводит у них к нарушению обмена

серусодержащих аминокислот, синтеза белка и понижению усвоения каротина.

При вскрытии павших поросят находят общую картину анемии и истощения, отмечают жировое перерождение печени и уменьшение размеров сердца, почек и селезенки.

Обмен витамина В₁₂ тесно связан с другими витаминами. Так, в частности, как уже упоминалось выше, он способствует депонированию витамина А в печени, стимулирует превращение каротина в витамин А.

Биотин (витамин Н). В организме взрослых свиней биотин синтезируется в количествах, достаточных для обеспечения их потребности, но у поросят этот синтез развит слабо и биотин должен поступать с кормом, в первую очередь с молозивом и молоком.

Недостаточность биотина может возникнуть у поросят при отсутствии или недостатке витамина в кормах, при длительных заболеваниях желудочно-кишечного тракта и инфекционных болезнях. Течение болезни усугубляется перегревом поросят и снижением уровня белка в рационе.

У больных животных снижается аппетит, наблюдается общее угнетение, задерживается рост и развитие. Характерно поражение кожи около глаз, на ушах, шее, а затем и по всему телу животного. Дерматит сопровождается выпадением волос, на подошвах и венчиках копытцев появляются кровоточащие раны, животные продвигаются с трудом, могут наблюдаться судороги конечностей. В тяжелых и запущенных случаях заболевания развивается общая слабость и истощение.

Экспериментальными опытами установлено, что включение в рацион свиней сырого яичного белка может вызвать у них биотиновую недостаточность. Последнее возникает в результате связывания биотина авидином — белком, который содержится в белке куриного яйца. Авидин, связывая биотин, лишает его возможности включаться в целый ряд ферментов и принимать участие в межклеточном обмене веществ, в частности в реакциях карбоксилирования и транскарбоксилирования. Разрушают биотин и сульфаниламидные препараты. В обычных условиях кормления признаки биотиновой недостаточности у свиней не возникают, так как потребность восполняется за счет кишечного синтеза.

Фолиевая кислота (витамин В₉). В обычных условиях кормления свиней недостаточность фолиевой кислоты не наблюдается. Причиной заболевания может явиться неполноценное и длительное кормление свиней вареными кормами, скармливание гранулированных и обработанных паром кормов, желудочно-кишечные заболевания и применение

сульфаниламидных препаратов, разрушающих этот витамин.

При недостаточности фолиевой кислоты у свиней наблюдается плохой аппетит, выпадение щетины и, в первую очередь, изменяется состав крови — нарушается образование красных и белых кровяных телец, тромбоцитов — развивается макроцитарная анемия. В целом симптомы заболевания протекают с клиникой гиповитаминозов группы В (плохой аппетит, общее исхудание, выпадение шерсти и т. д.).

Потребность свиней в жирорастворимых витаминах

В связи с переводом свиноводства на промышленную основу ряд растительных кормов, относительно богатых каротином, например зеленый корм, силос, морковь, и составляющих ранее восьмую часть рациона, теперь используют лишь в кормлении свиноматок. Поэтому в обеспечении потребности свиней витаминами, в частности витамином А, важную роль играют препараты химического и микробного синтеза.

Умелое сочетание природных источников витаминов и синтетических препаратов позволяет добиться оптимального обеспечения животных этими важными биологически активными компонентами, повысить количество и улучшить качество получаемой продукции.

Суточная потребность свиней в витамине А (из расчета на одну голову) составляет: для поросят-сосунов от 1000 до 3000 ИЕ, растущего молодняка 2000 ИЕ, откормочного поголовья — 1800 ИЕ, супоросных и подсосных свиноматок — соответственно 3000 и 4000 ИЕ, хряков в случной период — 5000 ИЕ.

При обеспечении животных витамином А за счет каротина растительных источников суточные нормы потребности последнего составляют (мг на голову): матки супоросные (живая масса 100—250 кг) — 30—60; матки подсосные (масса 140—300 кг) — 60—100; хряки в случной период — 70—180; ремонтный молодняк — 5—25, откормочные свиньи — 5—22 мг.

При наличии в хозяйстве кормов собственного производства, относительно богатых каротином, их следует скармливать свиноматкам. Например, для супоросной свиноматки в рацион можно включать 0,8—1 кг травяной муки хорошего качества, или 1,5—2 кг доброкачественного комбинированного силоса, или 1,5—2 кг зеленой массы молодой люцерны или бобово-злаковой смеси. Лактирующая свиноматка может получить 1—1,5 кг травяной муки, 2—2,5 кг

комбинированного силоса, а летом 2—3 кг молодой зеленой массы бобовых или злаковых культур.

Однако, как уже упоминалось, при интенсивном ведении свиноводства на промышленной основе, невозможно обеспечить животных витаминами только за счет натуральных кормов. Поэтому рационы свиней необходимо обогащать витаминными препаратами. Так, дополнительное введение в рационы ремонтных свинок, супоросных и лактирующих свиноматок препаратов витамина А в количестве 4000—6500 ИЕ значительно повышает процент оплодотворения свиноматок, их многоплодность, крупноплодность помета, жизнеспособность и интенсивность роста поросят.

Согласно последним экспериментальным данным, максимальная потребность свиноматок в витамине А составляет: для супоросных 5500, лактирующих 11000 и ремонтных 4500 ИЕ на 1 кг сухого корма.

В организме поросят до 50-дневного возраста каротин не трансформирует в витамин А, поэтому комбикорм для них обязательно следует обогащать препаратами витамина А. Особого внимания заслуживают поросята, матери которых в супоросный и лактационный период находились на низком А-витаминном обеспечении.

Для поддержания роста поросят требуется сравнительно мало витамина А (200—250 ИЕ на 1 кг корма), однако для нормализации обменных процессов (показатель — нормальное давление спинномозговой жидкости) и заметного накопления витамина А в печени, концентрация последнего в корме должна составлять 1500—2000 ИЕ/кг. Эту дозу можно рассматривать как минимальную суточную потребность. Оптимальная доза равна 4000 ИЕ/кг.

В производственных условиях доза скармливания витамина А поросятам-сосунам может быть увеличена до 4500—5500 ИЕ, а после отъема — до 4000—4500 ИЕ на 1 кг сухого корма. Согласно нормам Национального научно-исследовательского совета США (Купри, 1970) количество витамина А в рационе подсосных поросят должно равняться 2230 ИЕ/кг корма, при наличии в рационе 22 % сырого протеина и 3530 ккал переваримой энергии. По данным того же совета, для супоросных свиноматок живой массой 160—250 кг и на фоне рационов, содержащих 280 г сырого протеина и 6600 ккал переваримой энергии, требуется 8200 ИЕ витамина А на 1 голову в сутки. Подсосные свиноматки живой массой 140—200 кг, рацион которых содержит 750 г сырого протеина и 16500 ккал переваримой энергии, должны получать 16500 ИЕ витамина А на голову в сутки. Если сырого протеина и переваримой энергии в рационе меньше (150 г и 3330 ккал соответственно), то для анало-

гичных по массе свиноматок требуется только 3330 ИЕ витамина А на 1 кг корма или около 10000 ИЕ на голову в сутки.

Свиньям на откорме для поддержки роста достаточно получать 12 ИЕ витамина А в сутки, однако современные условия промышленного содержания, интенсивность роста животных, наличие стресс-факторов требует создания определенного резерва витамина в печени, что достигается при введении в рацион животным препаратов витамина в ежедневной дозе 1000—1500 ИЕ на голову. Согласно нормам НИИС США для откормочных свиней живой массой 40—60 и 60—100 кг следует вводить в рацион соответственно 3200 и 4330 ИЕ витамина А в сутки на голову.

При наличии в хозяйстве травяной муки хорошего качества и включении последней в рационы откормочного молодняка в количестве 3—5 % достигается оптимальная обеспеченность поросят в витамине А. Для повышения мясности туш и улучшения качества мясо-сальной продукции можно рекомендовать добавку витамина в количестве 1000 ИЕ на 1 кг сухого корма.

Витамин D. Потребность свиней в витамине D зависит от направления использования, возраста животных, интенсивности роста, наличия в рационе кальция и фосфора, их соотношения. В коже свиней довольно высокое содержание провитамина D (7-дегидрохолестерола) и при выгульном содержании животных синтезируется около 1,2 ИЕ витамина D на каждый см² облученной поверхности кожи, т. е. такое количество, которое значительно превосходит потребность животного. Однако в современных условиях промышленного содержания свиней и практически полном отсутствии витамина в кормах, необходимо обязательное включение препаратов витамина D в рационы этих животных. Потребность в витамине D для поросят-сосунов 250—300 ИЕ на голову в сутки или 400 ИЕ на 1 кг сухого вещества корма, для поросят-отъемышей соответственно 300 и 200 ИЕ, для ремонтного молодняка — 420 и 200 ИЕ, супоросным свиноматкам 1000—1800 или 300—400 ИЕ и подсосным — 2000 или 500 ИЕ. Потребность хряков составляет 2400 ИЕ на 1 голову или 500 ИЕ на 1 кг сухого корма.

При неблагоприятных условиях кормления, недостатке минеральных веществ, однообразных концентратных рационах, при откорме на пищевых отходах, картофеле, при безвыгульном содержании норма витамина D должна быть увеличена в 1,5—2 раза, а для поросят раннего отъема даже в 3 раза.

Наоборот, при достаточном содержании кальция и фосфора в рационе отлученных поросят (0,6—0,7 % кальция

и 0,45—0,5 % фосфора), а также правильном соотношении между ними потребность в витамине D уменьшается.

По нормам США для подсосных поросят при оптимальном количестве и соотношении кальция и фосфора в рационе потребность в витамине D составляет 280 ИЕ на 1 кг корма. Согласно западно-германским нормам (фирма БАСФ), в 1 кг корма для выращивания поросят вносят 2000—3000 ИЕ витамина D.

Витамин Е. Потребность свиней в витамине Е еще окончательно не установлена, потому что она, очевидно, меняется в широких пределах в зависимости от условий кормления, но полностью удовлетворяется за счет высокого содержания токоферолов в используемых кормах и поэтому в практике Е-витаминная недостаточность свиней встречается довольно редко.

В Советском Союзе приняты следующие нормы потребности свиней в витамине Е: поросята-сосуны — 30 мг, поросята-отъемыши — 28, молодняк на откорме — 15, супоросные свиноматки — 20, подсосные и хряки — 25 мг на 1 кг сухого корма. Национальный научно-исследовательский совет США вообще не включает добавок витамина Е в корм, тогда как западногерманская норма (фирма БАСФ), рекомендует включать в рационы для поросят 20—40, свиноматкам 20—40 и откормочному поголовью 15—30 мг витамина Е на 1 кг сухого вещества корма.

Согласно А. Хеннингу потребность свиней в витамине Е составляет: супоросным свиноматкам — 60, подсосным — 100, хрякам — 100, поросятам — 20 и откормочному молодняку — 25—50 ИЕ на голову в сутки.

Следует помнить, что в определении потребности витамина Е существенное значение имеет содержание в корме полиненасыщенных жирных кислот, уровень селена и серусодержащих аминокислот. Так, с увеличением в рационе концентрации ненасыщенных жирных кислот потребность в витамине Е увеличивается. Недостаточное обеспечение селеном и серусодержащими аминокислотами также увеличивает потребность в этом витамине. Повышается она при интенсивном обмене веществ и стрессовом состоянии организма. Дополнительное введение витамина Е целесообразно при использовании комбикорма, в состав которого входит испорченное зерно, а также с целью лучшей сохранности мясородуктов и повышения их качества.

Витамин К. Потребность в витамине К у свиней полностью удовлетворяется за счет его эндогенного синтеза в кишечнике и К-авитаминоз у них может носить только вторичный характер (при нарушении всасывания витамина на фоне заболеваний, связанных с прекращением поступле-

ния желчи). Однако пороссятам в первые недели жизни следует включать витамин К в рацион из расчета 1—3 мг на 1 кг корма. Имеются данные, что гиповитаминоз К у поросят может вызвать лечение их антибиотиками, некоторыми сульфаниламидными препаратами или в связи с генетическим предрасположением. Диагностировать К-витаминную недостаточность можно с помощью определения времени свертывания крови.

В норме у свиней кровь свертывается за 4—5 мин, если время удлинится до 10—12 мин, то это уже гиповитаминоз К и необходимо включать препараты витамина К (2—3 мг на 1 кг корма в течение 10—12 дней).

Согласно норм фирмы БАСФ при выращивании поросят в корм следует вводить 2—4 мг витамина К на 1 кг корма.

Потребность свиней в водорастворимых витаминах

Тиамин. Потребность в тиамине зависит от интенсивности роста, температуры окружающей среды, возраста животного, функционального состояния желудочно-кишечного тракта, периодов лактации, беременности и др.¹ Так, повышение окружающей температуры снижает потребность в тиамине, а интенсивный рост, заболевание желудочно-кишечного тракта, усиленная мышечная работа, беременность, лактация повышают потребность в этом витамине. Среднее количество тиамина, обеспечивающее у свиней нормальное течение обменных процессов, составляет 2—4 мг на 100 кг живой массы. Согласно американским нормам потребность свиней в тиамине составляет 1,1—1,3 мг на 1 кг корма, а западногерманских — 2—3 мг. Следует отметить, что в Советском Союзе тиамин вводят только в комбикорм поросят-отъемышей (премикс КС-3).

Хеннинг считает, что потребность поросят в нем в первые недели в обычных условиях выращивания удовлетворяется материнским молоком. В молозиве содержится в среднем 1,2, а в молоке 0,6 мкг/мл тиамина. Концентрация в молоке хотя и зависит от условий кормления матери, но обычно достаточна для удовлетворения потребности поросят в этом витамине.

Рибофлавин (витамин В₂) является одним из лимитирующих витаминов группы В, к дефициту которого весьма чувствительны свиньи. В связи с этим содержание его в кормах и организме должно находиться под постоянным контролем. Согласно рекомендации по витаминному питанию сельскохозяйственных животных (Москва, 1972) и

рекомендаций по рациональному использованию витаминов в животноводстве (Киев, 1980) потребность свиней в витамине В₂ составляет (мг на 1 кг сухого корма): поросята-сосуны — 50; поросята-отъемыши — 30; молодняк на откорме — 2; свиноматки супоросные — 6; подсосные — 4; хряки — 4. В соответствии с государственной рецептурой ГДР в стартерный комбикорм вводят 4 мг/кг рибофлавина, а в корма для выращивания — 2 мг/кг. Свиноматкам в конце супоросности требуется 4—6 мг рибофлавина на 1 кг корма. Такое количество обеспечивается лишь при включении в рацион снятого молока, зеленого корма или соответствующих консервированных кормов (травяная мука, силос). При отсутствии указанных кормов в рацион вводят синтетические препараты. Согласно американским нормам потребность супоросных свиноматок в витамине В₂ составляет 4,2 мг, а подсосных — 3,3 мг на 1 кг корма (при условии, что в последнем содержится 15 % сырого протеина и 3330 ккал переваримой энергии). Для откормочного поголовья массой 35—100 кг норма потребности в этом витамине составляет 2,2 мг на 1 кг корма или 5,5—7,3 мг на голову в сутки. Западногерманская фирма БАСФ рекомендует включать на 1 кг комбикорма: поросятам — 4—7 мг, свиноматкам — 4—6 и откормочному поголовью — 4—6 мг синтетического рибофлавина.

Потребность животных в рибофлавине зависит в первую очередь от структуры кормовых рационов, температуры окружающей среды, интенсивности роста животного и др. Так, на фоне одних концентратных рационов и при снижении окружающей температуры потребность в витамине В₂ повышается.

Пантотеновая кислота (витамин В₃). Потребность свиней в пантотеновой кислоте в основном обеспечивается за счет кормов рациона и ее биосинтеза микрофлорой кишечника. Однако в отдельных случаях, например, когда рацион содержит много сахарной свеклы или жома, ее следует давать животным. Наличие жира в рационе значительно повышает потребность свиней в пантотеновой кислоте. Например, при содержании в рационе 2 % жира потребность составляет 9 мг на 1 кг корма, а при 12 % повышается до 15,8 мг.

В отечественной практике используются следующие нормативы, характеризующие потребность в пантотеновой кислоте: для поросят она составляет 10—15 мг на 1 кг сухого корма (или 1 корм. един.), для супоросных и подсосных свиноматок — соответственно 12 и 15 мг витамина на 1 кг сухого корма. Оптимальная потребность поро-

сят-сосунов в пантотеновой кислоте составляет 15 мг на 1 кг сухого корма, а потребность из расчета на максимально возможную скорость роста 22 мг на 1 кг корма. Потребность отнятых поросят составляет 12—13 мг, а откормочных — 10—12 мг на 1 кг сухого корма, или 10—12 мг на голову в сутки. Оптимальный уровень пантотеновой кислоты, обеспечивающий высокие репродуктивные функции свиноматок и хряков составляет 20—22 мг пантотеновой кислоты на 1 кг сухого корма. Его можно обеспечить включением в рацион до 5 % кормовых дрожжей или 3—4 % хорошей травяной муки из люцерны или других бобовых культур. Весьма эффективным, по данным Полтавского института свиноводства, является обогащение рационов свиноматок пантотенатом кальция, который увеличивает их многоплодность на 1,5—2 поросятка. Обогащение этим витамином концентрированных кормов для поросят способствует увеличению живой массы при отъеме на 2,5—3 кг. Добавки пантотената кальция повышают также активность факторов природного иммунитета, как, например, фагоцитарную активность лейкоцитов, бактерицидную и лизоцимную активность сыворотки крови. Согласно данным этого же института, добавки пантотената кальция в рационы при откорме молочного молодняка в количестве 10—15 мг на 1 кг сухого корма способствует повышению уровня этого витамина в мясе на 35—40 %. По западногерманским нормам ориентировочная потребность свиней в витамине В₃ составляет 10—20 мг на 1 кг комбикорма. Согласно норм Национального научно-исследовательского совета США суточная потребность свиней в пантотеновой кислоте из расчета на 1 кг корма и при содержании в нем 14—15 % сырого протеина составляет: для супоросных свиноматок — 17 мг, для подсосных — 13 и откормочного молодняка массой 35—100 кг — 11 мг витамина.

Холин необходим животным, в том числе и свиньям, для регуляции жирового обмена и передачи нервного возбуждения. В организме он может синтезироваться из серина и метионина при достаточном обеспечении фолиевой кислотой и витамином В₁₂. Корма, используемые для кормления свиней, обычно содержат достаточное количество холина и потребность животных в нем удовлетворяется полностью, однако в отдельных случаях, в частности при кормлении супоросных свиноматок пониженным количеством корма, возможен дефицит этого витамина. Необходимо, чтобы свиноматки получали не менее 3 г холина в сутки. По нормам, принятым в Советском Союзе потребность свиноматок в холине составляет 3—

5 г на голову в сутки или 850 мг на 1 кг сухого корма. Согласно этим же нормам пороссятам требуется 1250 мг, а откормочному молодняку — 750 мг холина на 1 кг сухого корма. При откорме свиней на рационах бедных метионином (бобы, ячмень) дозу холина следует увеличить до 800—1000 мг на 1 кг корма, что будет способствовать увеличению среднесуточных приростов живой массы на 6—24 %. Западногерманскими нормами предусмотрена потребность свиней в холине равная 800—1000 мг (1 кг корма) для свиноматок и откормочного поголовья и 1000—1500 для поросят.

Никотиновая кислота. Данные о потребности свиней в никотиновой кислоте (витаине РР) крайне противоречивы и это в первую очередь связано с тем, что при избытке триптофана в рационе происходит эндогенный синтез этого витамина. Однако в используемых ныне кормах содержится мало триптофана и в связи с этим вопрос о необходимости добавок препаратов витамина РР в рационы животных является весьма актуальным. Поскольку никотиновая кислота не усваивается из зерна злаковых культур, составляющих основу рационов свиней, добавки витамина РР в такие рационы необходимы.

Для нормального роста, развития и продуктивности свиней суточная потребность в никотиновой кислоте составляет: для поросят-сосунов и отъемышей — 20—25 мг, для супоросных свиноматок — 20, подсосных — 25 и для откормочного поголовья — 13 мг на 1 кг сухого корма. Эти нормы эффективны в том случае, если в рационе содержится достаточное количество триптофана, например для поросят — 0,25 % триптофана, а откормочного поголовья — 0,21 %.

По данным Полтавского НИИ свиноводства, для получения максимального роста и продуктивности пороссятам-сосунам необходимо дать 66 мг, отъемышам — 44, супоросным свиноматкам — 33 и подсосным — 44 мг никотиновой кислоты на 1 кг сухого вещества корма. По американским нормам потребность в витамине РР для отдельных возрастных и производственных групп свиней составляет: пороссятам-сосунам — 22 мг, пороссятам-отъемышам — 13—17 мг, молодняку на откорме — 11,1 мг, супоросным свиноматкам — 22,2, подсосным — 17,8 и хрякам — 22,2 мг на 1 кг корма. Согласно западногерманским нормам потребность поросят в никотиновой кислоте составляет 20—40 мг, а откормочных свиней и свиноматок 15—25 мг на 1 кг комбикорма. В Советском Союзе никотиновую кислоту вводят в комбикорм только для поросят-отъемышей.

Обогащение рационов молодняка свиней препаратами витамина РР способствует повышению использования азотистой части рациона, увеличивает среднесуточные приросты живой массы, повышает устойчивость молодняка против заболеваний, а также сопровождается улучшением морфологического состава туш и увеличением содержания никотиновой кислоты в мышечной ткани.

Пиридоксин. Потребность свиней в пиридоксине еще окончательно не выяснена. Так, для удовлетворения минимальной потребности откормочных свиней в этом витамине достаточно 1 мг/кг корма. По нормам, принятым в США, пороссятам живой массой до 35 кг требуется 1,1 мг пиридоксина на 1 кг корма, а по английским нормам 2,5 мг. Следует отметить, что в условиях хорошего обеспечения животных белком и аминокислотами количество 1 мг/кг корма недостаточно для оптимального синтеза белка.

В ГДР для мясных свиней считается достаточным 3 мг пиридоксина на 1 кг корма, а для свиноматок 4 мг. В Советском Союзе пиридоксин в комбикорм для свиней не вводится. Из зарубежных стран только Япония и Югославия практикуют добавки этого витамина в премиксы для выращивания и откорма молодняка свиней. Отдельными наблюдениями (США, Австралия) установлена необходимость добавок пиридоксина в рацион свиней в определенных условиях. Добавка этого витамина к рациону трехнедельных поросят улучшает прирост и оплату корма. Высказывается предположение о том, что потребность в пиридоксине зависит от породы свиней.

Витамины В₁₂. Нормы потребности в витамине В₁₂ для свиней в нашей стране составляют: для поросят-отъемышей 30 мкг, для свиноматок и хряков — 20—25 мкг витамина на 1 кг сухого корма. Максимальный эффект достигается при одновременном обогащении рационов лизином, метионином и цианкобаламином.

По данным Полтавского НИИ свиноводства, для получения максимального роста и племенной продуктивности в границах, обусловленных наследственностью, необходимо обеспечить следующий уровень витамина В₁₂: пороссятам-сосунам 66 мкг, отъемышам — 44 мкг, свиноматкам и хрякам в период выращивания и спаривания — 33 мкг, супоросным и подсосным свиноматкам соответственно 33 и 44 мкг на 1 кг сухого корма.

Согласно норм США потребность в витамине В₁₂ на фоне рационов, которые содержат 14—15 % сырого протеина высокого качества, составляет: для супоросных свиноматок — 13,3 мкг, подсосных — 11,1, хряков — 13,3

мкг на 1 кг корма. По западногерманским нормам потребность поросят в этом витамине равна 30—50 мкг, свиноматок — 20—40 мкг и растущих поросят — 10—30 мкг на кг комбикорма.

При существующей тенденции составления рационов исключительно из растительных источников белка с добавкой отдельных синтетических аминокислот включение витамина В₁₂ в такие рационы необходимо.

Фолиевая кислота. Потребность свиней в фолиевой кислоте не установлена. Обычно эндогенный синтез обеспечивает потребность в этом витамине, а явления недостаточности могут возникнуть при частом добавлении к рациону сульфаниламидных препаратов. Повышенное содержание витамина В_с в рационе необходимо животным, получающим высокобелковые корма, а также рацион повышенной калорийности (например, с добавкой жира).

В нашей стране добавка фолиевой кислоты в комбикорма для свиней не предусматривается, а из промышленно развитых стран только Япония вводит в премиксы этот витамин из расчета 150 г на 1 т.

Витамин С. Взрослым животным обычно не требуется аскорбиновая кислота, так как в их органах (печень, почки) она синтезируется в достаточном количестве. Этот витамин необходим поросьятам, в первую очередь, выращиваемым с использованием заменителя молока. Если витамин С не вводить в такой заменитель, отход среди поросят может достигнуть 60% и более.

При безматочном выращивании поросят или раннем отъеме от матерей необходимо включать в их рацион аскорбиновую кислоту в количестве 100—200 мкг на 1 кг корма.

Источники витаминов для свиней

Основным источником витаминов для свиней служат растительные корма, богатые разными витаминами и их предшественниками, и только при дефиците последних в состав рационов для животных используют промышленные препараты — продукты микробиологического или химического синтеза.

Естественные источники витаминов для свиней

Среди естественных источников витаминов важное место в питании свиней занимают зеленые корма из бобовых трав, травяная мука, специально приготовленный силос, сенная мука, морковь, тыква. Содержание каротина как предше-

стенника витамина А в зеленых растениях зависит от их вида, периода вегетации, условий культивирования, а также сроков и способов хранения после уборки. В бобовых культурах каротина всегда несколько больше, чем в злаковых. В молодых растениях их концентрация значительно выше, чем в старых. Процесс нарастания каротина в зеленой массе происходит в период от фазы кущения до бутонизации, после чего его содержание начинает заметно снижаться.

Наряду с каротином зеленые растения достаточно богаты и другими витаминами, в частности эргостерином — предшественником витамина D, токоферолами, аскорбиновой кислотой, всеми представителями витаминов группы В, за исключением кобаломина, который в растительных кормах отсутствует.

С повышением урожайности зеленой массы под влиянием удобрений выход витаминов повышается на 45—65%.

Травяная мука — сравнительно новый вид корма, который готовят путем искусственного высушивания свежескошенных и измельченных зеленых растений. Ценный и богатый источник витаминов в рационах животных. Включение травяной муки в рационы свиней в зимний период способствует повышению приростов живой массы на 10—20%, а также получению здорового приплода. Наряду с высоким содержанием протенна в 1 кг травяной муки бобовых содержится от 120 до 300 мг β-каротина при значительном количестве других витаминов.

Травяную муку заготавливают в весенне-летние месяцы, а используют, в основном, зимой и ранней весной, поэтому приходится хранить ее в течение шести — восьми месяцев. При длительном хранении в складских помещениях в травяной муке происходит окисление каротина и токоферола, которое иногда достигает 60—80 процентов.

В целях снижения потерь каротинов, ксантофиллов, токоферолов и других витаминов вследствие окислительного разрушения в травяную муку в процессе ее изготовления вносят различные антиоксиданты. При внесении в травяную муку антиоксиданта этоксихина (6-этокси—2,2,4-триметил—1,2-дигидрохинолин) из расчета 150—200 г на 1 т массы потери каротина после шести — восьми месяцев хранения снижаются на 30—45%. Благодаря обработке муки, скармливаемой откормочным свиньям, этоксихином (сантохином) содержание витаминов А и Е в организме повышается на 10—15% по сравнению с контрольными животными, получавшими травяную муку без этоксихина.

Силос — важнейший источник витаминов в рационах откормочных и взрослых свиней. Содержание витаминов в силосованном корме зависит не только от их количества в

силосуемой зеленой массе, но и от самого процесса силосования. В результате различных нарушений технологии силосования потери каротина и других витаминов могут достигать 40—50% и более, а без нарушений около 10—12%. Наряду с этим необходимо учитывать, что при использовании силосованных кормов в рационах свиней с 1 мг каротина в организме образуется не более 230—250 ИЕ витамина А. Поэтому в некоторых странах при введении силоса в рацион свиней им дают полную норму витамина А.

Сено — ценный источник каротина в рационах жвачных и лошадей. Для взрослых свиней из сена хорошего качества изготавливают сенную муку, ее используют в составе рационов как источник каротина, витамина Е, группы В и частично витамина D. В 1 кг сенной муки содержится не более 30—40 мг каротина.

Хвойную муку вводят иногда в рационы свиней. В ней уровень каротина невысокий и составляет 40—50 мг в 1 кг воздушносухого вещества. При этом в хвойной муке содержатся витамины группы В, С и Е, а также различные микроэлементы.

Морковь — один из самых богатых растительных источников каротина, витамина С и небольшого количества других витаминов. В 1 кг красной моркови содержится от 80 до 200 мг каротина. При длительном хранении моркови количество каротина и других витаминов уменьшается, а через 6—8 мес потери могут достигать 40% и более. Из-за плохой сохранности этот вид корма в натуральном виде мало используется в составе рационов, а из нее готовят силосы различной комбинации.

Кормовая тыква — богатый источник каротина, отдельные сорта содержат его до 130—150 мг в 1 кг. Из-за неудовлетворительной сохранности ее можно использовать как источник каротина только в осенний период или, как морковь, — для приготовления комбинированных силосов.

Таким образом, в свиноводстве в зависимости от времени года, технологии его ведения могут быть использованы самые разнообразные растительные источники витаминов, отдельные из которых содержат достаточные для организма количества жир- и водорастворимых витаминов.

Промышленные источники витаминов для свиней

В последние годы в нашей стране и за рубежом в животноводстве широко используют витаминные препараты промышленного производства, полученные путем микробного или химического синтеза.

Для скармливания животным в состав премиксов, БВД, БВМД и комбикормов вводят только сухие препараты витаминов. В качестве источников витамина А в составе кормовых добавок и смесей используют «Микровит», в 1 г которого содержится от 300 до 500 тыс. ИЕ указанного витамина или импортный препарат «Дохифрал» активностью 325 000 или 500 000 ИЕ в 1 г.

Часто в состав рационов непосредственно перед скармливанием вносят масляные растворы витамина А, которые содержат от 50 000 до 300 000 ИЕ в 1 мл. Следует помнить, что при хранении кормов с внесенным масляным концентратом витамина А последний довольно быстро окисляется и уже на 5—6-й день он практически отсутствует в составе комбикорма, содержащего агрессивные соли микроэлементов.

Среди промышленных источников провитамина А — каротина следует указать на так называемый кормовой препарат микробного каротина, в 1 г которого содержится до 8—9% β-каротина.

Как источники витамина А в животноводстве применяют и комплексные масляные его растворы, содержащие и другие витамины. Например, тривит и тривитамин (импортный) наряду с витамином А содержат витамины D₃ и Е, а тетравит еще и витамин F. Эти препараты в ветеринарной практике довольно часто применяются для парентерального введения животным при гипо- и авитаминозах А, D₃, Е, однако усвоение витаминов с места инъекции указанных масляных препаратов сравнительно невысокое и довольно медленное. В последнее время для этих целей разработан и предложен водорастворимый препарат витаминов А, D₃, Е — инсолвит, при внутримышечном введении которого усвоение витаминов А, D₃, Е возрастает в 1,5—2 раза и стоимость его несколько ниже чем тривита. Иногда в животноводстве для А-витаминного обеспечения используют импортные препараты, такие как асвит, аквитал и другие, которые наряду с витамином А содержат и другие витамины.

В качестве промышленных источников витамина D в животноводстве довольно широко в составе премиксов, добавок и комбикормов используют сухой, сыпучий препарат видеин, в 1 г которого содержится до 200 000 ИЕ витамина D₃. Иногда используют и облученные дрожжи, содержащие различные концентрации витамина D₂ (от 10 до 20 тыс. ИЕ в 1 г).

Источниками витамина D могут служить масляные и спиртовые его растворы, которые выпускаются нашей промышленностью, а также вышеописанные: тривит, тривитамин, тетравит и инсолвит.

Для обеспечения животных витамином Е используют в составе премиксов и комбикормов сухой 25%-ный препарат витамина Е (импортный), а в состав рационов перед скармливанием часто вводят масляные растворы указанного витамина различной концентрации отечественного производства. В животноводстве и ветеринарии применяют также инсолвит, тривит, тривитамип и тетравит.

Источником витамина К для животноводства служит в основном водорастворимая его соль викасол (витамин К₃). Его используют в составе премиксов и комбикормов, а иногда и для ветеринарных целей.

На сегодняшний день единственным источником витамина F для животноводства является масляный препарат тетравит, в 1 мл которого содержится 5 мг минетол (витамин F). Указанный препарат предназначен для инъекций и готовится на Одесском производственном химфармобъединении «Биостимулятор».

ВИТАМИННОЕ ПИТАНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПТИЦЫ

Особенности обмена и потребность в отдельных витаминах

Одним из факторов повышения продуктивности птицы, эффективности использования питательных веществ кормов, качества птицеводческой продукции является использование в кормлении биологически активных веществ, среди которых важнейшее место принадлежит витаминам. При интенсивном содержании значение их в кормлении птицы возрастает. Это объясняется рядом факторов. Во-первых, потребность высокопродуктивной птицы в витаминах увеличивается в связи с напряженностью обменных процессов, повышенным выносом их из организма с яичной массой. Во-вторых, при содержании птицы в помещениях без выгулов, особенно в клеточных батареях, птица в значительной степени лишена возможности синтеза отдельных витаминов в организме, доступа к кормам и подстилке, богатых теми или другими витаминами. В-третьих, при кормлении сухими комбикормами для приготовления последних нередко используются компоненты, значительно обедненные витаминами в сравнении с исходным сырьем. В-четвертых, высокий

уровень механизации и автоматизации производственных процессов, содержание птицы большими стадами и другие условия содержания приводят к стрессам. В-пятых, использование в целях профилактики заболеваний вакцин, антибиотических веществ нередко вызывают резкое снижение аппетита птицы, подавление микробного синтеза отдельных витаминов в кишечном тракте, изменение обменных процессов в направлении выработки иммунитета.

Отсутствие или недостаток витаминов в рационе вызывает нарушение обмена веществ в организме, что приводит к хорошо выраженным специфическим патологическим признакам или к отставанию в росте, снижению продуктивности и качества получаемой продукции.

При производстве инкубационных яиц необходимо учитывать, что в отличие от эмбрионов других животных эмбрионы птицы развиваются в яйцах, где приток питательных веществ из организма в процессе развития невозможен. Поэтому нарушение витаминного питания несушек в будущем отрицательно сказывается на развитии эмбриона, качестве и жизнеспособности выведенных птенцов.

Обмен витаминов в организме птицы нестабильный и зависит от многих факторов: вида, пола, возраста, породных и линейных особенностей, связанных с генетическими различиями, физиологического состояния, условий кормления (уровень протеина и обменная энергия в рационе и его структура, количество и качество отдельных компонентов, соотношения витаминов, добавок антибиотиков и антиоксидантов, лекарственных веществ), содержания, ветеринарно-санитарных условий.

Жирорастворимые витамины

Витамин А и каротин. Недостаток витамина А в рационе вызывает разнообразные патологические изменения. Прежде всего он необходим для осуществления процессов, которые обеспечивают нормальную функцию эпителиальной ткани. Витамин А поддерживает в нормальном состоянии слизистые оболочки дыхательных, пищеварительных и мочеполовых органов. При недостатке развивается сухость и ороговение слизистых оболочек, поражаются глаза, то есть развивается ксерофтальмия. Вследствие нарушения деятельности слезных желез в полости глаз развивается микрофлора, приводящая к разрушению роговицы, образованию гнойных масс творожистой консистенции. В результате появляется припухлость глаз, хорошо заметная при осмотре птицы. Цыплята, выведенные из яиц, дефицитных по витамину А, выводятся с закрытыми веками глаз без видимых

40. Усвоение каротина зеленых кормов цыплятами в процессе их роста (по Масляевой О. И.)

| Возраст, дни | Среднесуточный баланс каротина в организме, мг | | | |
|--------------|--|-----------|----------|------|
| | потребление | выделение | усвоение | |
| | | | мкг | % |
| 20 | 830 | 154 | 676 | 81,5 |
| 60 | 1232 | 302 | 930 | 77,5 |
| 100 | 1500 | 560 | 940 | 62,7 |
| 150 | 1500 | 705 | 795 | 63 |

41. Содержание витамина А и каротиноидов в яйцах птицы

| Вид птицы | В 1 г желтка содержится, мкг, не менее | |
|-----------|--|--------------|
| | витамина А | каротиноидов |
| Куры | 6 | 15 |
| Индейки | 7 | 20 |
| Утки | 8 | 20 |
| Гуси | 10 | 20 |

других патологических изменений. Витамин А предотвращает воспаление дыхательных путей.

При обеспечении птицы витамином А учитывают усвоение его из различных кормов и препаратов. Витамин А, содержащийся в масляных препаратах, рыбьем жире, используется на 90—100 %, каротин на 30—60 %, что в значительной степени зависит от источника поступления. Так, каротин моркови в организме птицы не усваивается. Наибольшее количество каротина и витамина А в печени откладывается при скармливании люцерновой и рыбной муки, желтой кукурузы. Усвоение каротина зеленых кормов цыплятами в процессе их роста приведено в таблице 40.

Витамин А и каротин в значительной степени выносятся из организма птицы с яйцами. Поэтому, чем выше яйценоскость птицы, тем большая потребность в витамине. Данные о содержании витамина А в желтке яиц разных видов птиц приведены в таблице 41.

При одной и той же норме содержания витамина в рационе куры разной продуктивности откладывают в яйцах неодинаковое количество витаминов. Так, у кур, снесших 33 яйца при потреблении на 1 голову 3437 мкг каротина в сутки, содержание в печени витамина А было на 70 % выше, чем, у кур, снесших за тот же период 118 яиц. Содержание витамина А в первом случае составляло в 1 г желтка 2,6, во втором 8,6 мкг. Куры разных пород и линий также отличаются по этому показателю (табл. 42). Куры материнских пород бройлеров, а также яичных и мясо-яичных пород выносят из организма больше витаминов, чем куры мясных пород в особенности отцовских линий.

Установлено также, что в одних и тех же условиях витаминного питания в организме самок содержание витамина А выше, чем у самцов.

42. Содержание витамина А и каротиноидов в желтке яиц различных пород кур (по Маслиевой О. И.)

| Порода | Содержится в 1 г желтка, мкг | | Порода | Содержится в 1 г желтка, мкг | |
|---------------------|------------------------------|----------------|-----------------|------------------------------|----------------|
| | вита-мина А | каро-тино-идов | | вита-мина А | каро-тино-идов |
| Русская белая | 9,7 | 23,8 | Загорская белая | 10,3 | 26,9 |
| Московская белая | 9,7 | 38,4 | Корниш | 8,3 | 25,1 |
| Кучинская юбилейная | 11,3 | 35,2 | Нью-гемпшир | 9,8 | 30 |
| Загорская лососевая | 6,9 | 26,4 | Плимутрок | 9,8 | 34,3 |

Количество витамина А в печени изменяется с возрастом птицы:

| Возраст, дни | Количество витамина, мкг в 1 г печени |
|--------------|---------------------------------------|
| 1 | 17 |
| 28 | 50 |
| 49 | 70 |
| 63 | 90 |
| 90 | 100—120 |
| 150 | 113—150 |
| 300 | 200—300 |

При жировой инфильтрации печени взрослых кур мясных и мясо-яичных пород содержание витамина А в 1 г резко возрастает. Его содержание в этих условиях составляет 500—700 мкг в 1 г.

У суточных цыплят основное количество витамина А и каротина отлагается в печени и желточном мешке. При добавлении курам витамина А в количестве 3000 ИЕ на 1 голову содержание его составляло, мкг/г:

| | |
|-------------------|------|
| в печени | 21 |
| остаточном желтке | 3,4 |
| в теле | 0,64 |

Содержание каротина в печени суточных цыплят составляет 11—12 мкг в 1 г, с возрастом оно уменьшается до 3—4 мкг/г.

Минимальная потребность в витамине А сельскохозяйственной птицы такая, ИЕ на 1 кг корма:

| | |
|-----------------------|---------------|
| взрослые куры | не менее 2500 |
| племенные утки | около 5000 |
| бройлеры и индюшата | не менее 2000 |
| фазаны в период роста | не менее 5000 |
| перепела | около 16500 |

Витамин D (кальциферол). Потребность в витамине D у птицы зависит от возраста и уровня продуктивности. Так, для оптимальной яйценоскости кур необходимо, чтобы 1 кг комбикорма содержал не менее 500 ИЕ витамина D.

Племенным курам, уткам и индейкам требуется добавлять 1200—1300 ИЕ на 1 кг комбикорма.

↓ Потребность молодняка в витамине D₃ зависит от количества в рационе кальция и фосфора, их соотношения. При сбалансированном содержании этих макроэлементов (кальция 1, фосфора — 0,7 %) для растущих цыплят достаточно 200 ИЕ, а индюшат — 550—1100 ИЕ на 1 кг корма. При снижении уровня кальция на 50 % потребность в витамине D₃ возрастала до 1600 ИЕ на 1 кг корма.

Для определения потребности в витамине D необходимо знать не только уровень продуктивности птицы, но и другие показатели. Определение витамина D₃ в организме в производственных лабораториях невозможно. Поэтому необходимо пользоваться косвенными показателями — это содержание золы в больших берцовых костях и кальция в сыворотке крови, активность щелочной фосфатазы, коэффициент Гуэрило-Винэ. Наиболее точными и доступными являются определение содержания золы в костях и активность щелочной фосфатазы.

У растущих цыплят яичных пород содержание золы в больших берцовых костях должно быть не менее 42 %, бройлеров — не менее 55 %. Снижение золы указывает на критическую ситуацию. У здоровых цыплят яичных и мясных пород активность щелочной фосфатазы сыворотки крови составляет 12—21 единицу в 1 мл. Повышение этого уровня до 30 единиц указывает на появление гиповитаминоза, а выше (до 60—70 единиц) — на заболевание молодняка рахитом. Коэффициент Гуэрило-Винэ показывает соотношение расстояний между плюсной и малой плюсной и между плюсной и большой берцовой костью. Чем менее кальцифицированы кости, тем этот коэффициент больше. Изменения в берцово-плюсневом суставе определяется с помощью рентгенографического метода. Для здоровых бройлеров этот показатель равен 0,22—0,23, находящихся в предррахитическом состоянии — 0,27.

При недостатке витамина D в рационах взрослой птицы развивается остеопороз или остеомаляция. Поэтому зольность костей не всегда является достаточно объективным показателем для определения D-витаминной недостаточности. В таких случаях в сыворотке крови определяют активность щелочной фосфатазы. У здоровых кур она составляет 6—8 единиц, у больных — 40—74 единицы. Кроме того, больные куры несут яйца с утонченной скорлупой, а затем

яйцекладка почти полностью прекращается. Эмбрионы, развивающиеся в яйцах, дефицитных по витамину, в связи с размягчением клюва и скелета, замирают перед выводом. У растущего молодняка наблюдается деформация скелета, которая сохраняется при введении витамина. Чаще всего искривляются киль, позвоночник и конечности. У взрослых кур наблюдается слабость ног. Своевременное добавление витамина D₃ через 1—2 недели практически полностью ликвидирует следствие авитаминоза.

В настоящее время еще слабо изучены вопросы взаимосвязи витамина D с другими витаминами и питательными веществами кормов.

Витамин Е (токоферол). В крови и органах птицы обнаруживали только альфа-токоферол. Обычно он усваивается из корма на 80—85 %.

Недостаток витамина Е в кормах прежде всего снижает воспроизводительные способности самцов. Это особенно остро проявляется при рационах, богатых линолевой кислотой и бедных витамином Е. При добавке в комбикорм 5 г витамина Е на 1 т комбикорма объем эякулята составлял 0,32 мл, концентрация спермиев 2,72 млрд./мл. Увеличение добавок витамина Е до 10 г на 1 т комбикорма повышало концентрацию спермиев до 4,01 млрд./мл. Без добавок витамина Е качество спермы ухудшалось. Объем эякулята составлял 0,27 мл, концентрация спермиев в 1 мл снижалась до 2,32 млрд. У самок отложение витамина Е в желтках яиц было менее 12 мкг/г, что приводило к снижению вывода цыплят.

У растущего молодняка недостаток витамина Е вызывает алиментарную мышечную дистрофию и кормовую энцефаломалицию.

У цыплят заболевание проявляется взъерошенностью оперения, нарушением двигательных функций, параличами, атрофией мышечного желудка. У утят наблюдается потеря аппетита, неспособность к движению, тюленеобразная поза (утята сидят на животе с направленными назад ногами). Недостаток серусодержащих аминокислот усугубляет Е-авитаминоз.

Включение в рационы бройлеров калорийных кормов (кукуруза, жиры) способствует появлению энцефаломалиции. Это заболевание проявляется в шаткости походки, прогрессирующих парезах, заканчивающихся полным параличом. Характерны такие движения как запрокидывание головы, раскачивание тела. В течение короткого времени цыплята погибают. Наиболее значительные изменения у них наблюдаются в мозжечке (некрозы, отеки, кровоизлияния).

Для профилактики или устранения заболеваний птицы в последние годы применяют селен и синтетические антиоксиданты. Однако при кормлении птицы рационом, бедным витамином Е, добавление селена и антиоксидантов малоэффективно.

Потребность молодняка и взрослой птицы в витамине Е составляет 20—30 ИЕ на 1 кг корма, при этом племенная птица и утята требуют более высокого содержания этого витамина (30 ИЕ). Содержание этого количества витамина Е увеличивало выводимость яиц индеек от 52 до 70 %. Потребность и необходимость обогащения этим витамином комбикормов зависит от состава рациона. В рационах, состоящих из кукурузы, пшеницы, рыбной муки и соевого шрота витамина Е меньше 20 ИЕ в 1 кг корма. Недостаток можно компенсировать добавками препаратов витамина Е.

Витамин К (филлохинон, менадион). Недостаток витамина К у птиц нарушает свертываемость крови. При оптимальном обеспечении витамином К продолжительность свертывания равна 10—20 с, а при его недостатке это время увеличивается в несколько раз. В результате даже незначительные повреждения кожного покрова приводят к обильным кровоизлияниям в ткани и органы, в результате чего снижается качество тушек, а в более тяжелых случаях птица погибает. Недостаток витамина К в рационах племенных кур приводит к гибели эмбрионов в период инкубации. У вылупившихся цыплят ограничены резервы витамина К, в результате чего их смертность повышается.

Для достаточного накопления витамина К в яйцах, обеспечивающего оптимальную выводимость и запасы его у молодняка, необходимо, чтобы в комбикормах для птицы было не менее 1—2 мг этого витамина на 1 кг комбикорма. Потребность в витамине К можно определять по скорости свертывания крови у выведенных цыплят. Для племенных кур потребность в витамине К составляет 2,0—2,5 мг на 1 кг корма.

Основной комбикорм обеспечивается витамином К лишь при содержании 3—5 % травяной муки. В рационы, не содержащие травяную муку, необходимо добавлять 1—2 г витамина К на 1 т. Наиболее богата этим витамином мука из люцерны (18—25 мг/кг) и других бобовых культур. В желтке яиц должно содержаться витамина К около 25 мкг, в белке он отсутствует.

Водорастворимые витамины

Витамин В₁ (тиамин) наиболее интенсивно всасывается в верхнем отделе тонкой кишки, слабо в нижних отделах и почти не всасывается в слепой кишке. Из двенадцатиперст-

яйцекладка почти полностью прекращается. Эмбрионы, развивающиеся в яйцах, дефицитных по витамину, в связи с размягчением клюва и скелета, замирают перед выводом. У растущего молодняка наблюдается деформация скелета, которая сохраняется при введении витамина. Чаще всего искривляются киль, позвоночник и конечности. У взрослых кур наблюдается слабость ног. Своевременное добавление витамина D₃ через 1—2 недели практически полностью ликвидирует следствие авитаминоза.

В настоящее время еще слабо изучены вопросы взаимосвязи витамина D с другими витаминами и питательными веществами кормов.

Витамин Е (токоферол). В крови и органах птицы обнаруживали только альфа-токоферол. Обычно он усваивается из корма на 80—85 %.

Недостаток витамина Е в кормах прежде всего снижает воспроизводительные способности самцов. Это особенно остро проявляется при рационах, богатых линолевой кислотой и бедных витамином Е. При добавке в комбикорм 5 г витамина Е на 1 т комбикорма объем эякулята составлял 0,32 мл, концентрация спермиев 2,72 млрд./мл. Увеличение добавок витамина Е до 10 г на 1 т комбикорма повышало концентрацию спермиев до 4,01 млрд./мл. Без добавок витамина Е качество спермы ухудшалось. Объем эякулята составлял 0,27 мл, концентрация спермиев в 1 мл снижалась до 2,32 млрд. У самок отложение витамина Е в желтках яиц было менее 12 мкг/г, что приводило к снижению вывода цыплят.

У растущего молодняка недостаток витамина Е вызывает алиментарную мышечную дистрофию и кормовую энцефаломалацию.

У цыплят заболевание проявляется взъерошенностью оперения, нарушением двигательных функций, параличами, атрофией мышечного желудка. У утят наблюдается потеря аппетита, неспособность к движению, тюленеобразная поза (утята сидят на животе с направленными назад ногами). Недостаток серусодержащих аминокислот усугубляет Е-авитаминоз.

Включение в рационы бройлеров калорийных кормов (кукуруза, жиры) способствует появлению энцефаломалации. Это заболевание проявляется в шаткости походки, прогрессирующих парезах, заканчивающихся полным параличом. Характерны такие движения как запрокидывание головы, раскачивание тела. В течение короткого времени цыплята погибают. Наиболее значительные изменения у них наблюдаются в мозжечке (некрозы, отеки, кровоизлияния).

Для профилактики или устранения заболеваний птицы в последние годы применяют селен и синтетические антиоксиданты. Однако при кормлении птицы рационом, бедным витамином Е, добавление селена и антиоксидантов малоэффективно.

Потребность молодняка и взрослой птицы в витамине Е составляет 20—30 ИЕ на 1 кг корма, при этом племенная птица и утята требуют более высокого содержания этого витамина (30 ИЕ). Содержание этого количества витамина Е увеличивало выводимость яиц индеек от 52 до 70 %. Потребность и необходимость обогащения этим витамином комбикормов зависит от состава рациона. В рационах, состоящих из кукурузы, пшеницы, рыбной муки и соевого шрота витамина Е меньше 20 ИЕ в 1 кг корма. Недостаток можно компенсировать добавками препаратов витамина Е.

Витамин К (филлохинон, менадион). Недостаток витамина К у птиц нарушает свертываемость крови. При оптимальном обеспечении витамином К продолжительность свертывания равна 10—20 с, а при его недостатке это время увеличивается в несколько раз. В результате даже незначительные повреждения кожного покрова приводят к обильным кровоизлияниям в ткани и органы, в результате чего снижается качество тушек, а в более тяжелых случаях птица погибает. Недостаток витамина К в рационах племенных кур приводит к гибели эмбрионов в период инкубации. У вылупившихся цыплят ограничены резервы витамина К, в результате чего их смертность повышается.

Для достаточного накопления витамина К в яйцах, обеспечивающего оптимальную выводимость и запасы его у молодняка, необходимо, чтобы в комбикормах для птицы было не менее 1—2 мг этого витамина на 1 кг комбикорма. Потребность в витамине К можно определять по скорости свертывания крови у выведенных цыплят. Для племенных кур потребность в витамине К составляет 2,0—2,5 мг на 1 кг корма.

Основной комбикорм обеспечивается витамином К лишь при содержании 3—5 % травяной муки. В рационы, не содержащие травяную муку, необходимо добавлять 1—2 г витамина К на 1 т. Наиболее богата этим витамином мука из люцерны (18—25 мг/кг) и других бобовых культур. В желтке яиц должно содержаться витамина К около 25 мкг, в белке он отсутствует.

Водорастворимые витамины

Витамин В₁ (тиамин) наиболее интенсивно всасывается в верхнем отделе тонкой кишки, слабо в нижних отделах и почти не всасывается в слепой кишке. Из двенадцатиперст-

ной кишки цыпленка в течение одного часа всасывалось около 84 % введенного тиаминна.

Тиамин, введенный с кормом в организм, частично окисляется, частично гидролизуется, незначительная часть его выделяется из организма в виде тиаминна. При пероральном введении 10 мг тиаминна курице массой 1,9 кг выведение его с мочой составляло 15,5 %, а при введении той же дозы подкожно — 80 %. Это указывает на то, что тиамин в процессе всасывания видоизменяется. Всасываясь, он фосфорилируется в стенках кишечника, частично гидролизуется в крови и снова фосфорилируется в печени. Метаболически активной формой тиаминна является тиаминпирофосфат (ТПФ).

У птиц недостаточность характеризуется посинением гребня, взъерошенностью оперения, мышечным параличом, запрокидыванием головы назад (опистотонусом). Индюшата при дефиците тиаминна теряют аппетит, истощаются, у них появляется белый понос, прогрессирующая слабость, и наступает смерть.

Минимальная потребность племенных кур в тиамине составляет 0,7 мг на 1 кг корма. При такой дозе в яиче откладывается примерно 0,63 мкг витамина в 1 г. С увеличением дачи с кормом тиаминна количество его в яйцах увеличивается. Оптимальная потребность кур-несушек в этом витамине составляет 1,5, для бройлеров — 2,0—2,5, для индюшат и утят — 2,0—2,5 мг на 1 кг корма. Увеличение потребности отмечается в случаях, когда содержание энергии в рационе возрастает за счет углеводных кормов (кормового сахара и других).

Критерием для оценки обеспеченности этим витамином кур может служить содержание его в яйцах (около 1,5 мкг/г), в печени цыплят (3,5—9,1 мкг/г), а также уровень пировиноградной кислоты в сыворотке крови, содержание которой при недостатке повышается.

Витамин В₂ (рибофлавин) откладывается в тканях птицы в виде флавопротеинов. Введенный в первые сутки он обнаруживается только в печени и только на вторые сутки в яйцах. В последующие дни количество рибофлавина увеличивается, при этом в белке его откладывается больше, чем в желтке.

В выделениях кур рибофлавин прочно связан с мочевой кислотой.

При недостатке рибофлавинна в рационе у птицы наблюдается снижение продуктивности, воспроизводительных способностей, увеличение смертности, повышенный расход кормов. Даже при незначительном недостатке этого витамина у растущих бройлеров снижается отложение белка. Так, при содержании 2,6 мг на 1 кг корма суточное отло-

жение белка составляло 1445 мг на 1 кг живой массы, при 5,4 — 1624 и при 8,1 — 1647 мг, или на 12—14 % больше. У племенной птицы уменьшается содержание рибофлавина в яйцах, что приводит к повышенной смертности эмбрионов на 2-3-й неделе инкубации. При интенсивном содержании кур мясных пород и кормлении в основном зерновыми кормами выводимость яиц была менее 20 %. Смертность эмбрионов индеек при недостатке рибофлавина наступала в первые недели инкубации. Погибшие эмбрионы кур имеют курчавое оперение, спухшие суставы, отек головы, поражение почек.

У растущей птицы при недостатке рибофлавина наблюдаются заболевания, характеризующиеся судорожным искривлением пальцев ног и параличами, искривлением ног и скрючиванием пальцев внутрь. К числу других признаков можно отнести вялость, ненормальное удлинение перьев крыльев.

Рибофлавин не резервируется в организме. Поэтому отсутствие или недостаток его в рационе быстро приводит к гиповитаминозу, который в основном проявляется у молодняка к 20-дневному возрасту. Он выражается в хромоте, приседании птицы, снижении подвижности и привесов. Введение высоких доз рибофлавина в начальной стадии развития гиповитаминоза излечивает его и птица нормально развивается. Если же процесс переходит в хроническую форму, рост резко уменьшается, смертность возрастает.

Для цыплят в первую неделю жизни имеет существенное значение величина резерва рибофлавина в период вылупления. Это объясняется тем, что в первые дни жизни цыплята потребляют очень мало кормов, в результате чего не могут обеспечивать потребность в этом витамине даже в том случае, если комбикорма содержат достаточное количество рибофлавина.

Оптимальной потребностью кур-несушек в рибофлавине можно считать 2,5 мкг для племенных кур и индеек — 6 мкг в 1 кг комбикорма. При обычном уровне энергии в кормах для удовлетворения потребности бройлеров в этом витамине достаточно наличия в 1 кг 3,5 мг рибофлавина, при высоком (выше 1300 кДж) — 4,0—4,5 мг. Для молодняка кур содержание рибофлавина в 1 кг комбикорма должно составлять 2,5—3, для утят и индюшат — 4,0 мг.

Обеспеченность взрослой птицы рибофлавином определяют по содержанию его в желтке и белке яиц. В 1 г желтка яиц кур и индеек количество его должно составлять 4—5 мкг уток и гусей — 6—7, в белке — соответственно 2 и 1—2 мкг. Для молодняка сельскохозяйственной птицы критерии, характеризующие уровень обеспеченности рибофла-

вином, разработаны недостаточно. Такие признаки, как прирост живой массы и скрючивание пальцев, являются неспецифическими и могут вызываться также недостатком других витаминов, в частности фолиевой кислоты.

Пантотеновая кислота (витамин В₃) Пантотеновая кислота содержится почти во всех кормах, используемых для приготовления комбикормов для птицы. Обмен ее изучен недостаточно. Она входит в состав кофермента А, участвует в активировании уксусной кислоты.

При недостатке пантотеновой кислоты у молодняка снижается прирост живой массы, он плохо оперяется, появляются грубые перья и дерматит со струпьевидными повреждениями углов клюва, склеивание век.

Между отдельными витаминами и пантотеновой кислотой имеется определенная взаимосвязь. Так, витамин В₁₂ усугубляет недостаточность пантотеновой кислоты, а ее добавка к рациону способствует отложению витамина В₁₂ в печени. Введение в рацион 2 % аскорбиновой кислоты снижает тяжесть симптомов пантотеновой недостаточности.¹

Цыплятам требуется пантотеновой кислоты в количестве 9 мг, бройлерам — 10—12, уткам — 10—12, утятам — 10, индюшатам — 15—20, индейкам — 16—18 мг на 1 кг кормов. Это количество в основном обеспечивается содержанием пантотеновой кислоты в рационе, в отдельных случаях требуется добавление в комбикорма синтетических препаратов.

Холин (витамин В₄) содержится почти во всех компонентах, используемых для приготовления комбикормов для птицы. В 1 кг комбикорма содержится от 800 до 1100 мг холина, что полностью удовлетворяет потребность птицы в этом витамине.

Однако если при выращивании бройлеров с целью повышения энергии корма используется жир, требуется дополнительное введение его в рацион. Следовательно, добавка холина в рационы для птицы должна определяться содержанием в корме энергии или добавками жира.

Недостаток холина в рационах цыплят задерживает их рост, нарушает жировой и углеводный обмен, ухудшает использование кормов. Дефицит холина при недостатке марганца, фолиевой и никотиновой кислот, витамина В₁₂ является причиной возникновения перозиса. Куры при недостатке холина снижают яйценоскость и воспроизводительные качества. При клеточном содержании добавка холина ослабляет интенсивность жировой инфильтрации печени.

В опытах, проведенных в Украинском научно-исследовательском институте птицеводства, было установлено, что в

отдельных опытах при добавке холинхлорида, приготовленного из окиси этилена, увеличивался процент ввода от 63,9 до 76,8 и выводимость от 76,7 до 86,4 % но она не оказывала положительного влияния на яйценоскость.

При клеточном содержании бройлеров добавка порошкообразных препаратов холин-хлорида в комбикорма способствовала увеличению живой массы. При напольном содержании бройлеров скармливание комбикормов, обогащенных холин-хлоридом, не оказывало влияния на прирост бройлеров.]

Никотиновая кислота (витамин В₅, РР, ниацин) содержится во всех кормах в достаточно высоких количествах. Однако в ряде кормов она находится в связанном, недоступном для организма состоянии.] Так, в кормлении сельскохозяйственной птицы, в особенности бройлеров, широко используется кукуруза. Установлено, что в пищеварительном тракте птиц никотиновая кислота из кукурузы не освобождается. Она освобождается только при щелочном гидролизе. Куры используют только 30 % всей никотиновой кислоты, содержащейся в желтой кукурузе, 36 — в пшенице, 10 % — в соевых бобах.

Никотиновая кислота может синтезироваться в организме птицы из аминокислоты триптофана. Поэтому скармливание рациона, дефицитного по триптофану, увеличивает потребность в никотиновой кислоте. При использовании кукурузных рационов, обедненных триптофаном, эндогенный синтез никотиновой кислоты невелик. Никотиновая кислота из триптофана синтезируется в том случае, если он содержится в рационе в избытке. При кормлении бройлеров кукурузно-соевым комбикормом содержание триптофана составляет 250 мг в 100 г при норме 200 мг. Такой минимальный избыток триптофана позволяет синтезировать всего 2 мг никотиновой кислоты.]

При недостатке никотиновой кислоты поражается кожа, слизистая оболочка рта, пищеварительного тракта. У молодняка резко замедляется рост, оперение становится взъерошенным, возникают параличи. У цыплят при недостатке никотиновой кислоты в 10—14-дневном возрасте отмечается воспаление ротовой полости, верхней части пищевода и зоба. Чешуйчатый дерматит в 21-дневном возрасте появляется в верхней части плюсны, а затем распространяется на всю поверхность ног. У уток, индюшат развивается слабость суставов, сухожилий, появляется колесообразный изгиб ног. В отдельных случаях у цыплят, индюшат развивается перозис, появляются поносы.

Потребность в никотиновой кислоте еще изучена недостаточно. Считают, что минимальная потребность при про-

дукции яиц 0,8 мг никотиновой кислоты на курицу, или 8 мг на 1 кг корма, для воспроизводства — соответственно 1 мг в день или 10 мг на 1 кг корма.

Добавка 10 мг никотиновой кислоты на 1 кг кукурузного рациона повышала прирост цыплят на 18—33 %, а добавка 100 мг — на 33—49 % [Особенно благоприятно действует добавка в корм никотиновой кислоты в течение первых 20 дней жизни цыплят. Оптимальная норма потребности растущей птицы в никотиновой кислоте такая, мг на 1 кг корма: цыплята-бройлеры — 35; цыплята яичных пород — 22; молодки яичных пород — 15; утки на откорме — 35; индюшата до 6-недельного возраста — 70; индюшата старше 6-недельного возраста — 50.]

Критерии недостаточности никотиновой кислоты в рационе изучены недостаточно. Одним из них может быть содержание ее в печени. Так, у бройлеров содержание никотинамида в печени 160—200 мкг можно считать достаточным для обеспечения высокой продуктивности.]

Витамин В₆ (пиридоксин). Недостаток этого витамина прежде всего задерживает синтез белка в организме. У цыплят снижается аппетит, задерживается рост, появляется отвислый зоб, в дальнейшем наблюдается атрофия селезенки, зубной железы, микроцитарная гипохромная анемия, наблюдается зигзагообразный бег с опущенной головой, они садятся на ноги, первичные перья опущены, в более тяжелом состоянии лежат распростертыми с запрокинутой головой. Обычно такой молодняк погибает.

У взрослой птицы недостаточность витамина вызывает прекращение яйцекладки. Содержание глутаминово-щавелеуксусной трансминазы снижается, повышается в крови содержание мочевой кислоты и небелкового азота. У птицы отсутствует аппетит, она теряет в массе. Повышенная возбудимость чередуется с вялостью.

В отдельных случаях отмечаются опухоли мускульного желудка.

Поэтому дополнительное введение этого витамина в рацион, дефицитный по пиридоксину, белка усиливает симптомы недостаточности, снижает прирост и выживаемость птицы.

Потребность в пиридоксине для кур, молодняка и бройлеров составляет 2—2,5 мг, для уток и индеек — 3—4, для племенной птицы и птицы гибридных высокопродуктивных линий — 4 мг на 1 кг корма.

При достаточном количестве растительных кормов потребность птицы в витамине В₆ покрывается за счет содержания его в компонентах комбикормов. Лишь в отдельных случаях требуется его дополнительная добавка,

Рассматривая обеспечение птицы витамином В₆, необходимо отметить наличие антивитаминов. Так, при содержании цыплят и индюшат на рационах, имеющих в составе семена льна, отмечали плохой рост и типичные симптомы недостаточности витамина В₆, предупреждающиеся включением пиридоксина в количестве 20 мг %. Это объяснялось тем, что льняные семена содержали вещество, названное линатином, в количестве 0,58 %. При кислотном гидролизе линатина одной из составных частей является 1-амино- α -пролин, который обладает антивитаминой В₆ активностью. Из синтетических антивитаминов можно назвать 4-дезоксипиридоксин и изониазид (препарат, применяемый при лечении туберкулеза).

Витамин В₉ (фолиевая кислота) содержится во всех используемых для кормления птицы кормах, но особенно много ее в отходах мукомольного производства, люцерновой муке, кормовых дрожжах. Она также синтезируется кишечной микрофлорой. В основном фолиевая кислота находится в связанном виде.

При ее недостатке у птицы наблюдается задержка роста, нарушается рост и пигментация оперения, развивается макроцитарная гипохромная анемия. У гусят, кроме этого, возможна слабость ног, сходная с перозисом. Из яиц кур и индеек, получавших с кормом недостаточное количество фолиевой кислоты, снижается выводимость. Гибель эмбрионов происходит на третьей неделе от начала инкубации. Основными признаками погибших эмбрионов были отеки, геморрагия, ненормальное положение эмбриона в яйце, микромелии, уродства ног, клюва, глаз, мышечный желудок расширен. Потомство выводится нежизненное, значительная часть его погибает. Падеж цыплят при содержании их на рационах, лишенных фолиевой кислоты, составлял 52—62 %, а их масса в 28-дневном возрасте — 64—109 г, при добавке же в рацион 2 г фолиевой кислоты на 1 т корма — соответственно 0,16 % и 225—375 г.

Установлено, что скармливание антибиотиков тетрациклинового ряда в кормовых дозах при использовании дефицитных по фолиевой кислоте рационов способствовало значительной стимуляции роста цыплят, повышало содержание фолиевой кислоты в желтках яиц от 0,22 до 0,28 мкг/г.

Оптимальная потребность в фолиевой кислоте в настоящее время определена в таких количествах, мг/кг корма:

| | | | |
|-------------------|------|--------------|------|
| куры-несушки | 0,5; | цыплята | 0,7; |
| племенные куры | 1 ; | куры-молодки | 0,7; |
| племенные индейки | 1,2; | бройлеры | 1,2; |
| | | индюшата | 1,2; |

При повышении калорийности кормов путем включения технического жира, увеличения содержания белка в сравнении с принятыми нормами, увеличения в рационе рыбной муки, добавкой метионина потребность птицы в фолиевой кислоте увеличивается.

Критерием оценки обеспеченности птицы фолиевой кислотой является содержание ее в желтках яиц и печени. В полноценном курином яйце ее должно содержаться 6—7 мкг, в печени двухнедельных цыплят — 12 мкг.

Витамин В₁₂ (кобаламин), в отличие от других, содержится в молекуле металла кобальт. Он есть только в кормах животного происхождения и совершенно отсутствует в растительных. Поэтому витамин В₁₂ является фактором животного белка. Отсутствие этого фактора в рационе не сказывается отрицательно на яйценоскости кур. Однако из яиц, полученных от кур, кормившихся растительным рационом, птенцы не вылупляются. Эмбрионы погибали на 2—3-й недели инкубации.

Витамин В₁₂ синтезируется микроорганизмами при наличии кобальта. Практически вся кишечная микрофлора кур в состоянии синтезировать витамин В₁₂. Особо бурный синтез происходит в слепых кишках. Однако используется он птицей в очень незначительном количестве и выделяется совместно с пометом. При содержании на глубокой подстилке птица потребляет витамин В₁₂ путем частичного поедания помета. При содержании в клетках она лишена доступа к помету, более требовательна к обеспечению витамином В₁₂.

Для всасывания витамина В₁₂ необходимо, чтобы он соединился с так называемым внутренним фактором, который содержится в железистом желудке. При кормлении мясом, печенью витамин В₁₂ поступает в организм в связанном с белком состоянии и является усвояемым. Всасывание его происходит в тонком кишечнике. Внутренний фактор лишь способствует всасыванию витамина В₁₂ эпителиальными клетками кишечника. При переходе слоя эпителиальных клеток он связывается с другим белком. Всасывание витамина В₁₂ курами составляет 43—84 % от принятого, петухами — 32—41 %. Наибольшее количество витамина В₁₂ в яйцах находили на 6—8-й день после его введения.

Введенный с пищей витамин В₁₂ через 2—4 ч появляется в крови и затем откладывается в печени. В крови кур и цыплят в плазме было найдено 81—87 % всей введенной дозы витамина В₁₂.

В организме витамин В₁₂ участвует в синтезе метионина и метильных групп для метилирования, синтез белка и

нуклеиновых кислот, изомеризации метилмалоновой кислоты в янтарную.

Недостаточность витамина B_{12} выражается в задержке роста птицы, плохом оперении, высокой смертности. Цыплята и бройлеры имеют анемичный вид, вторичные половые признаки развиваются очень слабо. Поэтому в 56—63-дневном возрасте трудно отличить петушков от курочек. При недостатке витамина B_{12} в яйцах возможно вылупление цыплят с утолщенными суставами, которые впоследствии вызывают перозис.

Лишение кур и индеек витамина B_{12} вызывает резкое снижение выводимости и числа эритроцитов в крови. У эмбрионов обнаруживается дистрофия мышц, увеличение сердца, щитовидной железы. Установлено, что витамин B_{12} , полученный в достаточном количестве из яиц, может обеспечивать потребность цыплят на протяжении до 3 мес жизни. Это указывает на то, что при производстве инкубационных яиц необходимо тщательно следить за содержанием витамина B_{12} в яйцах кур.

Витамин B_{12} в своем обмене и биологическом действии связан с другими витаминами. В. С. Мальцев на основании исследований пришел к выводу, что витамин B_{12} улучшает усвоение каротина корма цыплятами и повышает накопление витамина А в печени. Одновременно он усиливает мобилизацию указанных витаминов из печени и увеличению их концентрации в крови. Усвоение каротина и отложение витамина А в печени тем выше, чем полноценнее протеиновая часть рациона.

Обогащение растительного рациона метионином улучшает усвоение каротина, создает более стойкие запасы витамина А в печени.

Очень эффективно использование витамина B_{12} совместно с антибиотиками. Установлено, что добавление в комбикорма антибиотиков, особенно тетрациклинового ряда, способствует увеличению отложения этого витамина в желтках яиц и печени кур. В этом отношении наиболее эффективными являются кормовые препараты антибиотиков (биовит — 80, биомицин кормовой витаминизированный, кормогризин), которые одновременно с антибиотиками содержат в значительных количествах витамин B_{12} .

Витамин B_{12} откладывается в желтке яйца, а оттуда переходит в печень и остаточный желток выведенного птенца. С увеличением количества добавляемого витамина B_{12} в рационе количество его в печени кур, желтках яиц, печени и остаточных желтках цыплят увеличивается.

Потребность птицы в витамине B_{12} зависит от направления продуктивности, условий содержания и кормления. При

напольном содержании на глубокой подстилке птица почти всегда обеспечена витамином, при содержании же в клетках добавка витамина В₁₂ необходима, особенно если в рационе мало рыбной муки.

Потребность молодняка яичных пород в витамине определяется в 3—5 мкг, мясных пород — 8—16 мкг/кг кормов. Для кур-несушек при производстве инкубационных яиц, особенно с использованием растительных рационов, в комбикорма необходимо добавлять 25 мкг/кг корма.

Критерием для оценки потребности птицы в витамине В₁₂ могут служить показатели его содержания в печени, желтках яиц, в отдельных случаях в крови.

Биотин (витамин Н) содержится во всех компонентах, используемых для приготовления комбикормов для птицы. Однако используется он из кормов в неодинаковой степени, примерно на одну треть.

Биотин может синтезироваться кишечной микрофлорой, но этот синтез не может обеспечивать потребность птицы в витамине. В практике при недостатке биотина у птицы наблюдаются характерные признаки: изменения кожи на пальцах (чешуйчатый дерматит) и у основания клюва, развитие заболевания, сходного с перозисом. Недостаток биотина в кормлении кур снижает выводимость, у эмбрионов наблюдаются уродства скелета.

Потребность в биотине различных видов и возрастных групп птицы неодинакова. Для бройлеров требуется биотина 100 мкг/кг комбикорма. Потребность индюшат значительно выше — 250 мкг/кг корма. Использование более низких доз вызывает развитие симптомов недостаточности в биотине. Индейкам и курам-несушкам требуется его 150—250 мкг/кг и лишь в этом случае откладывается в яйцах достаточное количество биотина, требуемое для нормального развития эмбриона. В одном курином яйце содержание биотина составляет 10,7 мкг, в том числе 8,5 в желтке и 2,2 — в белке.

Аскорбиновая кислота (витамин С). На потребность птицы в витамине С оказывают влияние окружающая температура, соотношение витаминов, условия кормления. Для бройлеров оптимальной дозой для обогащения комбикормов является 50 мг на 1 кг кормов. При использовании высококалорийных рационов, богатых жиром, потребность цыплят возрастает до 100 мг/кг кормов.

У петухов наблюдается сезонное изменение качества спермы. Ухудшение ее чаще всего происходит в летне-осенний период. Введение в рацион витамина С улучшало качество спермы и объем эякулята у петухов. Клинические симптомы недостатка витамина С еще не отмечены. Однако

имеются работы, указывающие на то, что при воздействии стресс-факторов птица также нуждается в дополнительном потреблении витамина С. Он синтезируется в организме птицы, в основном в надпочечниках. Наличие витамина А, пониженные температуры способствуют увеличению синтеза аскорбиновой кислоты. Неблагоприятные условия содержания, ослабление организма при заболеваниях снижает синтез. Это же имеет место при недостатке в рационе белка, кальция и фосфора. В то же время в этих условиях расход витамина на обменные процессы увеличивается.

Витамин С в значительном количестве содержится в капусте и зеленой части ряда растений. В зерне имеются следы этого витамина. Дальнейшее изучение факторов, влияющих на синтез витамина С, дает возможность уточнить его потребность и способы использования.

Комплексное использование витаминных препаратов в кормлении птицы

В настоящее время промышленность изготавливает разнообразные препараты витаминов, предназначенные для скармливания, выпойки, инъекции. В зависимости от назначения препараты производят в жидком или порошкообразном виде, неочищенные и очищенные от примесей. В отличие от других видов животных в птицеводстве витаминные препараты используют в основном способом скармливания, в отдельных случаях вводят с питьевой водой и совершенно не применяют инъекции витаминов. Это объясняется прежде всего тем, что при промышленном содержании птица выращивается большими стадами и способ инъекции витаминов практически невыполним.

Витаминные препараты дают эффект только при комплексном применении: обязательное добавление отдельных витаминов, сочетание и соотношение их, способы применения, правильное дозирование, сохранение в процессе скармливания и хранения активного вещества, выявление причин авитаминозов и их устранение.

Прежде чем приступить к использованию витаминных препаратов в кормлении птицы, следует дать оценку необходимости их добавок. Практика и исследование кормовых средств показывают, что потребность птицы в витамине А даже при самых оптимальных условиях кормления обеспечивается не более чем на 50 %. Витамин D₃ в кормах нет. Лишь в облученных дрожжах может содержаться определенное его количество, что далеко не удовлетворяет потребность птицы в этом витамине. Следовательно, вита-

мины А и D₃ необходимо систематически добавлять в корма согласно принятым нормам.

Установлено, что корма животного происхождения (рыбная, мясо-костная, перьевая, мясо-перьевая, мясная мука, сухой обрат) содержат витамин В₁₂ в достаточно большом количестве (50—300 мкг/кг). Поэтому использование комбикормов с высоким содержанием витамина В₁₂ обеспечивает потребность организма птицы в этом витамине. При этих условиях кормления дополнительная добавка витамина В₁₂ не оказывает заметного влияния на продуктивность птицы, в отдельных случаях наблюдается увеличение выводимости.

Корма растительного происхождения не содержат витамина В₁₂. Поэтому при содержании птицы на рационах, содержащих пониженные уровни животных кормов или состоящих из одних растительных кормов, добавка витамина В₁₂ является обязательной. Его недостаток может вызвать гиповитаминоз у взрослой птицы, прекращение воспроизводства.

Витамин Е обычно содержится в кормах. Однако при их хранении и прогоркании жира он разрушается. В результате потребность птицы в этом витамине не удовлетворяется, требуется дополнительное введение препаратов витамина Е.

Остальные, используемые для кормления витамины, содержатся в кормах в достаточном количестве. Однако, несмотря на это, в отдельных случаях могут массово возникать авитаминозы. В каждом конкретном случае необходимо установить причину их. Например, в 1972 г. в опытном хозяйстве УНИИП совхозе им. Ф. Э. Дзержинского при кормлении бройлеров комбикормами, содержащими достаточное количество животных кормов, возник массовый авитаминоз В₁₂ с очень характерными признаками: недоразвитие вторичных половых признаков, мышечная дистрофия, появление большого количества цыплят, пораженных перозисом, анемия. Обследование показало, что рацион содержал достаточное для удовлетворения потребностей количество витамина В₁₂. Но его неправильно скармливали, давали в основном растительные компоненты, в то время как порошкообразные животные компоненты рассыпали в подстилку или удаляли в виде остатков из птичников. В данном случае причина возникновения авитаминоза заключалась в неполном потреблении всех компонентов комбикормов.

В 1979 г. в этом же хозяйстве был случай массового гиповитаминоза В₂. Бройлерам скармливали обогащенный этим витамином комбикорм, но после 20-дневного возраста отме-

чались признаки заболевания: вначале цыплята начинали хромать, через несколько дней они теряли аппетит и садились на ноги, начиналась стадия истощения. Замена способа введения витамина В₂ в организм (вместо скармливания была применена выпойка на протяжении нескольких дней) заболевание прекратилось. Это благотворно сказалось на продуктивности. В 63-дневном возрасте живая масса бройлеров в партиях, где гиповитаминоз поразил стадо в значительной степени, была около 1000 г, в начальной стадии — 1200 г, а в партиях с проведением профилактической выпойки — 1400 г. В данном случае причина заболевания крылась в недостатке рибофлавина в яйцах кур и в связи с недостаточным потреблением кормов цыплята были не в состоянии обеспечивать потребность организма в витамине.

Отмечаются случаи, когда при недостатке в рационе травяной муки, особенно люцерновой, начинаются расклевы птицы. Это, очевидно, связано с недостатком витамина К.

При комплексном использовании витаминов необходимо обращать внимание на их синергизм и антагонизм. В. С. Мальцев установил, что добавка в комбикорма витамина В₁₂ улучшает усвоение каротина корма цыплятами, повышает накопление витамина А в печени, создает условия для более стойкого сохранения запасов этого витамина. Добавка витамина С в количестве 50 г на 1 т комбикорма способствует лучшему использованию витаминов А и Е, снижению их норм в рационе. При недостатке витамина А значительно увеличивается токсичность повышенных доз витамина D₃. Установлено, что с увеличением норм добавок витамина D₂ в комбикорма снижается отложение витамина А в печени (табл. 43).

Существует взаимосвязь между витаминами В₁, В₂ и В₆. При добавлении в кормовую смесь рибофлавина увеличивается его содержание в печени, но снижается содержание витамина В₁. В результате при одностороннем обогащении рационов рибофлавином у молодняка могут возникнуть параличи.

Используя витаминные препараты, учитывают также их взаимосвязь с отдельными питательными веществами.

При комплексном ис-

43. Влияние дозировок витамина D на отложение витамина А в печени бройлеров (по Маслиевой О. И.)

| Возраст бройлеров, дни | Содержание витамина D ₂ в 1 т комбикорма, млн. ИЕ | Содержание витамина А в 1 г печени, мкг |
|------------------------|--|---|
| 63 | 10 | 172,6 |
| 63 | 15 | 132,5 |
| 63 | 40 | 112,1 |

пользовании витаминов обращают внимание на консистенцию препаратов. Для птицы желательно использовать порошкообразные сыпучие формы витаминов. Употребляя порошкообразные препараты, обращают внимание на размер частиц. Это обусловлено тем, что многие витамины вводят в комбикорма в очень малых количествах (2—10 г на 1 т). Чем меньше вводят препарата, тем более мелкие должны быть частицы.

В опытах на курах испытывали масляный и порошкообразный препараты витамина D₃, приготовленные из одного и того же сырья по технологии, разработанной Институтом биохимии им. А. В. Палладина АН УССР. Добавляли в комбикорма одинаковое количество активного вещества. Однако результаты продуктивности и биохимические показатели у кур, получавших порошкообразный препарат на основе казеина (видеин 3), были ниже, чем у кур, получавших масляный препарат этого витамина. В данном случае это объяснялось тем, что более 70 % частиц имели размер более 200 мкм, а для равномерного распределения при добавлении на 1 т комбикорма 20 г требовались частицы размером не более 100 мкм. Необходимо отметить, что при приготовлении витаминных препаратов для птицы этим вопросам уделяют недостаточно внимания.

Важными для обеспечения птицы витаминами являются сроки завоза кормов в птичники и сохранение в них витаминов. В настоящее время многие препараты витаминов производятся в нестабилизированном виде. Исследования и наблюдения в производстве показали, что отдельные витамины разрушаются в комбикорме в течение 5—10 дней,

Витаминные препараты в сочетании с микроэлементами и другими биологически активными добавками в комбикорма добавляют в виде премиксов. Рецепты премиксов приведены в таблице 44.

Если витамины вводят в комбикорма непосредственно в хозяйствах и птицефабриках, то из них вначале готовят премиксы из расчета добавления последних от 2 до 10 кг на 1 т. Вначале делают расчет требуемого количества препаратов. Для жирорастворимых витаминов при расчете норму добавки на 1 т необходимо разделить на активность. Например, добавка витамина А 10 млн. ИЕ на 1 т, D₃ — 1 млн. ИЕ. Содержание витамина А в 1 г препарата 250 тыс. ИЕ, витамина D₃ — 50000 ИЕ. Следовательно, для приготовления премикса необходимо взять витамина А $10\,000\,000 : 250\,000 = 40$ г; витамина D₃ — $1\,000\,000 : 50\,000 = 20$ г.

В зависимости от активности препаратов таким же методом определяют требуемое количество каждого витамина

44. Рецепты премиксов для птицы

| Микроком- поненты | Премикс к 1 т | Промышлен- ные куры | Молодняк, дней | | Бройлеры, дней | |
|--|------------------|------------------------|-------------------|--------|-------------------|-------|
| | | | 1-10 | 61-120 | 1-10 | 31-70 |
| | | | | | | |
| Витамины | | | | | | |
| А (сухой стабилизированный) млн. ИЕ | 1500 | 700 | 1000 | 700 | 1000 | 700 |
| D ₃ (сухой, стабилизированный), млн. ИЕ | 200 | 150 | 100 | 700 | 100 | 100 |
| Е, тыс. ИЕ | 500 | — | 500 | — | 1000 | 500 |
| К, г | 200 | — | 200 | — | 200 | — |
| B ₁ , г | 200 | — | — | — | — | — |
| B ₂ , г | 400 | 300 | 400 | 400 | 400 | 300 |
| пантотеновая кислота, кг | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| холин-хлорид 70%, кг | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 |
| никотиновая кислота, кг | 2 | 1,5 | 2 | 2 | 2,6 | 2,5 |
| пиридоксин, г | 600 | — | — | — | — | — |
| фолиевая кислота, г | 50 | — | — | — | — | — |
| B ₁₂ , г | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| С, г | 5 | — | — | — | 5 | 5 |
| Микроэлементы | | | | | | |
| марганец, кг | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| железо, кг | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| медь, г | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 |
| цинк, г | 1350 | 1350 | 900 | 900 | 900 | 900 |
| кобальт, г | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 |
| йод, г | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 |
| Другие добавки | | | | | | |
| антиоксидант, кг | 12,5 | 12,5 | 12,5 | 12,5 | 12,5 | 12,5 |
| антибиотики, кг (активное вещество) | — | — | 1,0 | — | 1,5 | — |

(а также других входящих в премикс веществ), составляют рецепт премикса, где каждый компонент выражен в весовых единицах. Количество наполнителя определяют в зависимости от консистенции препаратов и количества ввода премикса в комбикорма. Количество отвешенных препаратов и наполнителя, рассчитанные на 1 т комбикорма, умножают на количество тонн приготавливаемого комбикорма, засыпают в смеситель емкостью от 30 до 300 л и тщательно смешивают. После приготовления его используют согласно производственному расчету.

При приготовлении премиксов в хозяйствах желательно делать два премикса: витаминный и витаминно-минеральный. В витаминный вводят витамины А, D₃, Е, каротин, добавляют антиоксидант, сантохин и наполнитель. В витаминно-минеральный премикс — все остальные компоненты и

наполнитель. Это обуславливается тем, что в хозяйстве поступают очень часто масляные препараты указанных витаминов, быстро разрушающиеся при смешивании в присутствии микроэлементов.

В отдельных случаях в хозяйствах используют комплексные препараты витаминов (тривитамин тетравит и др.). Соотношение витаминов А, D, Е, а в тетравите и К не соответствует нормам скормливания птице. В данном случае нормирование необходимо вести по витамину D₃, а остальные витамины, в частности А, добавлять дополнительно за счет препаратов витамина А. При использовании этих препаратов нельзя допускать введение витамина D₃ более 2 млн. ИЕ на 1 т комбинированных кормов.

Таким образом, витамины в кормлении птицы необходимо использовать комплексно с учетом условий кормления, содержания, состояния здоровья птицы синергизма и антагонизма отдельных витаминов и других биологически активных веществ, создавать условия, чтобы введенные в комбикорма витамины потреблялись и усваивались птицей.

Нормы добавок синтетических препаратов витаминов в комбикорма для птицы

Витаминные препараты в кормлении птицы используют для обогащения комбикормов. Нормы добавок синтетических препаратов рассчитывают по содержанию биологически активного вещества на 1 т комбикормов. Масляные и порошкообразные препараты витамина А содержат 230—330 тыс. ИЕ в 1 г, витамина D₃ — 50 000 ИЕ, Е — 250 мг/мл. Порошкообразный кормовой препарат витамина В₁₂ содержит 25—50 мкг активного вещества в 1 кг, холинхлорида — 70—98 %. Другие препараты витаминов (пантотенат кальция, тиамин, рибофлавин, пиридоксин, никотиновая кислота) представляют в основном активно действующие вещества и добавляются в комбикорма по массе согласно норм. Нормы добавок витаминов в комбикорма для птицы приведены в таблице 45.

По зарубежным данным нормы добавок витамина А в комбикормах для птицы колеблются в широких пределах — от 2 до 50 тыс. ИЕ на 1 кг комбикормов. Это можно объяснить различиями в климатических условиях, набором используемых кормов, типами кормления, условиями содержания, качеством используемых препаратов и т. д.

В нашей стране нормы добавок витамина А в комбикорма для птицы завышены в 2—2,5 раза в сравнении с исполь-

45. Нормы добавок витаминов при производстве полнорационных комбикормов, г на 1 т комбикорма

| Вид и возраст птицы | А (Ретинол, млн. ИЕ) | Д ₃ (холестерин-феррат, млн. ИЕ) | Е (ДД-альфа-токоферол), млн. ИЕ | К ₁ (менадион), млн. ИЕ | В ₁ (тиамин) | В ₂ (рибофлавин) | В ₆ (пантотеновая кислота) | В ₁₂ (кобальт-х-орид · 10%) | Никотиновая кислота | В ₉ (пиридоксин) | В _С (фолиевая кислота) | В ₁₅ (инобаллин, в мг) | С (аскорбиновая кислота) |
|---|----------------------|---|---------------------------------|------------------------------------|-------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|--|---------------------|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|
| Куры-несушки племенные яичных и мясных линий | 10 | 1,5 | 10 | 2 | 2 | 4 | 20 | 1000 | 20 | 4 | 1,5 | 25 | 50 |
| промышленные при клеточном и напольном содержании | 7 | 1 | — | 1 | — | 3 | 10 | 1000 | 20 | 2 | — | 25 | — |
| Индейки | 15 | 1,5 | 20 | 2 | — | 5 | 20 | 1000 | 30 | 5 | 1,5 | 25 | 50 |
| Утки | 10 | 1,5 | 5 | 2 | — | 3 | 10 | 1000 | 20 | — | — | 25 | — |
| Гуси | 10 | 1,5 | 5 | 2 | — | 3 | 10 | 1000 | 20 | — | — | 25 | — |
| Молодняк | | | | | | | | | | | | | |
| цыплята яичных и мясных линий (1—90 дней) | 10 | 1 | 10 | 2 | 1,5 | 3 | 15 | 1000 | 30 | 3 | 0,5 | 20 | 50 |
| ремонтные (91—180 дней) | 7 | 1 | — | 1 | — | 2 | 10 | 1000 | 20 | 3 | — | 25 | — |
| цыплята-бройлеры: | | | | | | | | | | | | | |
| 1—30 дней | 10 | 1 | 10 | 2 | 2 | 3 | 15 | 1000 | 30 | 3 | 0,5 | 25 | 50 |
| 31 день и старше | 7 | 1 | 5 | 1 | 1 | 3 | 10 | 1000 | 30 | 3 | 0,5 | 25 | 50 |
| индюшата (1—120 дней) | 15 | 1,5 | 20 | 2 | 2 | 4 | 15 | 1000 | 30 | 5 | 1,5 | 25 | 50 |
| ремонтные (121—180) | 7 | 1 | 5 | 2 | — | 3 | 10 | 1000 | 20 | — | — | 25 | — |
| утята (1—55 дней) | 10 | 1 | 5 | 2 | — | 2 | 10 | 1000 | 20 | 2 | — | 25 | — |
| ремонтные (56—180 дней) | 7 | 1 | — | 1 | — | 2 | 10 | 1000 | 20 | — | — | 25 | — |
| гусята: | | | | | | | | | | | | | |
| 1—20 дней | 10 | 1,5 | 5 | 2 | — | 2 | 10 | 1000 | 30 | 2 | 0,5 | 25 | — |
| 21—60 дней | 5 | 1 | — | 1 | — | 2 | 10 | 1000 | 30 | — | — | 25 | — |
| ремонтные (61—180 дней) | 5 | 1 | — | 1 | — | 2 | 10 | 1000 | 30 | — | — | 25 | — |

зубыми в США, Англии, Японии. Опытами установлено, что в откормочный период нормы добавок витамина А 2—10 млн ИЕ на 1 т комбикорма оказывали практически одинаковое действие на прирост цыплят-бройлеров. Оптимальной нормой добавок витамина А для племенных курочек породы белый леггорн является 2—4, белый плимутрок — 4—

6 млн. ИЕ на 1 т комбикорма. Добавление витамина А 5, 10, 15 млн. ИЕ на 1 т оказывают практически одинаковое действие на продуктивность и воспроизводительные качества кур.

Норма добавок витамина А для цыплят-бройлеров, ремонтного молодняка и племенных кур в значительной степени зависит от содержания протеина в комбикормах. При содержании 19—21 % сырого протеина, живая масса цыплят-бройлеров была наиболее высокой при добавлении витамина А 10 млн. ИЕ на 1 т. В этих группах живая масса в 63-дневном возрасте колебалась в пределах 1476 — 1599 г. Снижение или увеличение добавок витамина А на 5 млн. ИЕ/т комбикорма снижало живую массу на 1,3—8 %. При использовании комбикормов, содержащих 22—24 % сырого протеина, наиболее высокая живая масса была при норме добавок витамина в количестве 15 млн. ИЕ/т комбикорма. При использовании в кормлении комбикормов, содержащих сырого протеина менее 19 %, наиболее высокая живая масса бройлеров была достигнута при обогащении витамином А в количестве 5 млн. ИЕ/т. Скармливание цыплятам-бройлерам комбикормов, не обогащенных синтетическим препаратом витамина А, вызывало гиповитаминоз, выражающийся в торможении роста, снижении сохранности. В этих группах в 63-дневном возрасте живая масса цыплят-бройлеров была 1123 г, сохранность 85 %. Видимых других патологических изменений не наблюдалось.

Следовательно, при интенсивном содержании птицы добавки витамина А в комбикорма согласно норм обязательны. Определяющим фактором при нормировании добавок витамина А является содержание протеина в комбикормах. Породные и линейные отличия птицы определенного направления продуктивности при нормировании имеют меньшее значение.

Существенное значение при обеспечении А-витаминного питания птицы представляют масляные препараты каротина, получаемого из водоросли дюналиелла солевая по технологии, разработанной институтом биохимии им. А. В. Палладина АН УССР. При нормировании необходимо учитывать, что 1 мкг каротина равноценный 1 ИЕ витамина А. Каротин из водоросли на 90 % состоит из β-каротина. Примерно такой же состав и каротина, получаемого способом микробиологического синтеза или содержащегося в моркови.

Как при использовании кукурузных, так и бескукурузных рационов в кормлении цыплят-бройлеров норма добавок каротина в количестве 15 г на 1 т оказывала такое же или даже более сильное действие на рост бройлеров, чем и

добавка 15 млн. ИЕ витамина А. При использовании каротина живая масса бройлеров 63-дневного возраста была 1465—1476, витамина А — 1419—1444 г. Следовательно, препараты каротина в указанной норме можно с успехом использовать в кормлении птицы вместо витамина А.

В. Ф. Каравашенко рекомендует в комбикорма для кур промышленного стада добавлять витамин Е в количестве 5, родительского стада — 10 г/т. Эти нормы добавок способствуют некоторому увеличению интенсивности яйценоскости (на 0,4—1,7 %), снижению затрат кормов, увеличению содержания витамина Е в желтках яиц кур в 2—3 раза. У петухов, получавших корм без добавок витамина Е, снижалось качество спермы, а, следовательно, и оплодотворяющая способность. Процент вывода при добавках в комбикорма 5—10 г/т витамина Е составлял 86, без добавок — 79,4 %.

Для других видов и возрастных групп птицы нормы добавок витамина Е в комбикорма колеблются в пределах 2—5, для племенных индеек — 10—50 ИЕ на 1 т.

Опытами установлено, что нормы добавок витамина D₃ можно снижать в 2—3 раза в сравнении с рекомендуемыми в настоящее время. В зарубежных странах этот витамин добавляют в количестве 200—800 тыс. ИЕ на 1 т комбикормов, племенным индейкам 2300 тыс. ИЕ. Активность витамина D₂ примерно в 40 раз меньше, чем витамина D₃. При производстве витамина D₃ из 7-дегидрохолестерина (провитамина) образуются фотодериваты, одним из которых является люмистерин-3, обладающий определенной антирахитической активностью. В исследованиях, проведенных в институте биохимии им. А. В. Палладина АН УССР и Украинском НИИ птицеводства, установлено, что люмистерин-3 подобно витамину D₃ усиливает абсорбцию кальция в кишечнике цыплят, а при совместном введении витамина D₃ и люмистерина-3 в соотношении 0,5 : 0,5 увеличивают эту абсорбцию в 2—3,5 раза, что способствует стимулированию роста цыплят.

При содержании птицы с использованием выгулов и солнечного освещения витамин D₃ без ущерба для здоровья, продуктивности и воспроизводительных способностей птицы можно в комбикорма не добавлять.

Он образуется в этих условиях непосредственно в организме из эргостерина.

Опытами, проведенными в УНИИП Ф. Я. Ведякиной, установлено, что при кормлении кур комбикормами, содержащими животные корма в количестве 7—10 % от состава и витамина B₂ 4—5 г на 1 т дополнительное добавление этого витамина не оказывает положительного влияния на про-

дуктивность и воспроизводительные способности кур породы белый плимутрок.

Нормы добавок никотиновой кислоты в комбикорма для бройлеров и кур в значительной степени зависят от содержания в рационе триптофана. При наличии в 100 г комбикорма 240 мг триптофана норма добавок этого витамина должна составлять 18—19, при недостатке этой аминокислоты — 28—30 г на 1 т. В последние годы исследованы добавки в комбикорма кормовой никотиновой кислоты, представляющей комплексную соль 3-метилпиридина с хлористым цинком. Введенный в организм птицы в эквимольных количествах (13,08 г препарата корник вместо 10 г никотиновой кислоты) оказывал такое же действие на рост бройлеров, как и никотиновая кислота. Это объясняется тем, что 3-метилпиридин полностью преобразуется в тканях в производные никотиновой кислоты — никотинамид и его соединения с коферментами.

Биотин содержится в большом количестве в кормах (дрожжах, шротах, люцерновой муке, животного происхождения) и в комбикорма его не добавляют. Однако потребность в нем индюшат и индеек, обеспечивается за счет кормов только на 50 %, поэтому на 1 т комбикормов для них рекомендуют добавлять 80—120 мг этого витамина. Симптомы недостаточности биотина отмечают у индюшат в возрасте 9—27 дней. Они выражаются в слабости ног, болезненности движений, замедлении роста, сухости и ломкости оперения, дерматитах, повышенной смертности. Американские ученые считают, что 1 кг рациона индюшат должен содержать 253 мкг биотина.

Фолиевая кислота содержится в кормах в достаточном количестве. Однако в дрожжах большая часть ее находится в связанном состоянии, что делает ее недоступной для использования организмом птицы. С увеличением сырого протеина в комбикормах, а также таких кормов в рационе, как рыбная мука потребность в фолиевой кислоте возрастает, для цыплят она составляет 0,5—0,7, индюшат — 0,7—0,9 мг/кг.

При неблагоприятных условиях кормления и содержания у птицы наблюдается стрессовое состояние, требующее мобилизации защитных или восстановительных механизмов. Потребность птицы в витаминах в условиях стресса значительно повышается. Количество витаминов в этом случае увеличивают в 2—3 раза. Нормы добавок витаминов в комбикорма для отдельных видов птицы при стрессовом состоянии ее приведены в таблицах 46, 47. Эти нормы используют на протяжении 3—7 дней. Необходимо предостеречь от неоправданного введения в комбикорма высоких норм отдельных витаминных препаратов на протяжении длительного

46. Антистрессовые нормы добавок витаминов на 1 кг комбикормов для цыплят, бройлеров, кур яичных и мясных пород (по данным Корнельского университета, США)

| Витамин | Цыплята и бройлеры до 8-недельного возраста, условия | | Ремонтный молодняк в возрасте 9—20 недель, условия | | Куры-несушки, условия | | Племенные куры, условия | |
|-----------------------------|--|------------|--|------------|-----------------------|------------|-------------------------|------------|
| | нормальные | стрессовые | нормальные | стрессовые | нормальные | стрессовые | нормальные | стрессовые |
| Витамин А, ИЕ | 10000 | 20000 | 5000 | 15000 | 6500 | 15000 | 10000 | 15000 |
| Витамин Д ₃ , ИЕ | 550 | 1000 | 550 | 1000 | 1000 | 2000 | 1000 | 2000 |
| Витамин Е, ИЕ | 5 | 20 | 2,2 | 20 | 2,5 | 20 | 7,5 | 20 |
| Витамин К, мг | 2 | 8 | 2 | 8 | 2 | 8 | 2 | 8 |
| Тиамин, мг | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Рибофлавин, мг | 4 | 6 | 4 | 6 | 4 | 6 | 5 | 6 |
| Пиридоксин, мг | 4 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 |
| Пантотеновая кислота, мг | 13 | 20 | 12 | 20 | 5 | 10 | 15 | 25 |
| Никотиновая кислота, мг | 33 | 50 | 25 | 40 | 25 | 40 | 30 | 50 |
| Биотин, мг | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,15 | 0,15 |
| Фолиевая кислота, мг | 1,2 | 1,5 | 0,35 | 1,0 | 0,35 | 1,0 | 0,8 | 1,5 |
| Холин, мг | 1300 | 1300 | 1100 | 1100 | 1100 | 1100 | 1100 | 1100 |
| Кобаламин, мг | 0,01 | 0,02 | 0,006 | 0,001 | 0,006 | 0,01 | 0,01 | 0,02 |

времени. Это приводит не только к удорожанию себестоимости продукции и неэффективному расходованию дорогостоящих, местами дефицитных препаратов, но может нанести существенный ущерб в связи с возникновением гипervитаминозов, нарушением усвоения других витаминов.

Витамин А, введенный в рацион в дозе 30 мг % токсичен для цыплят. Это сопровождается такими симптомами: отсутствием аппетита, прекращением роста, снижением массы, истощением и падежом. Витамин А введенный в рацион для цыплят в дозе 15 мг% не проявлял токсичности, но при этом значительно увеличивается его содержание в печени (до 800—1200 мкг/г).

У взрослых кур ежедневная дача витамина А в количестве 40 мг на 1 голову вызывала на 4—5-й день повышенный падеж.

Избыток витамина Д является причиной снижения привесов, размягчения костей и кальцификации органов, нарушения функции размножения, поражений сердечно-сосуди-

47. Антистрессовые нормы добавок витаминов на 1 кг комбикормов для индюшат и индеек (по данным Корнельского университета, США)

| Витамин | Индюшата (0—8 недель), условия | | Ремонтные индейки, условия | | Племенные индейки, условия | |
|-----------------------------|--------------------------------|------------|----------------------------|------------|----------------------------|------------|
| | нормальные | стрессовые | нормальные | стрессовые | нормальные | стрессовые |
| Витамин А, ИЕ | 11000 | 20000 | 5000 | 15000 | 10000 | 15000 |
| Витамин D ₃ , ИЕ | 1300 | 1300 | 1300 | 1300 | 1300 | 1300 |
| Витамин Е, ИЕ | 10 | 20 | 10 | 20 | 30 | 30 |
| Витамин К, мг | 2 | 8 | 2 | 8 | 2 | 8 |
| Тиамин, мг | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Рибофлавин, мг | 5 | 6 | 4 | 6 | 4 | 6 |
| Пиридоксин, мг | 4 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 |
| Пантотеновая кислота, мг | 16 | 20 | 13 | 20 | 20 | 30 |
| Никотиновая кислота, мг | 75 | 80 | 70 | 80 | 35 | 40 |
| Биотин, мг | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,15 | 0,15 |
| Фолиевая кислота, мг | 1,5 | 2 | 0,9 | 2 | 1 | 2 |
| Холин, мг | 2000 | 2000 | 1700 | 1700 | 1300 | 1300 |
| Кобаламин, мг | 0,012 | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,012 | 0,02 |

стой системы. Ежедневное скормливание цыплятам витамина D₃ в дозе 4000 ИЕ на 1 голову угнетает рост. Токсичной следует считать дозу витамина D₂ и D₃ 10 тыс. ИЕ на голову в сутки.

Нормирование витаминов в рационах для птицы усложняется большими индивидуальными и генетическими различиями, разным усвоением кормов. Поэтому нормы не могут быть неизменными. Осуществляя нормированное витаминное питание птицы с использованием синтетических витаминных препаратов, учитывают их биологическую активность.

ПРОИЗВОДСТВО И ПРИМЕНЕНИЕ КОРМОВОГО ПРЕПАРАТА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО КАРОТИНА (КПМК)

Несмотря на то, что все высшие растения синтезируют каротин, а некоторые из них способны накапливать его в значительных количествах (морковь, некоторые сорта тыквы, перец), способ получения каротина из растительного сырья сопряжен с существенными трудностями: сезонностью и большими потерями сырья при хранении. В 1938 г. на Краснодарском комбинате биохимических и витаминных препаратов им. Карла Маркса впервые в Советском Союзе был получен из корней моркови кристаллический каротин. Его длительное время выпускали в виде масляных растворов для медицинских и пищевых целей.

Кормовой препарат микробиологического каротина получают методом глубинного культивирования плюс — и минус форм гриба *Blakeslea trispora*. Процесс производства препарата представляет собой сложную техническую и микробиологическую задачу, так как требует обеспечения и постоянного поддержания асептических условий на всех стадиях производства.

Гарантийный срок хранения препарата (КПМК) 6 месяцев со дня изготовления. Используют его преимущественно в составе каротиносодержащего премикса с последующим включением в комбикорма.

Для приготовления премиксов на комбикормовых заводах и на крупных птицеводческих фермах необходимо иметь два малогабаритных горизонтальных смесителя периодического действия: один — емкостью 30—50 кг и второй — 100—200 кг. С этой целью лучше всего использовать переоборудованные дозаторы ДДТ и смесители марки А9-ДСГ-0,1 или А9-ДСГ-0,2. В обязательном порядке должно быть двойное смешивание — первоначально на смесителе малой емкости, а затем — большей. В качестве наполнителя можно использовать отруби, измельченную пшеницу, комбикорм. В смеситель согласно расчета засыпают наполнитель, необходимое количество биомассы каротина и в течение 20—25 мин тщательно перемешивают сначала в малом, а затем в большом смесителе. Например, если в 1 кг биомассы находится 10 г каротина, то на 1 т премикса для промышленных кур-несушек необходимо 70 кг биомассы (с содержанием 700 г каротина) и 930 кг наполнителя. В комбикорм вводят 1% премикса (10 кг на 1 т комбикорма).

48. *Нормы включения кормового препарата микробиологического каротина (КПМК) в премиксы и комбикорма для сельскохозяйственных животных*

| Вид животных | Норма каротина, г на 1 т | |
|---|--------------------------|------------|
| | премикса | комбикорма |
| Куры-несушки промышленного стада молодняка 91—150 дней, утята 56—150 дней, гусята — 61—240 дней, индюшата — 121—100 дней, бройлеры — 31—56 дней | 700 | 7 |
| Куры-несушки племенного стада, взрослые утки, гуси, цыплята 5—90 дней, бройлеры 1—30 дней, утята 1—55 дней, гусята 1—60 дней | 1000 | 10 |
| Взрослые индейки и индюшата | 1500 | 15 |
| Поросята-отъемыши и откармливаемый молодняк свиной | 600 | 6 |
| Свиноматки | 1200 | 12 |
| Телята от 1—6-месячного возраста | 300 | 3 |
| Коровы | 600 | 6 |
| Молодняк овец до 4-месячного возраста | 400 | 4 |
| Молодняк старше 4-месячного возраста, подсосные свиноматки, бараны | 400 | 4 |

В кормлении крупного рогатого скота нормирование каротина можно осуществлять и другим путем.

При отсутствии в хозяйстве смесителей допускается ручное смешивание биомассы каротина с комбикормом или дертью. В этом случае применяют метод ступенчатого перемешивания: необходимое количество смешивают с небольшой порцией концентратов (2—3 кг), а затем с остальным количеством. Например, если в рационе коровы недостает 50 мг каротина, то на стадо 300 коров потребуется в сутки 15 г каротина или 1,5 кг биомассы.

Опыты использования микробиологического каротина в хозяйствах показали, что лучше иметь один специализированный цех премиксов по изготовлению каротинсодержащего премикса для всех межколхозных комбикормовых заводов области. Такой цех построен на Магдалиновском межколхозном комбикормовом заводе, который выпускает 7 видов обогатительных премиксов для крупного рогатого скота, свиней и птицы. Этот премикс идет для обогащения комбикормов, изготовляемых на межколхозных комбикормовых заводах и крупных птицеводческих комплексах.

Содержание каротина в 1 т готового комбикорма должно соответствовать нормам, приведенным в таблице 48.

Комбикорм, содержащий каротин, не рекомендуется подвергать термической обработке: нагревать, варить, пропаривать.

49. Эффективность использования КПК в кормлении телят молочного периода

| Опыт | Возраст, мес | Группа | Голов | Живая масса, кг | | Прирост за период опыта | |
|------|--------------|---------------|-------|------------------------|---------------|-------------------------|-------------------|
| | | | | при постановке на опыт | в конце опыта | всего, кг | среднесуточный, г |
| 1 | 3—4 | Контроль (ОР) | 15 | 61 | 71,4 | 10,4 | 348 |
| | | ОР+4 г КПК | 15 | 62,5 | 82,5 | 20 | 666 |
| | | ОР+3 г КПК | 15 | 63,5 | 80,3 | 16,8 | 560 |
| 2 | 4—5 | Контроль (ОР) | 15 | 71,4 | 82,5 | 15,5 | 500 |
| | | ОР+5 г КПК | 15 | 82,5 | 107,6 | 25,1 | 810 |
| | | ОР+4 г КПК | 15 | 80,3 | 102 | 21,7 | 700 |
| 3 | 5—6 | Контроль (ОР) | 15 | 86,9 | 103,1 | 16,2 | 540 |
| | | ОР+6 г КПК | 15 | 107,6 | 132,2 | 24,6 | 820 |
| | | ОР+5 г КПК | 15 | 102 | 123 | 21,4 | 715 |

вать, так как это приводит к разрушению каротина. Хранение приготовленного премикса и комбикорма с микробиологическим каротином допускается до 4 мес со дня изготовления.

Научно-хозяйственные опыты, проводившиеся с целью изучения эффективности использования каротина микробиологического синтеза в кормлении животных и птицы, показали положительное влияние на их рост, продуктивность, физиологическое состояние.

Эффективность скармливания КПК крупному рогатому скоту. В колхозе «Маяк» Криничанского района (Днепропетровский сельскохозяйственный институт) проведены опыты по использованию кормового препарата микробиологического каротина в рационах на группе телят молочников в течение 3 мес (табл. 49).

С 20 сентября 1981 г. в группе телятам молочного периода в возрасте от 1—2 мес давали по 3 г биомассы кормового препарата микробиологического каротина (на группе 359 голов). Ежесуточный прирост составил 736 г. Телята не получавшие КПК дали прирост на основном хозяйственном рационе только 534 г, то есть на 202 г меньше.

В условиях учхоза «Самарский» Днепропетровского сельскохозяйственного института был проведен научно-хозяйственный опыт с целью изучения эффективности добавок микробиологического каротина в рационы коров красной степной породы.

Данные табл. 50 свидетельствуют о том, что добавки КПК в рационы сухостойных и затем дойных коров суще-

50. Продуктивность коров, получавших рационы с микробным каротином

| Показатель | Группы | | |
|---------------------------|-----------------|--------|--------|
| | I (контрольная) | II | III |
| В среднем на голову | | | |
| Валовой удой, кг | 881,8 | 1000,2 | 1123,6 |
| Всего 1 %-ного молока, кг | 3201,3 | 3543,7 | 4095,2 |
| Жирность молока, % | 3,7 | 3,65 | 3,63 |
| Всего 4 %-ного молока, кг | 800,7 | 886,2 | 1024,1 |
| В процентах к контролю | | | |
| Валовой удой, кг | 100 | 113,4 | 127,4 |
| Всего 1 %-ного молока, кг | 100 | 110,7 | 127,9 |
| Жирность молока, % | 100 | 98,6 | 98,1 |
| Всего 4 %-ного молока, кг | 100 | 110,7 | 127,9 |

ственно интенсифицировали процессы молокообразования. В связи с повышением продуктивности коров расход кормовых единиц на 1 ц молока снизился во второй опытной группе на 10,4 %, в третьей — на 22,4 %. Примерно в этих же пределах уменьшились и затраты переваримого протеина.

Обогащение кормосмесей микробным каротином вызвало повышение уровня в крови коров общего белка, неорганического фосфора, кальция и, особенно, каротина.

Возможно, что не только эти изменения в обменных процессах явились причиной увеличения молочной продуктивности у коров опытных групп. Установлено, например, что после скармливания КПМК в крови дойных коров существенно повышается общее количество ЛЖК (Саликова М. В. и др., 1980), являющегося пластическим материалом для образования молока.

Эффективность скармливания КПМК свиньям. Влияние микробиологического каротина на плодовитость свиноматок изучен в научно-хозяйственном опыте длительностью 113 дней (с 10 июня по 1 октября 1981 г.) на свиноводческом комплексе колхоза «Родина» Томаковского района. Для опыта были отобраны 30 свиноматок крупной белой породы, которых после подготовительного периода распределили на три аналогичные группы.

Основной рацион был представлен комбикормом, гороховой и пшеничной дертью, гороховой соломой, минеральными добавками. В такой кормосмеси содержалось 8 мг каротина. Животные II группы в дополнение к основному рациону получали биомассу КПМК — 22 мг «чистого» каротина на одну голову в сутки, III — 27 мг «чистого» каротина.

51. Зоотехническая и экономическая эффективность применения микробиологического каротина в кормлении супоросных свиноматок

| Показатели | I (контрольная группа) | II группа | III группа |
|--|------------------------|-----------|------------|
| Общая масса гнезда, кг | 73,79 | 82,68 | 77,90 |
| Получено поросят на одну свиноматку, голов | 7,7 | 8,9 | 8,1 |
| Получено поросят, % к контролю | 100 | 115,6 | 105,2 |
| Стоимость полученных в группе поросят, руб. | 119,23 | 223,24 | 210,33 |
| Стоимость израсходованного микробного каротина, руб. | — | 1 | 1,24 |
| Получено дополнительной прибыли в расчете на одну свиноматку, руб. | — | 1,40 | -0,13 |

Обогащение рационов супоросных свиноматок микробиологическим каротином способствовало повышению их плодовитости на 5,2—15,6 % (табл. 51).

Высокая эффективность использования биомассы КПКМК получена при кормлении поросят-сосунов и племенных свинок. Причем ростовой эффект отмечался даже в условиях достаточной обеспеченности рационов каротином за счет зеленой массы люцерны и сенажа. Возможно, в данном случае положительный результат был получен за счет комплекса биологически активных веществ, которые присутствуют в биомассе.

Как свидетельствуют данные таблицы 52, наиболее заметный ростстимулирующий эффект получен при использо-

52. Эффективность скармливания КПКМК в зависимости от используемой дозы

| Показатели | I группа | II группа | III группа | IV группа |
|--|-------------|-----------|------------|-----------|
| Дозы микробного каротина (в расчете на «чистый» каротин), мг/кг сухого корма | Контрольная | 3,6 | 4 | 3,2 |
| Средняя живая масса одной головы на начало опыта, кг | 48,6 | 48,8 | 47,2 | 47,8 |
| Средняя живая масса одной головы на конец опыта, кг | 103,8 | 106,6 | 107,4 | 107,5 |
| Среднесуточный привес, г | 441,6 | 462,4 | 481,6 | 477,6 |
| В процентах к контрольной группе | 100 | 105,02 | 109,23 | 108,45 |
| Затрачено на 1 кг привеса массы: | | | | |
| корм. ед. | 7,6 | 6,77 | 6,53 | 6,57 |
| переваримого протеина | 623,45 | 597,90 | 573,87 | 578,25 |

53. Экономическая эффективность использования КПК в рационах молодняка свиней, в расчете на одну голову

| Показатели | I группа | II группа | III группа | IV группа |
|--|----------|-----------|------------|-----------|
| Используемая доза «чистого» каротина, мг/кг | — | 3,6 | 4 | 3,2 |
| Средняя живая масса на начало опыта, кг | 48,6 | 48,8 | 47,2 | 47,8 |
| Прирост живой массы за период опыта, кг | 55,2 | 57,8 | 60,2 | 59,7 |
| Получен дополнительный прирост живой массы по сравнению с контрольной группой, кг | — | 2,6 | 5 | 4,5 |
| Стоимость дополнительного привеса, руб. (1 кг живой массы племен. свинки равен 3 руб.) | — | 7,8 | 15 | 13,5 |
| Количество скормленного за опыт (в КПК) «чистого» каротина, мг | — | 414 | 460 | 368 |
| Стоимость израсходованного микробного каротина, руб. | — | 0,16 | 0,18 | 0,15 |
| Получено дополнительно прибыли, руб. | — | 7,64 | 14,82 | 13,35 |

вании микробного каротина в дозе 4 мг в расчете на 1 кг сухого корма вещества рациона. Одновременно наблюдали экономию кормовых средств на 4,11—7,5% в сравнении с контролем.

Экономическая целесообразность использования препарата КПК в кормлении племенных свинок не вызывает сомнений (табл. 53).

Эффективность скармливания микробного каротина свиньям в составе комбикормов подтверждается и широкими производственными опытами в хозяйствах области (табл. 54).

Эффективность скармливания КПК птице. На Никопольской бройлерной фабрике в хозяйственном опыте на поголовье 630 тыс. голов, где скармливался КПК, получен среднесуточный привес бройлеров 17,4 г, тогда как в контроле без добавки микробного препарата только 15,2 г. Повысилась и сохранность птицы (%):

| | До 10 дней | До 20 дней | До 30 дней |
|--------------------|------------|------------|------------|
| Опытная группа | 74 | 72 | 82 |
| Контрольная группа | 68 | 67 | 79 |

Аналогичные результаты получены и на Синельниковской бройлерной фабрике на поголовье около 40 тыс. голов.

54. Эффективность скормливания КПК свиным

| Хозяйство, район | Производственная группа, мес | Количество голов | Среднесуточные приросты по группам | | | Получено чистого дохода, на 1 руб., вложенный дополнительно в стоимость каротина, руб. |
|--|------------------------------|------------------|------------------------------------|---------|-----------------|--|
| | | | контрольной, г | опытной | | |
| | | | | г | % к контрольной | |
| Им. Дзержинского, Новомосковский «Родина», Томаковского | 2—4 | 550 | 200 | 253 | 26 | 6,30 |
| | (откормочная) | 720 | 202 | 243 | 20 | 6,29 |
| | Откормочная | 4150 | 260 | 300 | 15 | 6,28 |
| Им. Карла Маркса, Солонянский «Аврора», Никопольский | 2—4 | 300 | 108 | 138 | 27 | 4,76 |
| | Откормочная | 62 | 195 | 254 | 30 | 9,30 |
| МКП по откорму свиней, Верхнеднепровский | Откормочная | 5000 | 311 | 361 | 26 | 7,86 |
| Им. Дзержинского, Павлоградский | Откормочная | 1080 | 297 | 349 | 16 | 8,19 |
| Им. Кирова, Апостоловский | 2—4 | 1205 | 271 | 326 | 26 | 8,66 |
| | Откормочная | 555 | 200 | 230 | 15 | 4,72 |
| Им. Куйбышева, Новомосковский «Шлях до коммунизму», Магдалиновский | Молодняк | 1411 | 170 | 180 | 6 | 1,65 |
| Им. Шевченко, Царичанский | 2—4 | 507 | 185 | 195 | 5,6 | 1,65 |
| Опытное хозяйство «Научный» ДФ УНИИР (каротин + микроэлементы) | 2—4 | 12 | 445 | 513 | 13,3 | 12,86 |
| Опытное хозяйство «Научный» ДФ УНИИР (каротин без микроэлементов) | 2—4 | 12 | 445 | 468 | 5,2 | 3,62 |

В опытной группе среднесуточный прирост 18,6 г, в контроле — 15,92.

Определенный эффект получен и на курах-несушках (табл. 55).

Различный эффект от скормливания КПК, полученный на курах-несушках, в январе—феврале объясняется неодинаковыми условиями кормления, содержания, а также возрастом и качеством птицепоголовья.

55. Эффективность скормливания КПК курам-несушкам

| Хозяйство, район | Поголовье, тыс. | Яйценоскость на одну голову в месяц | | | Получено чистого дохода, на 1 руб., вложенный дополнительно в стоимость каротина, руб. |
|-----------------------------|-----------------|-------------------------------------|---------|--------------|--|
| | | контроль | опытная | % к контролю | |
| Им. Мичурина, Васильковский | 23 | 6,36 | 8 | 26 | 3,3 |
| «Россия», Межевский | 11 | 6,1 | 10,3 | 68 | 8,5 |
| «Россия», Софиевский | 4 | 10 | 11,5 | 15 | 3 |
| «Прогресс», Павлоградский | 12 | 10 | 12,6 | 26 | 5,2 |
| им. Кирова, Царичанский | 3,6 | 24,1 | 26,9 | 11 | 5,6 |

Особенно эффективно сказывается скормливание КПК на качестве инкубационных яиц. Это подтверждается результатами исследования яиц на Магдалиновском предприятии по производству молодняка птицы на содержание каротиноидов, проведенными в Магдалиновской ветбаклаборатории.

Зародыши в яйцах от кур, не получавших каротина, были слабые, малокровные, отстающие в развитии, а молодняк, выведенный из этих яиц, имел много слабых, малоподвижных цыплят. Такие же результаты получены и в других хозяйствах.

Таким образом, на основании результатов исследований эффективности скормливания КПК различным продуктивным группам животных и птицы можно заключить, что в условиях полноценного, сбалансированного кормления животных и птицы экономическая эффективность скормливания КПК неоспоримо выше, чем при низком уровне обеспеченности животных кормами.

Лучшие результаты получены при скормливании КПК молодняку птицы, крупного рогатого скота и свиней раннего возраста, особенно целесообразно использовать его в районах племенной птицы.

ОРГАНИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ ЗА ВИТАМИННОЙ ОБЕСПЕЧЕННОСТЬЮ ЖИВОТНЫХ

Контроль за витаминной обеспеченностью входит в общий комплекс зоотехнических и ветеринарных мероприятий по организации полноценного кормления животных

(табл. 56). При этом учитывается вид и продуктивность животного, особенности его витаминной потребности и сезон года, условия содержания и тип кормления. Последнее дает возможность правильно оценить вероятность возникновения того или иного гиповитаминоза, организовать контроль и его профилактику.

Особенно тщательный контроль за А-витаминным питанием животных осуществляют в условиях силосного типа кормления. В этом случае рационы балансируют не только по количеству каротина, но и с учетом его биологической активности (1 мг каротина кукурузного силоса эквивалентен 270 ИЕ витамина А, 1 мг каротина люцернового сена — 450 ИЕ, а люцерновой травяной муки искусственной сушки — 350—400 ИЕ витамина А).

Кроме показателей концентрации каротина и витамина А в крови, периодически определяют содержание этих веществ в молозиве и молоке. Резкое снижение концентрации витамина А в молозиве на третий день (6—8-е доение) в сравнении с молозивом первого дня (1—2-е доение) свидетельствует о достаточных запасах витамина А в организме. При низкой обеспеченности животных витамином А содержание последнего в молозиве за указанный период снижается более плавно при низких абсолютных показателях концентрации витамина.

В свиноводстве наиболее полную и объективную характеристику А-витаминной обеспеченности организма дает определение этого витамина в печени и молозиве. Пробы печени берут сразу же после убоя животных, помещают в термос со льдом (лучше сухим) и в тот же день проводят биохимический анализ по определению витамина А в этом органе. Для получения объективных данных из печени берут среднюю пробу, а для характеристики А-витаминного статуса всего органа его взвешивают и концентрацию витамина в пробе (в 1 г) умножают на массу органа. В печени находится до 90% всего имеющегося в организме витамина А и поэтому анализ этого органа характеризует фактическое А-витаминное обеспечение организма.

Содержание витамина А в молозиве или молоке свиноматок хотя и зависит от его поступления с кормом, однако из-за значительных индивидуальных колебаний не всегда может служить критерием для оценки обеспеченности витамином. Значительно меньшие колебания отмечены при исследовании концентрации витамина А в печени новорожденных и двухнедельных поросят. Величины порядка более 10 мкг/г у новорожденных и более 20 мкг/г у двухнедельных поросят свидетельствуют о достаточном обеспечении племенных свиноматок витамином А. Содержание каротина и

| Корм | | | | |
|-------------------------------------|---------|--------|---------|-------|
| | Каротин | Д | Е | К |
| Зеленая масса клевера, люцерны | 40—50 | | 45—60 | 80—90 |
| Зеленая масса разнотравья (молодая) | 30—40 | | 100 | 60 |
| Зеленная масса вики | 35—45 | | 20—60 | 60 |
| Сено разнотравное | 10—20 | 80—300 | 70—100 | |
| Сено клевера или люцерны | 25—30 | 85—400 | 100—120 | |
| Зерно кукурузы | 5—10 | | 20—30 | 1 |
| Зерно овса и ячменя | | | 20—35 | 1 |
| Жмых | | | 1—4 | |
| Силос кукурузный | 10—20 | 40—60 | | 30—40 |
| Мука: | | | | |
| мясо-костная | | 100 | 1—2 | 2 |
| рыбная | | 80—200 | 200 | |
| травяная | 120—150 | | | |
| хвойная | 40—70 | | | |

витамина А в тканях и органах, а также отдельных видах продукции представлено в таблице 57.

Учитывая, что определение витамина Д в организме (кровь, печень) связано с определенными трудностями, даже в условиях хорошо обеспеченной лаборатории оценку Д-витаминного питания организма проводят с помощью косвенных методов. Среди них наибольшее распространение получили определение содержания кальция и фосфора в сыворотке крови и золе костей, а также исследования активности щелочной фосфатазы крови. Последний показатель имеет важное значение в диагностике ранней стадии рахита у поросят, при котором активность щелочной фосфатазы повышается на 10 единиц и более. Цифра выше 10 единиц

57. Содержание витамина А и каротина в некоторых продуктах животноводства

| Вид животного, продукт | Витамин А | Каротин |
|------------------------|-----------|-------------|
| Крупный рогатый скот | | |
| молозиво, мкг/л | 2—6 | 0,6—2 |
| молоко, мкг/мл | 0,2—0,4 | 0,2—0,4 |
| Свиньи | | |
| молозиво, мкг/мл | 1,0—1,8 | Отсутствует |
| Птица | | |
| желток яйца, мкг/г | 6—8 | 14—16 |

в отдельных кормах, мг в 1 кг корма

Витамины

| В ₁ | В ₂ | В ₃ | В ₄ | В ₅ | В ₆ | В ₁₂ мкг |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------|
| 1,0 | 2—4 | | 80—100 | 5 | 4—5 | — |
| 1,5—2 | 3—5 | 10—12 | 300 | 18 | 6 | — |
| 5—6 | 1,3 | 6 | 1100 | 30 | 5 | — |
| 1,3 | 5—7 | 10 | 700 | 12 | 5 | — |
| 1,6—2 | 6—7 | 15 | 600—800 | 18—20 | 4—6 | — |
| 3 | 1,2 | 5 | 400 | 15—20 | 5 | — |
| 3—6 | 0,6—1,2 | 8—12 | 800—1200 | 13—30 | 2—4 | — |
| 7 | 3—4 | 12—40 | 1400—2000 | 100—250 | | |
| 0,5 | 1—2 | 2—6 | 80 | 15—20 | | |
| 0,2—5 | 5 | 3—4 | 2000 | 45—50 | 1,5 | 30—80 |
| 0,4—1 | 6—7 | 10—15 | 3000 | 60 | 0,8—1 | 30—200 |
| 2—3 | 20 | 20—30 | 1500 | 40 | 4 | — |
| | 10 | | | | | |

Боданского свидетельствует о начальной стадии D-гиповитаминоза.

Сравнительно объективным биохимическим показателем, характеризующим возможность появления рахита у поросят, является снижение уровня кальция в крови до величин 6—8 мг в 100 мл сыворотки.

Экспериментальные данные свидетельствуют о том, что нормой для животных может служить такое количество минеральных веществ и щелочной фосфатазы в сыворотке крови.

| | |
|--------------------------------------|-------|
| Общий кальций, мг/% | 10—13 |
| Неорганический фосфор, мг/% | |
| у взрослых | 4—5 |
| у молодняка | 6—8 |
| Общий фосфор, мг/% | 12—18 |
| Щелочная фосфатаза на 100 мл, единиц | |
| у взрослых | 2—5 |
| у молодняка | 5—20 |

Тестом, характеризующим E-витаминное обеспечение животных, является проба на устойчивость эритроцитов к влиянию окислительных агентов (проба на гемолиз). Сравнительную оценку E-витаминного обеспечения организма дает определение уровня токоферола в крови.

Следует однако отметить, что E-авитаминоз у свиней встречается крайне редко и поэтому нет необходимости анализировать другие методы детально. Концентрация ви-

тамина Е в печени не может быть использована для оценки обеспеченности им животных. Из всех методов можно рекомендовать гемолиз эритроцитов как наиболее простой и чувствительный.

Среди методов контроля В-витаминного статуса организма, кроме исследований крови и отдельных органов на содержание этой группы, определенное значение имеют показатели привесов, использование корма, анализ симптомов авитаминоза, а также нарушение репродуктивных функций.

Один из признаков обеспеченности растущих животных в гнаmine (витаине В₁) является привес живой массы и расход корма. В отдельных случаях степень обеспеченности оценивают по результатам исследования активности транскетолазы эритроцитов крови, которая при дефиците тиаминa значительно снижается.

Показателем обеспеченности животного рибофлавином является содержание его в эритроцитах. Величины ниже 6 мкг% свидетельствуют о недостаточности этого витамина и необходимости включения его в рацион животных. Выделение рибофлавина с мочой также может служить достоверным показателем обеспеченности им организма, однако оно действительно лишь на фоне достаточного уровня полноценного белка в рационе.

У взрослой птицы недостаток рибофлавина также вызывает снижение яйценосности и воспроизводительной способности.

В качестве критерия, характеризующего обеспеченность организма пантотеновой кислотой, используют определение ее концентрации в крови и выделение с мочой. На этом показателе недостаток витамина сказывается быстрее, чем на обычных характеристиках продуктивности — привесе, расходе корма, функции воспроизводства. Для количественного определения пантотеновой кислоты используют микробиологические методы, основанные на том, что рост микроорганизмов, способных к синтезу пантотеновой кислоты, зависит от ее содержания в среде. По данным А. Р. Вальдман (1961), содержание пантотеновой кислоты в крови поросят при их нормальном обеспечении витамином находится в пределах 0,89 мкг в 1 мл и в печени — до 25 мкг в 1 г, при авитаминозе этот показатель снижается в крови до 0,62—0,64 мкг, в печени — соответственно до 15 мкг/г.

У птицы (куры) при нормальных условиях кормления концентрация пантотеновой кислоты в крови составляет 0,45—0,5 мкг/мл, а в яйце — 9,8 мкг/г.

При недостатке витамина в рационе уровень его в крови снижается до 0,25 мкг, а в яйце — до 3 мкг.

Для ранней диагностики РР-витаминного состояния животных можно использовать исследования отдельных клеточных ферментов, активной группой которых является никотинамид, однако такие исследования в широкой практике не применяются ввиду сложности методики и отсутствия отдельных реактивов. Об обеспеченности животного никотиновой кислотой можно судить и по продуктам обмена этого витамина, выделяемых с суточной мочой, в частности по содержанию в ней — метилникотинамида.

Показателем обеспеченности витамином В₆ животного служит уровень выделения ксантуреновой кислоты с мочой после нагрузки триптофаном. При В₆-гиповитаминозе концентрация этой кислоты в моче значительно возрастает. Весьма чувствительно реагирует на дефицит пиридоксина активность трансаминаз в крови, которая в этом случае может снижаться на 50 % и более.

Критерием, характеризующим обеспеченность организма витамином В₁₂, является определение концентрации метилмалоновой кислоты в моче, которая возрастает даже при кратковременной недостаточности. Этот критерий хорошо согласуется с содержанием витамина В₁₂ в сыворотке крови, однако определение последнего связано с микробиологическими анализами, которые требуют квалифицированных кадров и специального оборудования.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Содержание каротина в основных кормах Украины

| Кормовые культуры, корма | Содержание влаги, % | Каротин, мг/кг | |
|------------------------------------|---------------------|---------------------------|------------------|
| | | при натуральной влажности | в сухом веществе |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Травы: | | | |
| злаковое разнотравье | 73,05 | 54 | 200 |
| смесь многолетних трав | 76,49 | 66,9 | 281,6 |
| травосмесь луговая | 72,9 | 54,2 | 200 |
| Кукуруза молочной спелости | 74,72 | 20,6 | 81,4 |
| Кукуруза молочно-восковой спелости | 69,78 | 12,3 | 40,7 |
| Овес: | | | |
| начало колошения | 76,5 | 43,6 | 185,5 |
| колошение | 76,94 | 51,9 | 224,2 |
| молочная спелость зерна | 73,35 | 24,5 | 92,1 |
| Подсолнечник | 82,87 | 21,1 | 123,1 |
| Озимая пшеница: | | | |
| выход в трубку | 78,4 | 38 | 127 |
| начало колошения | 73,53 | 28 | 117 |
| начало цветения | 70,39 | 19 | 66 |
| налив зерна | 57,8 | 22,7 | 54 |
| Озимая рожь: | | | |
| выход в трубку | 84,4 | 35,9 | 230 |
| начало выбрасывания колоса | 77,26 | 36,7 | 161 |
| выбрасывание колоса | 75,89 | 22,6 | 94 |
| Сорго: | | | |
| кущение | 83,86 | 32,5 | 203,1 |
| выход в трубку | 83,61 | 31,2 | 189,6 |
| цветение | 78,39 | 11,9 | 54,8 |
| молочно-восковая спелость зерна | 72,53 | 9,5 | 34,5 |
| Суданская трава: | | | |
| кущение | 78,76 | 39,3 | 185,3 |
| стеблевание | 76,22 | 25,8 | 108,4 |
| выбрасывание метелки | 77,58 | 22,8 | 101,7 |
| Суданская трава (отава): | | | |
| стеблевание | 76,17 | 35,7 | 150 |
| выбрасывание метелки | 75,19 | 19,4 | 78,2 |
| полная спелость зерна | 62,46 | 12,4 | 33,9 |
| Ячмень, молочная спелость | 64,93 | 26,9 | 76,8 |
| Вика яровая: | | | |
| бутонизация | 75,31 | 45 | 182,2 |
| образование бобиков | 71,31 | 42,3 | 143,3 |
| налив зерна | 66,67 | 21,8 | 65,4 |
| Вико-овес | 71,65 | 26,1 | 92,2 |
| Горох: | | | |
| бутонизация | 84,58 | 36,7 | 238,3 |
| образование бобиков | 80,08 | 23,8 | 114 |

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|-------------------------------------|-------|------|-------|
| налив зерна | 77,88 | 31,8 | 143,3 |
| молочная спелость зерна | 70,38 | 15,6 | 52,5 |
| Горох-овес | 72,2 | 32,2 | 115,8 |
| Донник: | | | |
| до цветения | 78,74 | 58,4 | 275,4 |
| цветение | 69,56 | 26,3 | 86,5 |
| Клевер, бутонизация | 75,24 | 37,9 | 152,7 |
| Конские бобы: | | | |
| цветение | 75,92 | 32,6 | 135,8 |
| молочная спелость | 78,37 | 28,3 | 131 |
| Люцерна: | | | |
| 1-й укос, | | | |
| до бутонизации | 77,7 | 47 | 213 |
| бутонизация | 77,55 | 38,9 | 173 |
| начало цветения | 75,59 | 36,2 | 148 |
| 2-й укос, | | | |
| бутонизация | 74,22 | 51,5 | 200 |
| начало цветения | 69,77 | 35,6 | 117,8 |
| 3-й укос, в среднем | 71,45 | 57,7 | 202,4 |
| Нут: | | | |
| цветение | 74,08 | 19,8 | 72,6 |
| образование бобов | 73,47 | 55,2 | 208,3 |
| образование зерна | 72,28 | 39,5 | 142,6 |
| молочная спелость зерна | 67,48 | 17,5 | 53,8 |
| восковая спелость зерна | 62,12 | 14,2 | 37,5 |
| Соя: | | | |
| до бутонизации | 72,25 | 52,4 | 219,5 |
| цветение | 69,88 | 40,7 | 186,5 |
| образование бобов | 69,53 | 31,6 | 103 |
| молочно-восковая спелость зерна | 66,33 | 10,5 | 31,8 |
| Чечевица: | | | |
| до цветения | 73,21 | 70 | 261,5 |
| образование бобиков | 71,18 | 62,8 | 218 |
| молочная спелость зерна | 63,35 | 21,5 | 58,5 |
| Чина: | | | |
| начало цветения | 79,69 | 46,3 | 228 |
| образование бобиков | 75,01 | 29,9 | 116,2 |
| Суданская трава: | | | |
| налив зерна | 72,92 | 25,2 | 93,5 |
| молочно-восковая спелость | 66,76 | 21,1 | 64,2 |
| восковая спелость | 40,58 | 8,1 | 16,9 |
| Ботва: | | | |
| сахарной свеклы до уборки корней | 84,72 | 27,8 | 189,5 |
| сахарной свеклы после уборки корней | 82,86 | 19,7 | 111,1 |
| кормовой свеклы | 87,37 | 26,6 | 147,9 |
| моркови | 82,36 | 26,5 | 149 |
| картофеля | 78,55 | 23,5 | 108 |
| Сено: | | | |
| овсяное | 11,36 | 11,8 | 13,4 |
| разнотравье, 1-й укос | 11,38 | 67,7 | 76,4 |
| разнотравье, 2-й укос | 12,19 | 60,9 | 69,3 |
| суданское свежеприготовленное | 19,05 | 55,1 | 68,4 |

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|-------|-------|-------|
| после 4-месячного хранения | 15,62 | 15,9 | 18,8 |
| после 6-месячного хранения | 13,43 | 9,2 | 10,6 |
| после 8-месячного хранения | 10,4 | 7,2 | 8 |
| клеверное | 11,9 | 57,1 | 42,3 |
| люцерновое, свежеприготовленное | 17,75 | 75,5 | 91,8 |
| после 4-месячного хранения | 14,36 | 33,4 | 39 |
| после 6-месячного хранения | 14,1 | 15,3 | 19,3 |
| эспарцетовое | 13,14 | 36,6 | 42,4 |
| вико-овсяное, свежеприготовленное | 11,4 | 32,3 | 36,4 |
| после 4-месячного хранения | 13,44 | 14,6 | 16,8 |
| после 6-месячного хранения | 13,82 | 6,8 | 7,9 |
| Травяная мука искусственной сушки: | | | |
| озимой ржи, свежеприготовленная | 5,63 | 135,9 | 144,5 |
| озимой пшеницы, свежеприготовленная | 7,42 | 226 | 244,3 |
| суданской травы | 9,07 | 149,9 | 164,7 |
| гороха зеленого | 9,46 | 221,9 | 237 |
| люцерновая, свежеприготовленная | 5,95 | 181,3 | 192,1 |
| после 4-месячного хранения | 9,78 | 90,4 | 100,4 |
| соевая, свежеприготовленная | 8,84 | 147,2 | 161,7 |
| после 4-месячного хранения | 9,8 | 85,3 | 94,7 |
| после 6-месячного хранения | 10,43 | 78,8 | 88,5 |
| из чины, свежеприготовленная | 7,22 | 210,3 | 226 |
| эспарцета | 7,12 | 160,2 | 172,1 |
| вико-овса | 10,15 | 127,5 | 141,9 |
| из ботвы сахарной свеклы, свежеприготовленная | 6,7 | 111,5 | 119 |
| после 4-месячного хранения | 7,52 | 77,6 | 97,9 |
| после 6-месячного хранения | 7,99 | 73,2 | 92,5 |
| Силос кукурузный: | | | |
| молочной спелости | 85,34 | 35,9 | 245,8 |
| молочно-восковой спелости | 76 | 22 | 92 |
| восковой спелости | 72,4 | 14,3 | 84,1 |
| Корнеклубнеплоды: | | | |
| морковь, при закладке на хранение | 84,9 | 119,6 | 792 |
| после 4-месячного хранения | 88,8 | 75,3 | 672,3 |
| после 6-месячного хранения | 87,32 | 51 | 401,5 |

Приложение 2

Содержание витамина D в некоторых кормах растительного и животного происхождения

| Корм | Содержание витамина D в 1 кг | |
|----------------------------|------------------------------|------|
| | мг | МЕ |
| Сено клеверное, высушенное | | |
| в валках | 0,02 | 800 |
| в покосах | 0,0275 | 1100 |

| Корм | Содержание витамина D в 1 кг | |
|-------------------------------|---------------------------------|-------------|
| | мг | ИЕ |
| Силос кукурузный | | |
| молочной спелости | 0,0067 | 267 |
| молочно-восковой спелости | 0,0098 | 394 |
| Силос клеверный, 1-й укос | 0,0116 | 464 |
| Силос из клевера провяленного | 0,01 | 402 |
| Силос из тимopheевки | 0,0012 | 51 |
| Солома яровых культур | 0,0012 | 50 |
| Сухие облученные дрожжи | 0,25—0,5 | 10000—20000 |
| Коровье молоко | | |
| зимний период | 0,002 | 10 |
| летний период | 0,012 | 50 |
| Рыбная мука | 0,0025 | 100 |
| Рыбий жир, | | |
| натуральный | 0,0012 | 50 |
| витаминизированный | 0,005 | 200 |

Приложение 3

Содержание токоферолов в отдельных кормах Украины, мг/кг

| Корм | Содержание влаги, % | Токоферолы | |
|---------------------------|------------------------|------------------------------|---------------------|
| | | при натуральной влажности | в сухом веществе |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Вика яровая: | | | |
| бутонизация | 76,25 | 24,4 | 103 |
| начало цветения | 74,23 | 15,6 | 60,5 |
| образование бобиков | 69,45 | 15,6 | 51,1 |
| Горох: | | | |
| до бутонизации | 84,58 | 32,4 | 210,9 |
| образование зерна | 73,61 | 12,4 | 47,7 |
| молочная спелость зерна | 63,84 | 21,8 | 60,4 |
| Кукуруза: | | | |
| до выбрасывания метелки | 80,79 | 26,6 | 139,7 |
| молочно-восковая спелость | 66,9 | 65,9 | 198 |
| Клевер, фаза бутонизации | 75,14 | 39,2 | 156,8 |
| Конские бобы: | | | |
| цветение | 75,92 | 15,6 | 65 |
| молочная спелость | 80,3 | 26,7 | 139 |
| молочно-восковая спелость | 76,44 | 37 | 160 |
| Люцерна, бутонизация | 74,28 | 37 | 143,4 |
| Нут, среднее | 70,49 | 13,2 | 67,4 |
| Пшеница озимая | 78,22 | 106,6 | 483 |
| Рожь озимая | 81,38 | 50,1 | 200 |

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|------------------------------------|-------|-------|-------|
| Сорго | 71,07 | 53,9 | 185,5 |
| Суданская трава | 65,12 | 49,9 | 142,2 |
| Соя: | | | |
| бутонизация | 75,25 | 18,7 | 74,7 |
| цветение | 68,57 | 29,1 | 92,5 |
| образование бобиков | 70,66 | 79,3 | 269 |
| молочно-восковая спелость | 66,33 | 40,7 | 124 |
| Чечевица: | | | |
| бутонизация | 70,18 | 34 | 114,4 |
| начало цветения | 73,21 | 15,6 | 60,9 |
| начало образования бобиков | 67,36 | 18,7 | 57,4 |
| молочная спелость зерна | 71,86 | 31,6 | 112,2 |
| Чина: | | | |
| цветение | 80,58 | 39 | 195 |
| образование бобиков | 74,98 | 38 | 152 |
| Ботва: | | | |
| кормовой свеклы | 86,56 | 28 | 215 |
| сахарной свеклы | 85,81 | 47,7 | 340 |
| картофеля | 78,55 | 43,6 | 208 |
| Сено: | | | |
| суданское | 14,4 | 22,8 | 41,8 |
| люцерновое | 19,82 | 31,9 | 39 |
| Травяная мука искусственной сушки: | | | |
| виковая | 9,86 | 128,8 | 142,9 |
| люцерновая | 7,98 | 78 | 85,4 |
| ботвы сахарной свеклы | 6,7 | 247,5 | 269,7 |
| из сои | 7,72 | 187,5 | 199,2 |
| Корнеклубнеплоды: | | | |
| морковь (корки) | 87,04 | 85,7 | 650 |
| свекла сахарная | 76,57 | 28,2 | 127 |
| свекла кормовая | 82,11 | 17,1 | 94,9 |
| Силос: | | | |
| кукурузный | 73,6 | 38,2 | 146 |
| из кукурузных початков | 70,16 | 18,2 | 61 |
| из моркови | 88,5 | 28,1 | 245 |
| Зерновые корма: | | | |
| кукуруза, зерно | 10,43 | 40,9 | 55 |
| дёрть кукурузная | 24,85 | 56,3 | 75 |
| овес, зерно | 11,19 | 52,2 | 59,1 |
| дёрть овсяная | 13,78 | 40 | 46,7 |
| просо, зерно | 12,46 | 37 | 43 |
| пшеница, зерно | 9,3 | 26,5 | 29,6 |
| дёрть пшеничная | 8,53 | 61,5 | 67,5 |
| ячмень, зерно | 13,24 | 76,5 | 89,4 |
| дёрть ячменная | 12,26 | 98 | 112,8 |
| бобы, зерно | 12,68 | 75,8 | 87,1 |
| вика, зерно | 10,52 | 57,3 | 63,7 |
| горох, зерно | 10,37 | 99,1 | 110,1 |
| нут, зерно | 8,4 | 136,6 | 148,9 |
| соя, зерно | 5,83 | 90,8 | 95,9 |
| чечевица, зерно | 13,77 | 74,8 | 87,4 |
| чина, зерно | 11,26 | 51,4 | 58,4 |

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|-----------------------|-------|------|------|
| Отходы производства: | | | |
| отруби овсяные | 9,5 | 43,6 | 48,6 |
| отруби пшеничные | 13 | 58,1 | 66,1 |
| жмых подсолнечниковый | 5,83 | 42,5 | 45 |
| жом сухой | 21,06 | 6 | 6,8 |
| кормовые дрожжи | 11,04 | 36,1 | 40,9 |
| рыбная мука | 9,04 | 30,3 | 34 |
| мясо-костная мука | 12,27 | 53 | 60,9 |
| костная мука | 6,62 | 15,6 | 16,9 |
| снятое молоко | 91,3 | 0,5 | 5,65 |

Приложение 4

Содержание витаминов группы В в кормах отдельных зон Украины

| Корм | Вода, % | В 1 кг корма натуральной влажности, мг | | | | |
|------|---------|--|-------------|---------------------|---------|----------------------|
| | | тиамина | рибофлавина | никотиновой кислоты | холлина | пантотеновой кислоты |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |

Полесье

| | | | | | | |
|---------------------|-------|------|------|------|------|-----|
| Травы сеяные: | | | | | | |
| вика | 78,73 | 5,5 | 1,3 | 24 | 300 | 11 |
| горох | 82,13 | 5,2 | 1,3 | 24 | 300 | 11 |
| клевер красный | 80,02 | 10 | 3 | 5 | 80 | 2 |
| люпин кормовой | 80,81 | 5,5 | 1,3 | 30 | 300 | 11 |
| люцерна | 76,46 | 10 | 3 | 5 | 80 | 2 |
| эспарцет | 76,78 | 10 | 3,2 | 5 | 80 | 2 |
| рожь озимая | 80,2 | 1,7 | 2,3 | 7,5 | 600 | 10 |
| кукуруза | 70,94 | 1,4 | 1,5 | 19,5 | 900 | 10 |
| овес | 78,56 | 1,8 | 2,3 | 11 | 600 | 11 |
| пшеница озимая | 79,8 | 1,1 | 2,8 | 18 | 300 | — |
| Сено: | | | | | | |
| люцерновое | 15 | 2 | 11 | 19 | 1830 | 15 |
| луговое разнотравье | 15 | 1,9 | 2,05 | 11,9 | 1702 | — |
| райграсовое | 15 | 1,2 | 4,3 | 12 | 1146 | — |
| клеверное | 15 | 1,3 | 6,8 | 17,7 | 1500 | 12 |
| Корнеплоды и силос: | | | | | | |
| свекла кормовая | 85,49 | 0,3 | 0,6 | 6 | 330 | 2 |
| свекла сахарная | 75,29 | 0,6 | 0,4 | 10 | 310 | 2 |
| свекла полусахарная | 86,37 | 0,6 | 0,4 | 10 | 364 | 2 |
| картофель | 78,14 | 0,9 | 0,7 | 16 | 180 | 5 |
| кукуруза | 89,34 | 0,9 | 1,6 | 8,1 | 647 | — |
| морковь | 87,23 | 0,5 | 0,8 | 10 | 300 | 2 |
| силос кукурузный | 86,65 | 0,75 | 4,1 | 9 | 609 | 3,5 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|-------------------------------------|-------|------|------|------|------|-----|
| силос кукурузный + подсолнечниковый | 86,81 | 0,44 | 4,1 | 9 | 632 | — |
| силос кукурузный + люпиновый | 85,82 | 0,45 | 4,9 | 9,4 | 915 | — |
| Зерновые: | | | | | | |
| дерть гороховая | 15 | 8,1 | 2,1 | 20 | 1700 | 12 |
| дерть люпина кормового | 15 | 1,3 | 3,1 | 22 | 1800 | 18 |
| озимая рожь, зерно | 15 | 3,9 | 2,08 | 20 | 1293 | 17 |
| пшеница озимая | 15 | 4,9 | 2,01 | 21,7 | 1306 | 38 |
| отруби пшеничные | 16 | 4,8 | 1,25 | 18 | 1300 | 50 |
| Лесостепь | | | | | | |
| Травы сеяные: | | | | | | |
| кукуруза, молочная спелость | 79,79 | 0,73 | 2,88 | 8,9 | 840 | 10 |
| молочно-восковая спелость | 75,08 | 0,44 | 1,49 | 19 | 450 | 10 |
| овес | 75,03 | 0,78 | 2,48 | 7,22 | 424 | 10 |
| пшеница озимая | 76,72 | 1,2 | 2,91 | 18 | 300 | 11 |
| рожь озимая | 75,98 | 1,73 | 3,28 | 7,2 | 595 | 10 |
| вика озимая | 76,76 | 5,5 | 1,3 | 30 | 300 | 11 |
| горох | 63,84 | 5,3 | 3,4 | 26 | 300 | 11 |
| Клевер | 75,24 | 6,33 | 4,2 | 10,8 | 80 | 2 |
| Эспарцет | 74,39 | 10 | 3 | 5 | 80 | 2 |
| Люцерна | 77,2 | 5,5 | 3 | 24 | 280 | 6 |
| Вика + овес | 77 | 3 | 3,5 | 22 | 300 | 9 |
| Кукуруза + подсолнечник + соя | 72,55 | 2,4 | 2,2 | 12,3 | 480 | 4,8 |
| Ботва: | | | | | | |
| моркови | 78,4 | 2,7 | 3,8 | 18 | 500 | 10 |
| свеклы кормовой | 84,96 | 0,5 | 0,2 | 24 | 300 | 11 |
| свеклы сахарной | 83,92 | 0,5 | 0,3 | 23 | 300 | 11 |
| Сено: | | | | | | |
| овсяное | 13,35 | 0,53 | 4,7 | 9,4 | 1793 | — |
| клеверное | 16 | 0,2 | 11,2 | 17,7 | 2198 | 13 |
| люцерново-овсяное | 15,69 | 0,6 | 6,36 | 13 | 1720 | — |
| вико-овсяное | 15,35 | 0,86 | 5,39 | 20,6 | 1420 | — |
| клеверно-тимофеечное | 15 | 0,34 | 3,1 | 16,3 | 1100 | — |
| Травяная мука искусственной сушки: | | | | | | |
| люцерновая | 11 | 1,4 | 9,3 | 16,4 | 1758 | 8 |
| овсяная | 11 | 1,3 | 5,75 | 20,6 | 1420 | 5 |
| ботвы сахарной свеклы | 11 | 1,55 | 2,9 | 14,8 | 1017 | — |
| Силос: | | | | | | |
| кукурузный молочной спелости | 74,93 | 1,11 | 1,7 | 4,25 | 583 | 7 |
| восковой спелости | 69,66 | 0,71 | 3,2 | 6 | 580 | 7 |
| вико-овсяный | 55 | 1,5 | 6 | 12 | 327 | — |
| люцерновый | 55 | 1,8 | 16 | 22,3 | 273 | — |
| Корнеклубнеплоды: | | | | | | |
| свекла сахарная | 76,57 | 0,54 | 0,3 | 6 | 251 | 2 |
| свекла кормовая | 86,2 | 0,4 | 0,5 | 6 | 283 | 2 |
| морковь | 84,67 | 0,65 | 0,7 | 3,1 | 287 | 2 |
| Дерть: | | | | | | |
| виковая | 15 | 4,9 | 3,5 | 26 | 2300 | 15 |
| гороховая | 15 | 3,4 | 1,1 | 27 | 2100 | 24 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|-------|------|------|-------|------|------|
| ржаная | 15 | 3,8 | 1,5 | 32 | 1300 | 17 |
| кукурузная | 14 | 4 | 1,7 | 12,5 | 654 | 6,5 |
| из кукурузных початков | 15 | 5,3 | 1,7 | 7,5 | 400 | 5 |
| просяная | 15 | 1,1 | 0,8 | 28 | 800 | 9,3 |
| пшеничная | 15 | 4,4 | 1,1 | 30 | 900 | 13,4 |
| соевая | 15 | 5 | 2,9 | 30 | 2100 | 24 |
| чины | 15 | 7,2 | 2 | 30 | 2100 | 13 |
| ячменная | 15 | 4 | 1,2 | 28 | 852 | 12 |
| Корма животного происхождения и промышленного производства: | | | | | | |
| сухой обрат | 8,06 | 3,5 | 20 | 11 | 1000 | 35 |
| цельное молоко | 91,04 | 0,5 | 1,2 | 1,3 | 220 | 4,7 |
| снятое молоко | 91,03 | 0,45 | 1,3 | 1,6 | 200 | 3,5 |
| мясо-костная мука | 10 | 0,64 | 4,3 | 25 | 2190 | 6 |
| рыбная мука | 10 | 0,6 | 6 | 56 | 3600 | 6 |
| рыбный фарш | 68,28 | 1,4 | 2,9 | 23 | 280 | 6 |
| отруби пшеничные | 15 | 4,5 | 2,8 | 150 | 1200 | 22 |
| отруби ржаные | 15 | 4,7 | 2,6 | 100 | 600 | 17 |
| дрожжи кормовые | 10 | 18 | 36 | 170 | 4821 | 150 |
| жмых подсолнечниковый | 8,1 | 0,83 | 3,5 | 23,2 | 2100 | 33 |
| шрот подсолнечниковый | 8,1 | 0,3 | 2,8 | 22 | 2000 | 42 |
| шрот соевый | 8,1 | 1 | 3,1 | 27 | 2000 | 16 |
| С т е п ь | | | | | | |
| Травы сеяные | 79,97 | 5,3 | 1,3 | 30 | 300 | 11 |
| Вика | 81,08 | 5,2 | 2,9 | 26 | 306 | 11,5 |
| Горох | 78,08 | 10 | 3,2 | 5 | 80 | 2 |
| Клевер | 73,44 | 10 | 3 | 15 | 280 | 2 |
| Люцерна | 75,66 | 10 | 3,2 | 5 | 80 | 2 |
| Эспарцет | 75,66 | 1,7 | 3 | 8,2 | 600 | 10 |
| Кукуруза, молочная спелость | 80,19 | 1,5 | 3,5 | 18 | 800 | 10 |
| Кукуруза, молочно-восковая | 74,87 | 0,4 | 2,8 | 16 | 800 | 10 |
| восковая спелость | 71,66 | 1 | 3,8 | 19 | 850 | 10 |
| Пшеница озимая | 72,48 | 1,5 | 2,8 | 18 | 390 | 11 |
| Вика + овес | 77,63 | 3,5 | 3 | 24 | 300 | 11 |
| Вика + горох | 80,44 | 3,8 | 8 | 22 | 300 | 11 |
| Сено: | | | | | | |
| овсяное | 15 | 1,2 | 3,07 | 12,9 | 1023 | — |
| суданковое | 15 | 0,12 | 1,45 | 11 | 1812 | — |
| люцерновое | 15 | 1,35 | 5,76 | 13,33 | 2240 | 15 |
| эспарцетовое | 15 | 0,35 | 6,45 | 10,1 | 1930 | — |
| Корнеклубнеплоды: | | | | | | |
| свекла сахарная | 79,14 | 0,4 | 0,6 | 12 | 300 | 2 |
| свекла кормовая | 85,81 | 0,4 | 0,5 | 10 | 300 | 2 |
| картофель | 75,99 | 0,38 | 0,67 | 9,6 | 80 | 4 |
| кабачки | 85,9 | 0,4 | 0,6 | 3 | 300 | 2 |
| Зерно: | | | | | | |
| горох | 15 | 4,8 | 1,9 | 30 | 2100 | 20 |
| рожь | 15 | 3,2 | 1,5 | 30 | 1100 | 7,2 |
| кукуруза | 15 | 3,4 | 1,8 | 18 | 600 | 5 |
| овес | 15 | 5,6 | 0,9 | 14 | 1000 | 12 |
| пшеница | 15 | 4,8 | 1,2 | 30 | 900 | 12 |
| дерь кукурузных початков | 15 | 4,8 | 1,7 | 10 | 400 | 5 |

Содержание свободных и связанных форм тиамина в отдельных кормах (на сухое вещество)

| Корма | Общее содержание тиамина, мг/кг | Свободный тиамин | | Связанный тиамин | |
|-----------------------|---------------------------------|------------------|-------------|------------------|-------------|
| | | мг/кг | % к обще-му | мг/кг | % к обще-му |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Зерно: | 4,2 | 3,4 | 80,9 | 0,8 | 19,1 |
| овес | 7,4 | 5,9 | 79 | 1,5 | 21 |
| ячмень | 5,1 | 4,1 | 80 | 1 | 20 |
| кукуруза | 4,4 | 2,8 | 64,3 | 1,6 | 35,7 |
| горох | 8,7 | 7,6 | 87,3 | 1,1 | 12,7 |
| нут | 8,3 | 7,8 | 94 | 0,5 | 6 |
| вика | 8,7 | 7,3 | 83,9 | 1,4 | 16,1 |
| чечевица | 6,4 | 5,6 | 87,5 | 0,8 | 12,5 |
| дёрть гороховая | 4,3 | 4,1 | 95,4 | 0,2 | 4,6 |
| Шрот: | | | | | |
| подсолнечниковый | 5,4 | 5,4 | 100 | — | — |
| соевый | 12,4 | 7,4 | 59,5 | 5 | 40,5 |
| льняной | 8 | 6,4 | 70,9 | 1,6 | 20,1 |
| хлопчатниковый | 2,1 | 1,9 | 90 | 0,2 | 10 |
| отруби пшеничные | 7,3 | 6,7 | 91,5 | 0,6 | 8,5 |
| дрожжи кормовые | 6,2 | 2,7 | 43,5 | 3,5 | 56,4 |
| Зеленая масса: | | | | | |
| пшеница озимая | | | | | |
| фаза роста | 15,3 | 4,5 | 85,5 | 0,8 | 14,5 |
| фаза стеблевания | 10,6 | 5,8 | 54,6 | 4,8 | 45,4 |
| озимая рожь: | | | | | |
| фаза стеблевания | 7,1 | 3,6 | 50,2 | 3,5 | 49,8 |
| фаза колошения | 5,6 | 4,4 | 77 | 1,2 | 23 |
| озимый ячмень | 5,3 | 4 | 75,8 | 1,3 | 24,8 |
| озимая вика | 6,6 | 4,7 | 71,3 | 1,9 | 28,7 |
| суданка | 1,8 | 1 | 55,4 | 0,8 | 44,6 |
| люцерна, бутонизация | 12,9 | 6,9 | 53,6 | 6 | 46,4 |
| люцерна + клевер | 6,2 | 4,9 | 78,7 | 1,3 | 21,3 |
| зеленый горох + овес | 3,6 | 2,2 | 63,2 | 1,4 | 36,8 |
| сенная мука | 1 | 0,5 | 50 | 0,5 | 50 |
| силос кукурузный | 0,8 | 0,5 | 62,5 | 0,3 | 37,5 |
| свекла кормовая | 1,7 | 1,1 | 60 | 0,6 | 40 |
| ботва кормовой свеклы | 3 | 0,8 | 26,7 | 2,2 | 73,6 |
| ботва сахарной свеклы | 5,7 | 2,6 | 50 | 2,6 | 50 |

Содержание различных форм рибофлавина в кормах (в сухом веществе)

| Корм | Общий рибофлавин, мг/кг | Слабосвязанные с белком | | Прочно связанные с белком | | Свободные и мононуклеотидные формы | |
|------------------|-------------------------|-------------------------|------------|---------------------------|------------|------------------------------------|------------|
| | | мг/кг | % к общему | мг/кг | % к общему | мг/кг | % к общему |
| Зерно: | 3,1 | 1,3 | 41,9 | 1,8 | 58,1 | 1,3 | 41,9 |
| овес | 7 | 2,8 | 40 | 4,2 | 60 | 1,8 | 17,8 |
| ячмень | 5,4 | 2,5 | 46,3 | 2,9 | 53,7 | 1,8 | 34,2 |
| кукуруза | 3,9 | 1,6 | 41,1 | 2,3 | 58,9 | 1,6 | 41,1 |
| горох | 7,4 | 2,4 | 32,5 | 5 | 67,5 | 1,8 | 24,3 |
| нут | 5,7 | 2 | 34,5 | 3,7 | 65,4 | 1,6 | 27,7 |
| вика | 8,3 | 3,4 | 41 | 4,9 | 58,9 | 1,6 | 18,9 |
| чечевица | 12,5 | 5,1 | 41 | 7,4 | 59 | 2 | 16 |
| Шрот: | | | | | | | |
| подсолнечниковый | 10 | 4,2 | 42 | 5,8 | 58 | 4,2 | 42 |
| соевый | 6,9 | 2,5 | 36,2 | 4,4 | 63,8 | 2,1 | 30,1 |
| льняной | 12,2 | 4,4 | 36 | 7,8 | 64 | 3,5 | 28,4 |
| хлопчатниковый | 16 | 5,3 | 33,1 | 10,7 | 66,9 | 2,6 | 16,1 |
| Отруби пшеничные | 8,9 | 2,7 | 30,4 | 6,2 | 69,6 | 2,2 | 25 |
| Дрожжи кормовые | 49,3 | 23,7 | 48,1 | 25,6 | 51,9 | 19,6 | 39,7 |
| Зеленая масса: | | | | | | | |
| озимая пшеница | | | | | | | |
| фаза роста | 21,5 | 10,9 | 50,1 | 10,6 | 49,5 | 10,9 | 50,5 |
| фаза стеблева- | | | | | | | |
| ния | 52,8 | 39,2 | 74,2 | 13,6 | 25,8 | 37,2 | 70,4 |
| озимая рожь | | | | | | | |
| фаза стеблева- | | | | | | | |
| ния | 15,8 | 10,7 | 67,7 | 5,1 | 32 | 9,9 | 62,3 |
| выбрасывание | | | | | | | |
| колоса | 19 | 12,3 | 64,7 | 6,1 | 35,3 | 4,9 | 25,7 |
| озимый ячмень | 25,8 | 10,5 | 40,7 | 15,3 | 59,3 | 7,2 | 28,9 |
| озимая чина | 16,4 | 10,4 | 63,4 | 6 | 36,6 | 9,2 | 56,3 |
| суданка | 13,7 | 7,2 | 60,6 | 6,5 | 39,4 | 6,5 | 39,4 |
| люцерна | 20,4 | 12,4 | 61,8 | 8 | 38,2 | 12,4 | 61,8 |
| люцерна + клевер | 17,8 | 10,4 | 58,4 | 7,4 | 41,6 | 8,6 | 48,4 |
| горох + овес | 20,4 | 8,4 | 39,4 | 12 | 60,6 | 8,4 | 39,4 |
| горох | 16,5 | 15,7 | 95,1 | 0,8 | 3,7 | 14,1 | 85,3 |
| горох + подсол- | | | | | | | |
| нечник | 14,8 | 18,2 | 73,4 | 6,6 | 26,6 | 19,8 | 80,8 |
| свекла кормовая | 10,2 | 7,6 | 74,5 | 2,6 | 25,5 | 2,5 | 25 |
| ботва кормовой | | | | | | | |
| свеклы | 17,2 | 14,5 | 84,3 | 2,7 | 15,7 | 7,7 | 44,7 |
| сахарная свекла | 16,2 | 10 | 10,7 | 6,2 | 38,6 | 6 | 37 |
| сенная мука | 32,7 | 11 | 36,4 | 28,8 | 63,6 | 11,9 | 36,4 |
| коровье молоко | 1,6 | 1,4 | 87,5 | 0,2 | 12,5 | 1,4 | 87,5 |

Содержание свободных и связанных форм витамина РР в кормах (в сухом веществе)

| Корм | Общее содержание, мг % | Свободные формы | | Связанные формы | |
|-----------------------------|------------------------|-----------------|------------|-----------------|------------|
| | | мг % | % к общему | мг % | % к общему |
| Зерно: | | | | | |
| горох | 2,1 | 0,7 | 34,3 | 0,48 | 65,7 |
| нут | 1,3 | 0,5 | 35,4 | 0,8 | 64,6 |
| вика | 1,6 | 0,4 | 27,5 | 1,2 | 72,5 |
| чечевица | 2 | 0,4 | 20 | 1,6 | 80 |
| Дерть гороховая | 2,1 | 1,2 | 57 | 0,9 | 42,9 |
| Солома гороховая | 9,4 | 1,6 | 17 | 7,8 | 83 |
| Сено из разнотравья | 12 | 6,7 | 55,8 | 5,3 | 44,2 |
| Травяная мука из озимой ржи | 0,8 | 0,6 | 75 | 0,2 | 25 |
| Горох+овес | 2,5 | 1,1 | 45,1 | 1,4 | 54,9 |
| Гранулы из гороха и овса | 1,7 | 1,3 | 76,4 | 0,4 | 23,6 |
| Люцерновая мука | 1,8 | 1,4 | 77,4 | 0,4 | 22,3 |
| Суданка зеленая | 1,8 | 1,8 | 100 | — | — |
| Ботва сахарной свеклы | 9,3 | 9,3 | 100 | — | — |

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|-----|
| ВВЕДЕНИЕ | 3 |
| ВИТАМИНЫ — ОДИН ИЗ ФАКТОРОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ПОЛНОЦЕННОСТЬ КОРМЛЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ | 5 |
| Химическая природа и физиологическое действие отдельных витаминов | 5 |
| Жирорастворимые витамины | 6 |
| Водорастворимые витамины | 11 |
| ВИТАМИННОЕ ПИТАНИЕ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА | 16 |
| Особенности витаминного питания жвачных | 16 |
| Потребности в витамине А и особенности его обмена | 18 |
| Интенсивность превращения каротина в витамин А и факторы, ее определяющие | 27 |
| Увеличение потребности скота в каротине (витамина А), связанное с интенсификацией сельскохозяйственного производства | 36 |
| Использование каротина кукурузного силоса и других растительных источников крупным рогатым скотом | 38 |
| Эффективность использования естественных и синтетических источников каротина (витамина А) в кормлении крупного рогатого скота | 40 |
| Потребности в витамине Е и особенности его обмена | 47 |
| Усвоение и накопление витамина Е в организме животного | 48 |
| Показатели, характеризующие состояние Е-витаминного обмена у животных | 51 |
| Эффективность использования различных источников витамина Е в кормлении молочного скота | 53 |
| Взаимодействие токоферолов и витамина А | 55 |
| Потребности в витамине D и особенности его обмена | 58 |
| Витамин D и воспроизводительная способность животных | 67 |
| В-витаминное питание крупного рогатого скота | 70 |
| Особенности витаминного питания молодняка крупного рогатого скота | 74 |
| ВИТАМИННОЕ ПИТАНИЕ СВИНЕЙ | 82 |
| Жирорастворимые витамины | 82 |
| Водорастворимые витамины | 87 |
| Потребность свиней в жирорастворимых витаминах | 94 |
| Потребность свиней в водорастворимых витаминах | 98 |
| Источники витаминов для свиней | 103 |
| Естественные источники витаминов для свиней | 103 |
| Промышленные источники витаминов для свиней | 105 |
| ВИТАМИННОЕ ПИТАНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПТИЦЫ | 107 |

| | |
|--|------------|
| Особенности обмена и потребность в отдельных витаминах | 107 |
| Жирорастворимые витамины | 108 |
| Водорастворимые витамины | 113 |
| Комплексное использование витаминных препаратов в кормлении птицы | 123 |
| Нормы добавок синтетических препаратов витаминов в комбикорма для птицы | 128 |
| ПРОИЗВОДСТВО И ПРИМЕНЕНИЕ КОРМОВОГО ПРЕПАРАТА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО КАРОТИНА (КПМК) | 135 |
| ОРГАНИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ ЗА ВИТАМИННОЙ ОБЕСПЕЧЕННОСТЬЮ ЖИВОТНЫХ | 142 |
| ПРИЛОЖЕНИЯ | 148 |

*Олег Евгеньевич Привало,
Станислав Мартынович Паенок,
Ярослав Степанович Гусак и др.*

ВИТАМИНЫ

В КОРМЛЕНИИ

СЕЛЬСКО-

ХОЗЯЙСТВЕННЫХ

ЖИВОТНЫХ

ПОД РЕДАКЦИЕЙ О. Е. ПРИВАЛО

Заведующая редакцией *А. В. Витриховская*
 Редактор *Е. И. Коваленко*
 Художественный редактор *В. З. Куница*
 Технический редактор *Л. В. Цейтельман*
 Корректоры *Г. А. Авдеенко, В. А. Очкодерова*

Информ. бланк № 2244

Сдано в набор 18.01.83. Подписано в печать 29.03.83. БФ 03731, Формат 84×108₃₂. Бумага типографская № 2. Гарн. литературная. Печать высокая. Усл. печ. л. 8,4. Усл. кр. от. 8,61. Уч. изд. л. 10,07. Тираж 15 500 экз. Зак. № 542. Цена в обложке — 40 к. (10 500 экз.), цена в переплете 55 к. (5000 экз.)

Ордена «Знак Почета» издательство «Урожай», 252034, Киев-34, ул. Ярослав Вал, 10.

Белоцерковская книжная фабрика, 256400, г. Белая Церковь, ул. К. Маркса, 4.