

Тема 1. Основные сведения о кормах

1. Классификация кормов и кормовых растений
2. Структурные компоненты корма
3. Питательная ценность кормов
4. Антипитательные вещества.

1.1 Классификация кормов и кормовых растений

Кормами называют продукты растительного, животного, микробного происхождения, содержащие питательные вещества в усвояемой форме и не оказывающие вредного действия на здоровье животных и качество получаемой от них продукции, а также минеральные вещества.

Кормовые средства, используемые в животноводстве, различаются по источникам их получения, а также по составу и питательности.

По источникам получения корма классифицируют на растительные, животные, минеральные, микробиологического и химического синтеза.

В питании сельскохозяйственных животных в основном используют корма растительного происхождения. Химический состав и питательность кормов зависят от почвенных и климатических условий, вида и сорта растений, системы агротехники, норм внесения удобрений, сроков и способов уборки, методов консервирования, условий хранения и технологии подготовки к скармливанию.

К растительным кормам относят все виды зеленых кормов, продукты их консервирования (сено, силос, сенаж, травяная мука и резка); отходы полеводства (солома, обмолоченные корзинки подсолнечника, стержни початков), веточный корм; корнеклубнеплоды и отходы овощеводства (ботва свеклы, моркови, капустный лист); бахчевые (тыква, арбуз, кабачки); зерна и семена различных культур; отходы мукомольной, крупяной, маслоэкстракционной, свеклосахарной, пивоваренной, крахмалопаточной, спиртовой промышленности и виноделия.

К кормам животного происхождения относят молоко и продукты его переработки, отходы мясокомбинатов и рыбконсервной промышленности, побочные продукты птицеводства, отходы инкубаторов, шелководства и кожевенной промышленности.

Различные отрасли промышленности поставляют животноводству *минеральные корма* (подкормки), кормовые дрожжи, витаминные препараты, азотосодержащие добавки (мочевина, аммонийные соли, аминокислоты), антибиотики, ферментные, гормональные и лечебно-профилактические препараты.

Комбикормовая промышленность использует растительные, животные корма, продукты химической и микробиологической промышленности для приготовления полнорационных кормосмесей для птицефабрик и крупных свиноводческих комплексов. Для других отраслей животноводства комбикормовая промышленность выпускает в основном комбикорма-концентраты, которые в хозяйствах добавляют к кормам собственного производства для повышения их белковой, минеральной и витаминной питательности. Кроме того, комбикормовая промышленность производит премиксы и белково-витаминные (БВД) или белково-витаминно-минеральные добавки (БВМД).

На практике главные кормовые средства объединяют в следующие группы:

- 1) сочные – все зеленые, силосованные консервированные корма, клубнеплоды, бахчевые;
- 2) грубые – сено, солома, сенаж, веточные корма;
- 3) концентраты – зерновые, жмыхи, шроты, мельничные отходы, комбинированные корма;
- 4) животные корма – молоко и продукты переработки, рыбная и мясокостная мука, дрожжи;

- 5) минеральные корма – кормовая соль, мел, фосфаты, соли микроэлементов;
- 6) витамины и премиксы

Первые две группы иначе называют **объемными** кормами. Они составляют основу рациона жвачных животных и являются ценным компонентом рационов других животных.

Многие корма представляют собой растительную массу практически в состоянии естественной влажности. Основное различие между ними состоит в способе использования и химическом составе. Используемая в свежем виде зеленая масса растений относится к летним зеленым и пастбищным кормам. *Зеленые корма* скармливаются в скошенном виде, пастбищные – на корню. С экономической точки зрения это существенное различие. Остальные корма, с влажностью более 60 % считают силосованными. В 1 кг сочных, зеленых и пастбищных кормов обычно содержится не более 0,25 корм. ед.

Корнеплоды, клубнеплоды, плоды бахчевых культур и продукты их переработки – основной источник легкоусвояемых углеводов, для многих животных они имеют диетическое значение. Корнеплодами называют как утолщенные корни растений, так и сами растения с такими корнями. К кормовым корнеплодам относят свеклу, морковь, брюкву, турнепс. Клубнеплоды – это культуры с подземными утолщенными побегами (картофель и земляная груша). Продукты переработки корнеплодов – жом и кормовая патока (меласса), получаемые при переработке сахарной свеклы на сахар; продукты переработки картофеля – мезга и барда. В жоме содержание сухого вещества составляет 6,0–7,5 %, в том числе сахара – 0,2–0,4 %. В 1 кг жома содержится 0,1 корм. ед. Выход жомасоставляет около 83 % массы переработанной свеклы. Жом – это обессахаренная свекловичная стружка, его используют в свежем, отжатом (содержание сухого вещества 9–12 %), прессованном (12–20 %) и сухом виде. Из 16 кг свежего жома получают 1 кг сухого жома. В мелассе содержится около 79 % сухого вещества, в том числе до 50 % сахара. Питательность 1 кг мелассы 0,75–0,87 корм. ед. Мезга – побочный продукт производства крахмала. В 1 кг свежей картофельной мезги содержится 0,11 корм. ед. Барду получают при производстве спирта. В картофельной барде содержится 94–96 % воды, в 1 кг – около 0,04 корм. ед. Скармливают барду в свежем и сухом виде, 1 кг сухой картофельной барды имеет питательность 0,5 корм. ед. На корм барду используют непосредственно или выращивают на ней кормовые дрожжи.

Корма с невысоким содержанием воды, обусловленным естественным высыханием растений или проведением соответствующих мероприятий, направленных на обезвоживание массы, относят *к грубым*. Среди них наряду с сеном и соломой, содержащими около 17 % воды, учитывают и сенаж, влажность которого достигает 60 %. В ряде случаев сенаж, однако, относят к сочным кормам. Мнения о верхнем пределе влажности корма, позволяющем относить его к грубым, различаются (22, 40 %). Если же считать сенаж грубым кормом, то к грубым кормам следует относить такие, в 1 кг которых содержится менее 0,6 корм. ед. и менее 60 % воды.

Концентрированные корма (концентраты) в зависимости от содержания в них протеина и энергии можно разделить на две группы: белковые (зерна бобовых, жмыхи, шроты, отруби, кормовые дрожжи, травяная мука) и углеводистые (зерна злаков, сушеная сахарная свекла и картофель, кормовая патока, сухой свекловичный жом).

Концентрированные корма (концентраты) отличаются наибольшим по сравнению с другими растительными кормами содержанием кормовых единиц или обменной энергии в 1 кг корма. Оно превышает обычно 0,6 корм. ед. Концентрированные корма близки по своему кормовому значению, себестоимости, хотя между отдельными их видами есть большие различия, например между зерном и травяной мукой.

Об уровне обеспеченности поголовья животных кормами судят по заготовленному количеству кормовых единиц в расчете на одну условную голову, для чего пересчитывают поголовье животных разных видов и групп в условные головы, используя коэффициенты перевода.

В оптимальных условиях кормления и содержания высокопродуктивных животных на получение 100 кг молока расходуют около 100 корм. ед., на получение 100 кг прироста массы крупного рогатого скота – около 650, 100 кг прироста массы свиней – 450, 1000 яиц – 160 корм. ед. Однако часто по различным причинам расход кормов на единицу животноводческой продукции бывает больше.

Классификация кормовых растений. Для каждого кормового растения существует преобладающий способ использования.

Основной хозяйственно ценной частью урожая зерновых и зерновых бобовых культур является зерно, богатое соответственно углеводами и белками. Зеленую массу этих культур используют преимущественно для получения зеленого корма, силоса. Следовательно, из этих культур получают в основном концентрированные и сочные корма.

Кормовые корнеплоды (свеклу, морковь, брюкву, турнепс), кормовую капусту, кормовую кольраби, земляную грушу, подсолнечник, бахчевые культуры возделывают на кормовые цели для получения сочных кормов (зеленый корм, силос, клубни). Кормовое и продовольственное значение имеют клубни картофеля.

У однолетних культур семейства крестоцветные (капустные) кормовое значение часто сочетается с агротехническим. Они дают в основном зеленые корма, выполняют фитосанитарную роль в севооборотах, в качестве зеленого удобрения способствуют повышению плодородия почв. Животным скармливают жмыхи и шроты некоторых культур, например рапса.

Группа малораспространенных культур, часто называемых новыми, представлена в основном многолетними растениями, плантации которых закладывают на пахотных землях и используют в течение нескольких лет. Среди них есть и однолетние культуры. Зеленую массу малораспространенных культур используют в основном на зеленый корм и силос.

Под сеянными травами обычно имеют в виду однолетние и многолетние травы, возделываемые на пашне. Из них получают зеленый корм, грубые корма, силос, искусственно высушенные корма. У некоторых однолетних сеяных трав на корм годится и зерно.

Для приготовления кормов разных видов используют зеленую массу растений сенокосов и пастбищ. В особую группу они выделены потому, что произрастают обычно в составе смешанных травостоев в течение длительного периода на сельскохозяйственных угодьях особой категории – сенокосах и пастбищах. К ним относятся как высеваемые, так и дикорастущие, практически только многолетние растения. Они сильно различаются между собой по кормовым достоинствам.

1.2 Структурные компоненты корма

Растительные корма состоят из двух частей: воды и сухого вещества.

Воду, содержащуюся в воздушно-сухом корме, называют *гигроскопической влагой*. Отношение массы содержащейся в корме воды к массе корма, выраженное в процентах, называют *влажностью корма*, она колеблется в очень широких пределах – обычно от 10 до 85 %.

Содержание воды в кормах определяют путем медленного или быстрого высушивания их до постоянной массы в сушильных шкафах (термостатах), а также экспресс-методами с помощью специальных приборов. Температура, при которой высушивают корм, в зависимости от типа прибора и исходной влажности корма составляет от 60–65 до 105 °С.

При составлении рационов чаще учитывают не влажность, а содержание *сухого вещества* в корме, определяемое как разность между 100 % и влажностью. Это обусловлено тем, что вода является нейтральным веществом, а сухое вещество представлено питательными веществами, и важно не количество съеденного животным корма, а количество поглощенного им сухого вещества.

Наибольшее значение имеет содержание в сухом веществе *сырого протеина*. Он включает все содержащее азот вещества, за исключением солей азотной кислоты, или нитратов. Основная часть сырого протеина приходится на *белки*, или *протеины*, состоящие из аминокислот. Содержание сырого протеина рассчитывают на основании содержания азота, определяемого с помощью метода Кьельдаля. В кормах доля азота в белках составляет около 16 %, для перевода азота в сырой протеин для кормов из зеленой массы растений, соломы, зерна кукурузы и зерновых бобовых культур применяют коэффициент 6,25, для зерна пшеницы, ржи, ячменя – 5,83, для семян масличных культур – 5,80, молока – 6,38. Определенный с помощью метода Кьельдаля азот входит в состав не только белков, поэтому во фракцию сырого протеина включены кроме белков свободные аминокислоты, амиды кислот, азотсодержащие гликозиды, алкалоиды, дубильные вещества и другие химические соединения.

Таким образом, название «*сырой*» не имеет отношения к воде. Оно лишь указывает на то, что речь идет не о белке, или протеине, как определенном химическом веществе, а о совокупности веществ, среди которых белок является основным. То же самое можно сказать о сырой клетчатке, сыром жире, сырой золе.

Содержащиеся в растениях белки в основном относятся к запасным питательным веществам. Под влиянием ферментов, кислот, щелочей они разлагаются (гидролизуются) до аминокислот. Метод Кьельдаля, например, предусматривает гидролиз белков серной кислотой.

Аминокислоты содержатся в кормах в составе белков, многих ферментов, витаминов и в свободном виде. Определяют аминокислоты методом хроматографии после обработки образцов кормов кислотами или щелочами. Среди аминокислот выделяют так называемые *незаменимые*, которые обязательно должны входить в состав кормов, поскольку в организме животных они не образуются. К числу таких аминокислот относятся *лейцин, треонин, метионин, лизин, триптофан и др.* Аминокислотному составу кормов особое внимание уделяют при составлении рационов для свиней, птицы, высокопродуктивных животных других видов.

Содержание сырого протеина является одной из основных характеристик корма, поэтому его обычно приводят при характеристике кормовых растений и получаемых из них кормов. В растительных кормах содержание сырого протеина в основном зависит от срока уборки растений и доз вносимых азотных удобрений.

Сырая клетчатка представляет собой сухой остаток после обработки корма горячими кислотами и щелочами, а также спиртом и эфиром (метод Ганнеберга и Штомана). Основной ее компонент – целлюлоза, или клетчатка, составляющая основу клеточных стенок. В состав сырой клетчатки входят также гемицеллюлозы, лигнин, пентозаны, некоторые входящие в состав клеточных стенок минеральные вещества. Все другие компоненты сухого корма переходят при проведении анализа в раствор. Целлюлоза и гемицеллюлозы состоят из большого количества остатков молекул глюкозы.

Сырая клетчатка играет в рационах животных роль источника энергии, а также обеспечивает нормальные процессы пищеварения. В организме коров из нее образуются летучие жирные кислоты, в том числе основной предшественник жира молока – уксусная кислота. В сухом веществе рационов для крупного рогатого скота оптимальное содержание сырой клетчатки составляет 22–27 %, в рационах свиней – 5–7, птицы – 4–6 %. Если содержание клетчатки ниже оптимального уровня, у жвачных животных нарушаются функции пищеварения и жвачная деятельность. При чрезмерно высоком содержании клетчатки уменьшается переваримость питательных веществ рациона.

К сырому жиру относятся все вещества, экстрагируемые из корма серным эфиром, бензином, бензолом, хлороформом или другими растворителями аналогичного действия. В состав сырого жира входят глицериды эфирорастворимых жирных кислот, воска, хлорофиллы, каротиноиды, стероиды, стеарины, жирорастворимые витамины, некоторые азотсодержащие вещества (определяемые также во фракции сырого протеина). Основной

компонент сырого жира – *глицериды*, или собственно жиры, представляющие собой сложные эфиры спирта глицерина и высокомолекулярных жирных кислот. Сырой жир является источником энергии, жирных кислот, носителем жирорастворимых витаминов. Содержание сырого жира в сухом веществе большинства кормов, особенно из зеленой массы растений, не превышает 4 %.

Важную биологическую роль играют *каротиноиды* – жирорастворимые растительные пигменты желтого, оранжевого, красного цвета. Их подразделяют на каротины и ксантофиллы. В кормах из зеленой массы растений определяют содержание каротина, являющегося провитамином А, имеющего желтую окраску.

Содержание сырого жира в растениях зависит в основном от их генетических свойств. Оно может увеличиваться с возрастом растений в результате накопления восков – жироподобных веществ, покрывающих поверхность листьев, стеблей, плодов.

При сжигании корма в муфельных печах при температуре 450–530 °С получают остаток, называемый сырой золой. В состав его входят окислы и соли содержащихся в сухом веществе корма минеральных элементов, а также примеси песка, глины, несгоревших частиц угля. Количество золы в не загрязненном частицами почвы и другими минеральными примесями корме является показателем богатства его элементами минерального питания. Среди кормовых растений повышенным содержанием золы отличаются подсолнечник, бобовые, многие двудольные дикорастущие растения. Высокое содержание золы в кормах может быть показателем их загрязненности. О степени загрязненности корма судят по содержанию в нем нерастворимой в соляной кислоте золы. Входящая в состав растительных тканей зола в соляной кислоте растворяется практически полностью.

В золе разными методами определяют содержание конкретных минеральных элементов, которые подразделяют на макро- и микроэлементы. Из макроэлементов наиболее часто определяют содержание *калия, фосфора, кальция и магния*, менее часто – *натрия и серы*, редко – *кремния, алюминия и хлора*. На долю фосфора и кальция приходится до 70 % минерального состава тела животных, причем в формировании костяка имеет значение соотношение между этими элементами в кормах, которое необходимо учитывать при составлении рационов. Повышенным содержанием кальция характеризуются бобовые. В осоках накапливается большое количество кремния, в произрастающих на засоленных почвах растениях – хлора. Многие растения характеризуются недостаточным для обеспечения потребностей животных содержанием натрия.

Недостаток калия и фосфора в растительных кормах можно восполнять внесением соответствующих удобрений, недостаток кальция – известкованием. Для восполнения недостатка других макроэлементов обычно более эффективным по сравнению с внесением удобрений бывает применение добавок к рационам.

Избыток калия в рационе приводит к ухудшению использования натрия, магния и кальция из корма, избыток магния – к излишнему выведению кальция из организма. В рационах учитывают отношение содержания калия к суммарному содержанию кальция и магния – $K : (Ca + Mg)$, которое должно составлять 0,9–2,2.

Микроэлементы – это минеральные биологически активные вещества. Они необходимы растениям и животным в небольших количествах, но обеспечивают выполнение важных жизненных функций. Недостаточное содержание микроэлементов в растениях обычно обусловлено низким их содержанием в почвах, как правило, кислых и торфяных. Наиболее часто в кормах определяют содержание цинка, меди, марганца, кобальта, молибдена, реже – селена, йода, фтора, хрома, железа. Содержание железа в растениях, как правило, удовлетворяет потребности животных. Восполнить содержание микроэлементов в кормах можно при внесении микроудобрений, но лучше применять кормовые добавки.

Фракция *безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ)* включает все органические вещества корма, не учтенные при определении сырого протеина, сырой клетчатки и сырого жира. Долю БЭВ в сухом веществе определяют расчетным путем как разницу между 100 % и суммой долей сырого протеина, сырой клетчатки, сырого жира и сырой золы. В

состав БЭВ входят сахара, декстрины, фруктозаны, камеди, крахмал, пектины, инулин, некоторые органические кислоты, часть целлюлозы, гемицеллюлозы и лигнина, другие вещества.

Среди БЭВ специально определяют, особенно в предназначенных для силосования кормах, содержание сахаров, представляющих собой углеводы с относительно небольшой молекулярной массой, высокой растворимостью в воде и способностью к кристаллизации. К числу их относят моносахариды (глюкозу, фруктозу и др.), дисахариды (сахарозу, лактозу и др.), трисахариды и тетрасахариды, некоторые сахара с отклонениями в строении, например аминсахара. Дисахариды, трисахариды и тетрасахариды называют олигосахаридами, они состоят из двух, трех и четырех остатков молекул моносахаридов. У злаковых и бобовых растений основной сахар – сахароза. В рационах жвачных животных на каждые 100 г переваримого протеина должно приходиться 80–100 г сахаров. Показатель сахаропротеинового отношения учитывают при кормлении животных.

К различным фракциям органического вещества кормов относятся *витамины* – биологически активные низкомолекулярные органические соединения, выполняющие важные биологические и биохимические функции в организме животных и растений и требующиеся в очень малых количествах. Часто в растениях определяют содержание витамина С, которым богаты многие кормовые растения семейства Крестоцветные. В пророщенных семенах и хвойной зелени отмечают повышенное содержание витамина Е. Витамин С растворяется в воде, витамин Е – в жире. Анализируют корма на содержание и других витаминов.

1.3 Питательная ценность кормов

Способность кормов удовлетворять потребность животных в энергии, участвующих в построении различных тканей организма веществах можно выразить количественно. По количественным характеристикам можно сравнивать корма между собой с различных точек зрения и принимать решения о составе рационов. Совокупность свойств корма, оказывающих влияние на рост, развитие и продуктивность животных, можно назвать **питательностью** корма. Для количественного выражения ее служат различные показатели.

Основной количественной характеристикой питательности кормов является содержание в них *обменной энергии*, носителем которой является органическое вещество корма.

Обменная, или физиологически полезная, энергия представляет собой часть валовой энергии корма. Содержание ее в корме устанавливают в результате проведения довольно сложных балансовых опытов с животными. Существуют и расчетные методы определения содержания обменной энергии, основанные на регрессионных зависимостях между содержанием обменной энергии и содержанием переваримых питательных веществ. Выражают содержание обменной энергии обычно в мегаджоулях (МДж) – в 1 кг корма, в гигаджоулях (ГДж) – в урожае с 1 га. Обменная энергия корма используется для обеспечения всех физиологических потребностей организма, в том числе для поддержания жизни и производства животноводческой продукции. Доля физиологически полезной энергии в валовой энергии корма для разных животных неодинакова, поэтому питательность корма в обменной энергии, или энергетическую питательность, выражают в обменной энергии отдельно для крупного рогатого скота, свиней, лошадей, овец, птицы.

Содержание обменной энергии (ОЭ, МДж/кг) в 1 кг корма определяют по формулам:

для крупного рогатого скота $ОЭ = 17,46П_{II} + 31,23Ж_{II} + 13,65К_{II} + 14,78БЭВ_{II}$;

для овец $ОЭ = 17,71П_{II} + 37,89Ж_{II} + 13,44К_{II} + 14,78БЭВ_{II}$;

для свиней $ОЭ = 20,85П_{II} + 36,63Ж_{II} + 14,27К_{II} + 16,95БЭВ_{II}$;

для птицы $ОЭ = 17,84П_{II} + 39,78Ж_{II} + 17,71К_{II} + 17,71БЭВ_{II}$,

где P_p – переваримый протеин, кг/кг; J_p – переваримый жир, кг/кг; K_p – перевариваемая клетчатка, кг/кг; $BЭВ_p$ – переваримые БЭВ, кг/кг.

Расчет содержания обменной энергии в отдельных видах кормов можно выполнить на основании содержания в нем только некоторых питательных веществ, что дает возможность не проводить химические анализы на другие питательные вещества. Например, содержание ОЭ в кормах можно определить по формулам:

$$\begin{array}{ll} \text{В сене} & \text{ОЭ} = 13,1 (1,0 - 1,05 \text{ СКс}); \\ \text{в кукурузном силосе:} & \text{ОЭ}_{\text{КРС}} = 0,07 + 0,099 \text{ СВ} \\ \text{в сенаже:} & \text{ОЭ}_{\text{КРС}} = 5,59 + 25,02 / \text{СК} + 0,202 \text{ СП} \\ \text{в пастбищном корме:} & \text{ОЭ}_{\text{КРС}} = 15,0 - 0,18 \text{СК}, \end{array}$$

где $ОЭ_{\text{крс}}$ – обменная энергия соответственно для крупного рогатого скота, свиней и птицы, МДж/кг; $СКс$ – содержание сырой клетчатки в сухом веществе, кг/кг; $СВ$ – массовая доля сухого вещества, %; $СК$ – массовая доля сырой клетчатки в сухом веществе, %; $СП$ – массовая доля сырого протеина в сухом веществе, %.

Расчет содержания обменной энергии в кукурузном силосе приведен для силоса натуральной влажности, в других кормах – в сухом веществе.

Давно и широко применяемой количественной характеристикой питательности кормов является овсяная кормовая единица, или просто *кормовая единица*. Она выражает общую питательность 1 кг зерна овса среднего качества.

Для определения питательности перечисленных кормов (кроме кукурузного силоса) в кормовых единицах (корм. ед. в 1 кг корма) используют формулу

$$KE = 0,008 \times OЭ^2$$

где $OЭ^2$ – содержание обменной энергии в сухом веществе, г/кг

Для определения питательности кукурузного силоса (корм. ед. в 1 кг силоса натуральной влажности) используют формулу

$$KE = 0,01 \times СВ - 0,031.$$

Наряду с количеством обменной энергии (МДж) в единице массы корма или его сухого вещества для количественной характеристики энергетической питательности корма применяют так называемую *энергетическую кормовую единицу*, численно равную 10 МДж обменной энергии. Для определения содержания энергетических кормовых единиц в корме необходимо разделить содержание в нем обменной энергии, определенное рассмотренными ранее способами и выраженное в МДж, на 10,5. Энергетическая кормовая единица – относительная величина, не имеющая размерности. Используют ее без ссылок на вид животных, для которых корм предназначен, хотя расчеты при определении содержания в корме обменной энергии проводят для животных конкретного вида.

Для характеристики обеспеченности кормов белком применяют показатель, называемый *кормопротеиновой единицей*. Он учитывает одновременно содержание в корме кормовых единиц и переваримого протеина. Необходимость использования этого показателя обусловлена тем, что животные должны получать рационы, содержащие в расчете на 1 корм. ед. определенное количество переваримого протеина. Корма же, даже близкие по содержанию кормовых единиц, значительно различаются по содержанию сырого протеина. Например, в зерне злаковых культур на 1 корм. ед. приходится 55–85 г, в зерне бобовых культур – 140–280 г переваримого протеина.

При недостатке протеина неэффективно используются другие питательные вещества, содержащиеся в кормах. При избыточном содержании протеина в корме он также используется неэффективно. Балансируя рационы для каждого вида и половозрастной групп

пы животных по содержанию кормовых единиц и переваримого протеина, добиваются рационального использования этого ценного питательного вещества. Например, для молочных коров в зависимости от их продуктивности норма переваримого протеина на 1 корм. ед. составляет 95–110 г, для стельных коров – 110, ремонтного молодняка крупного рогатого скота молочных пород – 108–130, молодняка крупного рогатого скота при выращивании на мясо – 80–100 г. Содержание кормопротеиновых единиц в 1 кг корма можно определить по формуле:

$$\text{КПЕ} = (\text{КЕ} + 12\text{П}_п)/2,$$

где КЕ — содержание кормовых единиц в 1 кг корма; 12 – коэффициент, примерно отражающий соотношение количества кормовых единиц и переваримого протеина в зерне овса среднего качества; $\text{П}_п$ – содержание в 1 кг корма переваримого протеина, кг.

Таким образом, в 1 кг зерна овса содержится примерно одинаковое количество кормовых и кормопротеиновых единиц. Кормопротеиновая, кормовая, а также энергетическая кормовая единица – величины безразмерные. Используют кормопротеиновые единицы обычно в экономических расчетах при сопоставлении продуктивности разных кормовых культур и кормовых угодий, а также при сопоставлении разных кормов в отношении сбалансированности по белку.

Питательность кормов обычно выражают в расчете на 1 кг сухого вещества или на 1 кг корма натуральной влажности. Располагая данными, приведенными в расчете на сухое вещество, можно пересчитать их на корм натуральной влажности, и наоборот.

Для перевода питательности корма натуральной влажности ($\text{ПП}_{\text{нв}}$) в питательность сухого вещества ($\text{ПП}_{\text{св}}$) пользуются формулой:

$$\text{ПП}_{\text{св}} = 100 \times \text{ПП}_{\text{нв}}/\text{СВ},$$

где СВ — массовая доля сухого вещества, %.

Для перевода питательности сухого вещества корма в питательность корма натуральной влажности используют формулу:

$$\text{ПП}_{\text{нв}} = \text{ПП}_{\text{св}} \times \text{СВ}/100.$$

1.4 Антипитательные вещества

В растительных кормах содержатся не только питательные вещества, но и такие соединения, которые при поступлении в организм животных в определенных количествах могут вызвать нарушение физиологических функций, отравление и даже гибель. Их можно подразделить на две группы.

В первую группу входят вещества, которые накапливаются в растениях как продукты обмена веществ, т. е. являются естественными компонентами их химического состава. Необходимо с такими соединениями считаться как с неизбежными примесями в кормах и организовывать кормление таким образом, чтобы не нанести вреда животным, не снизить их продуктивности. В наибольших концентрациях они накапливаются в дикорастущих ядовитых и лекарственных растениях.

Ко второй группе рассматриваемых веществ необходимо относиться как к чужеродным примесям в кормах, оказавшимся в них в результате загрязнения окружающей среды, несоблюдения технологий выращивания растений и технологий консервирования растительного кормового сырья, подготовки кормов к скармливанию, а также в результате неблагоприятных условий хранения. Такие примеси в кормах можно устранить.

К веществам первой группы относятся гликозиды, алкалоиды, дубильные вещества, эфирные масла, эстрогенные вещества и др.

Гликозиды – вещества, в которых остатки молекул моносахаридов соединяются с остатком молекул каких-нибудь веществ неуглеводной природы. Гликозиды имеют горький вкус, растворимы в воде и спирте, плохо растворимы или нерастворимы в неполярных органических растворителях. Расщепляющиеся с образованием синильной кислоты (сильнейшего яда) гликозиды содержатся в зеленой массе кукурузы, сорго, проса, клевера ползучего, люцерны, вики посевной. В обычных условиях количество синильной кислоты, образующейся в организме животных в результате распада этих гликозидов, бывает не настолько большим, чтобы нанести существенный вред, однако меры предосторожности при скармливании этих растений предпринимать нужно.

В растениях семейства Капустные накапливаются гликозиды горчичного масла. Они имеют острый и жгучий вкус, раздражают слизистые оболочки и кожу, обладают антимикробным действием, в малых дозах возбуждают аппетит.

К гликозидам относятся также *сапонины*, содержащиеся в сахарной свекле, многих бобовых растениях. Они имеют горький вкус и в водных растворах дают много пены. Также они являются причиной поноса у животных при поедании большого количества ботвы сахарной свеклы и тимпании, или вздутия рубца, при поедании молодой травы клевера, люцерны. Предполагают, что сапонины люцерны снижают продуктивность птицы.

Гликозиды растений семейства Пасленовые называют *соланинами*. Токсичное действие на животных оказывает содержащийся в картофеле соланин. Соланины относят также и к группе *алкалоидов*. Максимальным содержанием алкалоидов бывает в незрелых семенах, плодах. Они повреждают печень, нервную систему, легкие, почки.

Дубильные вещества, называемые *таннинами* затрудняют поступление минеральных веществ из кормов в организм животных. Содержатся дубильные вещества в семенах кормовых бобов, люпина, вики.

В растениях сем. Сосновые, Губоцветные, Зонтичные, Капустные содержится много *эфирных масел*, являющихся летучими жидкими смесями органических веществ, придающих запах растениям. Все эфирные масла хорошо растворимы в жирах, многие обладают слабым антисептическим действием, отрицательно влияют на функции почек.

К нарушению воспроизводительных функций могут приводить *эстрогенные вещества*, содержащиеся во многих бобовых.

К нарушениям минерального обмена в организме животных при поедании больших количеств корма приводят *органические кислоты*. *Щавелевая кислота*, содержащаяся в растениях в свободной форме, а также в форме солей, образует с кальцием и магнием нерастворимые соли. Вредно действует на организм животных *эруковая кислота*, которая может накапливаться в больших количествах в рапсе. Она вызывает патологические изменения сердечной мышцы, печени, почек, тормозит рост животных и подавляет у них функции размножения.

В зерне многих бобовых культур присутствуют вещества, подавляющие деятельность пищеварительного фермента трипсина и снижающие переваримость кормов. Тепловой обработкой под давлением эти *ингибиторы трипсина* можно разрушить.

В условиях интенсивного ведения растениеводства одной из основных проблем, связанных с питанием человека и животных, является накопление в растительной продукции солей азотной кислоты или *нитратов*. Причина накопления нитратов – избыточное или несбалансированное с другими элементами питания содержание минерального азота в почве в результате внесения высоких доз азотных удобрений.

Токсичность богатых нитратами кормов для животных усиливается при восстановлении нитратов в более токсичные нитриты. Особенно интенсивно этот процесс идет при хранении влажных теплых кормов с повышенным содержанием нитратов в течение нескольких часов. Восстанавливаются нитраты в нитриты и в пищеварительном тракте животных, особенно если их скармливают нарушающие функцию рубца загрязненные, замерзшие, испорченные в процессе хранения корма. При консервировании кормов содер-

жание нитратов в них если и снижается, то незначительно, но уменьшается вероятность превращения их в нитриты.

Опасны для животных не сами корма с высоким содержанием нитратов, а количество нитратов, поступающих в организм животного, доля этих кормов в рационе. Установлены максимальные дозы нитратов в рационах в расчете на 100 кг живой массы для разных животных. Если рацион практически состоит из одного и того же корма, как, например, у пасущихся на пастбище животных, то критерием безопасности корма может быть содержание нитратов в 1 кг корма или в 1 кг сухого вещества корма.

В кормлении животных учитывают предельно допустимые концентрации (ПДК) нитратов в кормах, устанавливаемые соответствующими учреждениями и инстанциями.

В зависимости от вида корма ПДК нитратов составляет от 200 до 2000 мг/кг. Во всех кормах содержание нитритов (NO_2) не должно превышать 10 мг/кг.

Корма из зеленой массы растений считаются безопасными при содержании в 1 кг их сухого вещества нитратного азота менее 0,07 %. Летальные исходы отмечали при содержании нитратного азота в пастбищном корме более 0,22 %.

Подозрительными на высокое содержание нитратов являются корма с большим содержанием сырого протеина, а также корма, полученные на фоне внесения высоких доз удобрений, при уборке урожая вскоре после внесения азотных удобрений, после дождя, выпавшего вслед за длительным сухим периодом, при произрастании растений в условиях, ослабляющих интенсивность фотосинтеза (недостаток воды и света, низкие температуры, внесение некоторых гербицидов).

При несоблюдении правил применения средств химической защиты растений в кормах могут находиться *остатки пестицидов*. Основные пути предотвращения этого – строгое соблюдение доз, сроков применения допущенных препаратов, а также сроков ожидания от применения пестицида до использования растениеводческой продукции.

В условиях внесения под кормовые культуры компостов из мусора, шламов сточных вод, сточных вод, различных промышленных отходов в кормах могут накапливаться сверх предельно допустимых концентраций *тяжелые металлы* (медь, цинк, свинец, кадмий, никель, фтор, селен, молибден, марганец, мышьяк), оказывающие токсичное действие на животных. Некоторые тяжелые металлы (медь, молибден и др.) при содержании в кормах в небольших количествах играют роль микроэлементов. Вблизи оживленных автомагистралей в растениях может накапливаться много тяжелых металлов, содержащихся в выхлопных газах автомобилей. При внесении в качестве удобрений сырых фосфатов в корме возможно накопление фтора.

В испорченных в процессе хранения кормах содержатся вызывающие незаразные заболевания животных *продукты жизнедеятельности микроорганизмов*. К таким веществам относятся *микотоксины*, выделяемые плесневыми грибами. Пораженные плесневыми грибами корма имеют красный, голубовато-зеленый, голубовато-серый, желто-зеленый, белый, черный, коричневый, оливковый, серый, розовый оттенки в зависимости от развивающегося на кормовой массе гриба. При сильном поражении грибами корма становятся коричнево-бурыми, зерно теряет блеск. Пораженные плесневыми грибами и гнилостными бактериями корма имеют затхлый, плесневый, гнилостный, с различными сладковатыми, кисловатыми и горьковатыми оттенками запах.

Корма анализируют в лабораториях областных проектно-изыскательских станций химизации, районных и межрайонных лабораториях, ветеринарных лабораториях, лабораториях комбикормовых заводов, хозяйственных лабораториях и др.

Пробы на анализ отбирают специалисты лабораторий, организаций и учреждений, осуществляющих анализ кормов, а также специалисты хозяйств, прошедшие соответствующий инструктаж.