**КЛАССИФИКАЦИЯ И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КОРМОВ**

1. Химический состав кормов как первичный показатель их питательности.
2. Понятие и классификация кормов по происхождению и питательности. Факторы, влияющие на состав и питательность растительных кормов.

1.

Химический состав – первичный показатель питательности кормов.

Питательные вещества разнообразны по своим свойствам и по роли в питании животных. Вследствие этого их классифицируют и изучают по группам, в которые объединяют сходные по строению, свойствам или функции вещества.

Система зоотехнического анализа была разработана немецкими учеными Геннебергом и Штоманном в 1860 году. По этой системе корм делят на 7 фракций: влага (вода), сухое вещество (СВ), сырая зола (СЗ), сырой протеин (СП), сырой жир (СЖ) (эфирный экстракт), сырая клетчатка (СК), безазотистые экстрактивные вещества (БЭВ) (рисунок 1).

Слово «сырой» переводится как неочищенный, не готовый. Это означает, что в этих фракциях помимо настоящих или чистых белков, жиров, минералов содержатся сопутствующие вещества (примеси).

При изучении химического состава прежде всего определяют содержание сухого вещества и воды, путем высушиванием образца (навески) корма при температуре 100-110 ºС до постоянной массы. По разнице между первоначальной массой исследуемого корма и массой сухого вещества рассчитывают содержание воды.

Вода является основой всех биохимических процессов: участвует в гидролизе питательных веществ, транспорте метаболитов, терморегуляции (через потоотделение и дыхание) и поддержании клеточного тургора. Дефицит воды приводит к обезвоживанию, нарушению работы почек и снижению продуктивности.

В сухом веществе определяют содержание органических (сгораемых) и неорганических или минеральных (несгораемых) веществ путем сжигания образца корма в муфельном печи при температуре 450-500 ºС до тех пор, пока не будет удален углерод.

Сухое вещество — источник всех питательных веществ, обеспечивающих энергетические (углеводы, жиры) и пластические (белки, минералы) потребности животных. Его концентрация влияет на объем потребляемого корма и усвояемость нутриентов.

Остаток от сжигания – это зола. Она представляет собой неорганические вещества – Ca, P, Mg, Na, K и все другие минеральные элементы. Во фракцию золы могут попадать минеральные вещества, находившиеся в составе органических веществ: сера из серосодержащих аминокислот; фосфор – из фосфолипидов и нуклеиновых кислот, частицы песка и угля. Кроме того, в золе присутствует кремний (Si – силициум), который не относят к минералам. Поэтому золу называют сырой золой, т.е. не чистым минералом.

Минералы участвуют в формировании скелета (Ca, P), работе нервной системы (Na, K), синтезе АТФ (P), переносе кислорода (Fe), активации ферментов (Zn, Mg) и поддержании кислотно-щелочного баланса. Дефицит или дисбаланс минералов приводит к остеопорозу, анемии, нарушению мышечной и репродуктивной функций.

Органическое вещество определяется как разность между сухим веществом и сырой золой. В него входят разнообразные соединения, которые подразделяются на азотосодержащие и безазотистые. Кроме того, в составе органического вещества имеются биологически активные вещества (витамины, гормоны, ферменты и др.), содержащиеся в малых дозах и обладающие функцией регуляторов и катализаторов обменных процессов в организме животного.

Азотосодержащие вещества кормов объединены общим названием – сырой протеин, который состоит из истинного белка и небелковых соединений, называемых амидами.

**Истинные белки** служат источником аминокислот для синтеза мышечной ткани, ферментов (например, пепсина), гормонов (инсулин) и иммуноглобулинов.

**Амиды** (мочевина, аммиак) у жвачных используются микрофлорой рубца для синтеза микробного белка, который затем усваивается в кишечнике. Избыток протеина перегружает печень и почки, провоцируя накопление токсичного аммиака.

Содержание сырого протеина рассчитывают по количеству азота (N), определяемого по методу Кьельдаля. Метод Кьельдаля заключается в кипячении навески корма в концентрированной серной кислоте (H2SO4), при этом органический азот окисляется до сульфата аммония ((NH4)2SO4).

Последующая ступень заключается в измерении количества аммиака (NH3). При добавлении к кислотному перевару щелочи (NaOH) и кипячении освобождается аммиак, который поглощают раствором серной или борной кислоты. По количеству связанной кислоты определяют содержание азота, зная, что 1 мл 0,1н H2SO4 связывает 1,4 мг азота (N).

Протеины отличаются от углеводов и жиров тем, что в их молекуле содержится азот. Большинство протеинов содержат 16 % азота (16 г в 100 г белка). Если 100 г белка разделить на 16 мг получим азотный коэффициент, равный 6,25 (100:16=6,25).

Азотный коэффициент используют для определения количества сырого протеина, путем умножения количества азота в навеске корма на 6,25 (N \*6,25 = сырой протеин).

В сыром протеине, помимо белков, содержатся азотистые соединения небелкового характера – амиды. К амидам относят свободные аминокислоты, амиды аминокислот, азотосодержащие алкалоиды, органические основания и аммонийные соединения в виде нитритов и нитратов. В большинстве кормов амиды на 2/3 состоят из аминокислот и являются продуктами незавершенного синтеза или распада белка. Содержание амидов в кормах определяют по разности между сырым протеином и белком.

По новой схеме анализа кормов в сыром протеине определяют наличие расщепляемого протеина (РП) и нерасщепляемого (НРП).

Расщепляемый протеин это часть сырого протеина корма, которая расщепляется в преджелудках жвачных животных под действием ферментов микроорганизмов, их населяющих. Протеин в рубце расщепляется до аммиака и летучих жирных кислот (ЛЖК).

Нерасщепляемый протеин (НРП) – часть протеина корма, не расщепляющегося в рубце, и проходящего без существенного изменения в кишечник.

Безазотистые органические вещества представлены в кормах жирами и углеводами. Углеводы подразделяют на две группы – структурные (сырую клетчатку) и неструктурные (безазотистые экстрактивные вещества (БЭВ)).

БЭВ включают легкопереваримые углеводы: сахара, крахмал, органические кислоты.БЭВ — основной источник быстрой энергии (глюкозы) для работы мозга, мышц и синтеза молока. У жвачных избыток крахмала нарушает pH рубца, вызывая ацидоз.

Сырую клетчатку определяют в обезжиренной навеске корма путем последовательной обработки (экстракции) кипящими растворами кислоты и щелочи с последующим промыванием остатка водой, спиртом, эфиром. Органический остаток после экстракции считается сырой клетчаткой.

Пектин, большая часть целлюлозы, гемицеллюлозы и лигнина объединены под понятием сырая клетчатка.

Эти вещества находятся преимущественно в стенках растительных клеток. Эти вещества создают прочную структуру клеточных стенок растений, их называют структурными углеводами.

Структурные углеводы стимулируют моторику ЖКТ, предотвращая запоры, и служат субстратом для микрофлоры рубца жвачных, которая производит короткоцепочечные жирные кислоты (источник энергии). Избыток клетчатки снижает доступность других нутриентов, недостаток — нарушает пищеварение.

При проведении анализа корма по методу Ван Соеста проба корма варится в нейтральном растворе детергента. Эту обработку переносят только растительные вещества гемицеллюлоза, целлюлоза и лигнин.

Нейтрально-детергентная клетчатка (НДК). Это – остаток после экстракции навески корма кипящим нейтральным раствором натрий лаурилсульфата и этилендиаминотетрауксусной кислоты (ЕД-ТА). В результате экстракции с раствором удаляется содержимое клеток (белки, растворимые сахара, крахмал, жиры, пектины, органические кислоты), а остаток, названный НДК, состоит из лигнина, целлюлозы и гемицеллюлозы.

Метод предназначен для грубых кормов, но может также использоваться для зерновых, из которых предварительно удаляют крахмал, путем обработки ферментом амилазой. НДК в количественном отношении примерно в 2 раза превышает количество СК в кормах (сравните показатели 2 и 3 таблиц для одних и тех же кормов). НДК относят к структурным углеводам. Они создают прочную структуру клеточных стенок.

При оценке кормов по Ван Соесту используется и другая фракция – кислотнодетергентная клетчатка (КДК).

Кислотно-детергентная клетчатка (КДК) это остаток после многократной промывки навески НДК кислотно-детергентным раствором 0,5-молярным H2SO4 и цетилтриметиламмониумбромида.

При этом из НДК удаляется гемицеллюлоза, а остаток КДК включает лигнин, целлюлозу, кутин и кремний. Определение КДК проводится в грубых и сочных кормах для суждения о предполагаемой степени переваримости корма (рациона). Чем больше в корме (рационе) содержится КДК, тем хуже переваримость его. 10

После обработки КДК 72 % серной кислотой, которая растворяет целлюлозу, в остатке получают лигнин + кутин. Количество геммицеллюлозы рассчитывают: ГЦ = НДК – КДК; целлюлозы: Ц = КДК – лигнин.

Во фракциях НДК и КДК содержится некоторое количество азота, прочно связанного с клеточными стенками и неотделяемого нейтральным и кислотным растворителем. Для более точного определения показателей НДК и КДК из их количества вычитают присутствующие соответственно, нейтрально-детергентный нерастворимый сырой белок (НДНСБ) и кислотно-детергентный нерастворимый сырой белок (КДНСБ), которые определяют по Кьельдалю в препаратах НДК и КДК. НДНСБ и КДНСБ составляют часть сырого белка корма, определяемого по Кьельдалю.

Неструктурные углеводы (НСУ). Аналогично ранее определяемой фракции БЭВ, в новой системе используют показатель неструктурные углеводы, определяемый в процентах как разница: 100 – (СБ % + СЖ % + СЗ % + НДК %), или в г /кг СВ: 1000 – (СБ г/кг + СЖ г/кг + СЗ г/кг + НДК г/кг).

Во фракцию НСУ входят вещества, вымываемые при экстракции НДК. Эти вещества находятся внутри растительной клетки и представляют крахмал, растворимые сахара, пектин, органические, главным образом, летучие жирные кислоты. Показатель НСУ существенно ниже показателя БЭВ и лучше отражает состав фракции неструктурных углеводов.

Легкодоступные углеводы быстро метаболизируются, поддерживая энергетический баланс, синтез молочного жира и гликогена.

Сырой жир определятся путем экстракции корма эфиром. Полученный после выпаривания эфира остаток (эфирный экстракт) называется сырым жиром. Наряду с истинным жиром он содержит примеси в виде воска, смол, жирных кислот, пигментов (каротин, хлорофилл).

Жиры — концентрированный источник энергии (9 ккал/г), необходимы для всасывания жирорастворимых витаминов (A, D, E, K), синтеза гормонов и клеточных мембран. Незаменимые жирные кислоты (омега-3, омега-6) регулируют воспалительные реакции и репродуктивную функцию.

Химический состав и количество питательных веществ в кормах колеблются в широких диапазонах в зависимости от многих факторов – вида корма, условий произрастания кормов (состав почвы, климат, фаза вегетации растений при уборке, агротехника возделывания), способа заготовки кормов и др.

Поэтому так важно при определении состава рационов для животных использовать данные фактического химического состава кормов, полученные в результате проведенных анализов в специализированных лабораториях.

Рисунок 1 – Схема зоотехнического анализа химического состава кормов

**2.**

**Корма** -специально приготовленные продукты, содержащие в доступной для животного форме питательные, минеральные и биологически активные вещества, обладающие рядом технологических свойств (влажность, физическая форма, удельный вес и др.), а также рядом органолептических показателей. Производство кормов осуществляется луговым кормопроизводством, комбикормовой промышленностью, утильзаводами; большое количество кормов широкого ассортимента поставляет пищевая промышленность (в качестве отходов при производстве основного пищевого продукта).

**Кормовые средства** - это более широкое понятие, включающее в себя не только собственно корма растительного и животного происхождения, но и синтетические, а также премиксы, витамины, вкусовые добавки и др.

В мировом животноводстве используется несколько тысяч видов кормов, поэтому для удобства работы потребителей предложены несколько классификаций кормов, в том числе - группировка кормов по ряду признаков.

**В РФ принята следующая классификация кормов по происхождению:**

- корма растительного происхождения;

**-** корма животного происхождения;

- комбикорма;

- синтетические препараты;

- пищевые отходы;

- минеральные корма;

- биологически активные добавки.

Разные виды кормов можно хранить от года и более при надлежащих условиях хранения – цельное зерно, грубые корма и большая группа кормов – должны либо немедленно быть скормлены, либо переработаны – водянистые корма, корма животного происхождения. Хранение кормов должно осуществляться только в специальных помещениях: сено – в сенных сараях, на оборудованных чердаках, в стогах и скирдах; силос и сенаж – в силосных сооружениях – траншеях, ямах, башнях; корнеплоды – в корнеплодохранилищах; все виды концентрированных кормов – в специальных помещениях (складах).

Сено заготавливают россыпью, в тюках и рулонах; силос – в силосных сооружениях или в рулонах в пленке; корнеплоды - навалом в засеках или в ящиках. Зерновые корма – либо насыпью, либо расфасованные в мешках. Обязательно в мешках с полиэтиленовым вкладышем хранят заменители цельного молока и гигроскопические корма. Отдельно хранят кормовые добавки, синтетические азотсодержащие вещества.

***Корма растительного происхождения*.** Это основная группа кормов в кормлении всех видов животных, за исключением плотоядных пушных зверей и некоторых видов рыб. По ряду признаков корма этой группы подразделяют на концентрированные и объемистые.

*Концентрированные корма* - зерна и семена злаковых, зернобобовых и растений других ботанических семейств, продукты переработки зерновых и масличных культур, травяная мука бобовых культур, высушенные выжимки и стружка корнеплодов и др. Концентрированные корма - важнейший компонент рациона всех видов животных; именно данная группа кормов определяет эффективность ведения таких отраслей, как свиноводство и птицеводство. Наряду с высокой питательностью корма этой группы достаточно дорогие, поэтому эффективность скармливания концентрированных кормов во многом определяет экономические показатели ведения отрасли.

*Объемистые корма* - вегетативные органы растений - листья, стебли, клубни, корни, продукты их переработки. Выделяют сухие объемистые корма - влаги - до 22%, обменной энергии - до 7,3 МДж в 1 кг сухого вещества и влажные, которые в свою очередь подразделяются на сочные (влаги - более 40%) - зеленые корма, ботва корнеплодов, силос, сенаж, корне- клубнеплоды, бахчевые культуры, овощи - в этих кормах вода находится в связанном состоянии и входит в состав протоплазмы; и водянистые - (содержание влаги свыше 80%) - остатки переработки сельскохозяйственного сырья - свежие жом, барда, мезга, выжимки, пивная дробина. Вода находится в них в виде примеси и добавляется в технологическом процессе.

***Корма животного происхождения*.** Большая группа кормов, получаемых при переработке продукции животноводства, рыбы, добыче морского зверя. В эту группу кормов входят: туши животных и субпродукты, непригодные для использования в питание человека, кровь, кости; отходы разделки рыбы (кожа, плавники, внутренности); отходы добычи морского зверя; мука мясо - костная, рыбная, крилевая, кровяная, перьевая гидролизная, мясная, из боенских отходов; боенские отходы; молочные корма, куколка тутового шелкопряда; отходы инкубации.

***Комбикорма*.** Представляют собой сложную многокомпонентную смесь, составленную по научно обоснованным рецептам и предназначенную для скармливания животным определенного вида и половозрастной группы. Выделяют полнорационные комбикорма (ПК), комбикорма-концентраты (КК), премиксы, белково-витаминные минеральные добавки (БВМД), комбикорма специального назначения. Комбикорма могут быть единственным видом корма для животных – полнорационные комбикорма для свиней и птицы, либо входить в состав многокомпонентных рационов; все комбикорма полностью готовы к скармливанию и не требуют какой – либо подготовки к скармливанию. По физической форме они представляют собой рассыпные корма, гранулированные и пастообразные (для рыб). В настоящее время разработаны рецепты комбикормов для пушного зверя, рыбы.

***Синтетические корма*.** Группа кормов, полученных путем химического синтеза. В эту группу кормов входят синтетические азотсодержащие вещества (САВ) - мочевина, биурет, аммонийные соли; кормовые дрожжи, кормовой лизин (ККЛ), DL-метионин. Ассортимент кормов этой группы постоянно пополняется.

***Пищевые отходы*.** Отходы, полученные в процессе работы предприятий системы общепита, консервной промышленности, остатки, получаемые при приготовлении пищи и консервирования в домашних условиях; состав непостоянный, в основном – углеводистые ингредиенты.

***Минеральные корма (подкормки)*.** Источники минеральных веществ, получаемые из природного сырья (глины, соль поваренная, мел, известняки, бишофит, ракушка и панцири ракообразных), а также полученные химическим синтезом - фосфаты, сульфаты. В эту группу также входят солевые брикеты и блоки-лизунцы.

***Биологически активные добавки*.** Данные добавки представляют собой большую группу ферментных препаратов, кормовых антибиотиков, транквилизаторов. Используют в низкой дозировке, обычно в составе комбикормов для улучшения усвоения питательных веществ кормов за счет оптимизации обменных процессов в организме.

В отдельную группу кормов выделяют ***нетрадиционные корма*,** которые в свою очередь подразделяются на корма растительного происхождения - хвоя, отходы переработки древесины, водоросли, отходы при выращивании хлопчатника, корзинки подсолнечника; и животного происхождения – высушенный птичий помет (пудрет), отходы выделки кож (клейковина, мелкие обрезки) и другие; либо относят к соответствующим группам растительных и животных кормов.

**По питательности**:

**Грубые корма** (сено, солома и другие) характеризуются высоким содержанием сухого вещества (83–85%), клетчатки (более 18%) и относительно низкой питательностью (в 1 кг корма менее 0,6 корм. ед.).

**Сочные корма** (трава, силос, корнеклубнеплоды, кормовая тыква, кабачки, кормовой арбуз) содержат повышенное количество воды (более 40%). Их питательность в зависимости от влажности колеблется от 0,07 до 0,3 корм. ед. в 1 кг корма натуральной влажности.

**Концентрированные корма** (зерно злаков и зерна бобовых, отходы от переработки масличных культур) имеют высокую питательность (свыше 0,65 корм. ед. в 1 кг корма), содержат мало клетчатки (6–15%) и воды (8–15%).

**Факторы, влияющие на состав и питательность растительных кормов.**

Химический состав кормов служит первичным показателем их питательности. Однако корма, получаемые в различных природных и хозяйственных условиях, существенно отличаются по своему составу и питательности. Знание факторов, влияющих на состав кормов, необходимо для рационального кормопроизводства, правильной технологии заготовки кормов и рационального их использования. Из таких факторов, кроме вида растений, к числу важнейших относятся условия их произрастания — климат, почва, удобрение и агротехника, сортовые особенности, возраст в период уборки, технология уборки и условия хранения.

Климат оказывает существенное влияние на химический состав растительных кормов. Количество и распределение осадков в течение года, температура, продолжительность светового дня и интенсивность солнечной инсоляции в течение вегетационного периода сильно влияют на химический состав растений и их питательность, на их общую урожайность, а следовательно, и на сбор питательных веществ с единицы площади. Установлено, что с усилением континентальности и сухости климата по мере продвижения с северо-запада на юго-восток в зернах злаков увеличивается содержание протеина. Аналогичные изменения происходят в составе сена и соломы. Чем суше в горных районах климат, тем выше в кормовых растениях содержание протеина. Подобные изменения отмечены и в содержании других питательных веществ.

Под влиянием климатических условий изменяется не только количество питательных веществ, но и их качество — аминокислотный состав протеинов, содержание непредельных кислот в жирах и т. п. В горных районах на химический состав и питательность растений большое влияние оказывает экспозиция (расположение) склона: на южном склоне растения накапливают больше протеина, чем на северном.

Почва оказывает исключительно сильное влияние на питательность выращиваемых на ней кормов. На структурных, хорошо удобренных почвах получают корма с высоким содержанием питательных веществ при большем сборе их с единицы площади, вследствие повышенного урожая. На почвах малоплодородных — глинистых, заболоченных, сухих песчаных и др. — кормовые растения бедны питательными веществами и урожаи их низки. Удобрения, восполняя недостаток питательных веществ в почвах, оказывают большое влияние на содержание их и в кормовых культурах, выращиваемых на этих почвах.

Внесение удобрений под кормовые культуры — важный резерв увеличения производства кормов и улучшения их качества. У растений, под которые вносятся удобрения, изменяется и состав золы: она содержит больше нужных животному организму минеральных веществ.

Сорт растений. Растения разных сортов в ряде случаев существенно отличаются по химическому составу. Особенно резко это выражено у кукурузы. Содержание клетчатки в разных ее сортах колеблется от 19 до 34%, содержание БЭВ — от 40 до 62%.

Агротехника. Обработка почвы, сроки и способы посева, количество и качество семян, густота посева и уход за растениями оказывают большое влияние на питательность возделываемых кормовых культур. Сельскохозяйственная практика накопила много соответствующих примеров, подтверждающих влияние условий выращивания растений на их химический состав. Фаза вегетации кормовых растений, в которой проводится уборка, в значительной степени влияет на их состав. В молодом возрасте растения богаче водой, чем в зрелом. В их сухом веществе больше протеина, БЭВ, золы и меньше клетчатки. По мере созревания и старения растений содержание в них клетчатки, особенно лигнина, увеличивается; изменяется состав протеинов, минеральных веществ, витаминов; ухудшается переваримость. Учитывая это, важно правильно определить сроки уборки растений, причем следует учитывать и изменение валового урожая, который до определенного времени возрастает. Необходимо выбрать такие сроки, когда с единицы площади можно получить наибольшее количество питательных веществ.

Технология заготовки кормов. Передовые способы заготовки кормов — приготовление травяной муки на сушильных агрегатах, заготовка сенажа, силоса хорошего качества, сена методом активного вентилирования — во многом способствуют повышению полноценности кормов, полученных из одной и той же исходной массы.

Хранение кормов сопровождается изменениями в их составе и питательности. Сохранение кормов продолжительное время без значительных потерь питательных веществ зависит от степени их влажности и химического состава, а также от связанной с ними жизнедеятельности клеток. При хранении кормов в растительных клетках протекают процессы дыхания с окислением питательных веществ. Чем интенсивнее дышат клетки, тем больше потери питательности.