

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Смоленская государственная сельскохозяйственная академия»

Н. С. Ульянова

ЗООТЕХНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КОРМОВ

Учебное-методическое пособие

Смоленск 2023

УДК 636.085.33

Ульянова, Н.С.

Методические рекомендации по изучению дисциплины «Зоотехнический анализ кормов», Н. С. Ульянова. – Смоленск: ФГБОУ ВО Смоленская ГСХА, 2023. – 65 с.

В учебном пособии изложены необходимые методики для определения химического состава кормов, исследования качества заготавливаемых кормов с учетом требований ГОСТа, методика расчёта питательности кормов. По каждой теме даны задания, а также перечислены вопросы для самопроверки знаний обучающихся.

Учебное пособие предназначено для обучающихся по направлению подготовки 36.03.02 Зоотехния профиль подготовки Продуктивное и непродуктивное (кинология) животноводство. очной и заочной форм обучения.

УДК 636.085.33

Печатается по решению научно-методического совета ФГБОУ ВО «Смоленская государственная сельскохозяйственная академия» (протокол №6 от 29.06.2023 г.)

© Ульянова Н.С. 2023

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Смоленская государственная сельскохозяйственная академия

Оглавление

	Введение	4
1	Основные правила техники безопасности при работе в лаборатории по зоотехническому анализу кормов	5
2	Схема зоотехнического анализа, классификация кормов, отбор проб	7
2.1	Схема зоотехнического анализа	7
2.2	Классификация кормов	8
2.3	Отбор проб	10
3	Анализ и определение основных питательных веществ, оценка питательности кормов	20
3.1	Взятие средней пробы кормов. Подготовка корма к анализу. Определение первоначальной воды	20
3.2	Определение гигроскопической воды, экспресс-метод определения общего количества воды в кормах, экспресс-метод определения общего содержания влаги в кормах с помощью влагомера	24
3.3	Определение содержания сырой золы в кормах. Определение кальция и фосфора	29
3.4	Определение общего азота и сырого протеина методом Кьельдаля	33
3.5	Определение сырого жира в кормах	36
3.6	Определение сырой клетчатки	38
3.7	Расчётные методы анализа кормов	40
4	Оценка качества кормов	48
4.1	Определение качества силоса	48
4.2	Определение качества сенажа	53
4.3	Анализ комбикормов	56
	Заключение	

Введение

Для организации полноценного кормления животных наряду с созданием прочной кормовой базы необходима детальная характеристика качества кормов. Химический состав является первичным показателем питательности.

Основную долю кормов, используемых в кормлении сельскохозяйственных животных, составляют растительные кормовые средства и в значительно меньшем количестве – продукты животного происхождения. Чтобы иметь объективное представление о питательности корма и её изменчивости под влиянием различных факторов, необходимо знать содержание в кормах основных питательных веществ. Весь набор соединений, входящих в состав кормов, принято идентифицировать по их элементарному составу и функциональным свойствам. Очень часто наблюдаются расхождения в содержании питательных веществ, по данным анализов, с данными о содержании питательных веществ в справочных таблицах. Это можно объяснить тем, что химический состав кормов непостоянен и зависит от многих факторов: вида корма, условий произрастания, агротехники, фазы вегетации, географических условий, метеорологической ситуации, технологии и сроков уборки кормов, условий хранения, методов подготовки кормов к скармливанию и т.д.

При составлении и анализе рационов необходимо учитывать качество кормов, знать содержание в них питательных веществ и на основе этого давать правильные рекомендации по балансированию рационов. Только полноценным кормлением можно обеспечить хорошее состояние здоровья животных, высокую продуктивность и эффективное использование ими кормов. Полноценность кормления зависит от правильного установления потребности животных в питательных веществах, количества нормируемых показателей, химического состава, питательности и качества кормов, а также от соответствия поступления питательных и биологически активных веществ потребностям животных, доступности и усвоения ими питательных веществ рациона и наличия запасных веществ в тканевых депо организма.

Данное учебное пособие по зоотехническому анализу кормов содержит описание методов по определению химического состава и расчёту питательности кормов в энергетических кормовых единицах и единицах обменной энергии с использованием данных анализов, направлено на формирование компетенций у обучающихся:

- способности проводить анализ состояния животноводства и разрабатывать перспективный план развития (ПК-1);
- умения определять методику и проводить экспертизу кормов и кормовых добавок (ПК-3).

1. Основные правила техники безопасности при работе в лаборатории по зоотехническому анализу

Работа в химической лаборатории требует внимания и осторожности, знания правил техники безопасности, соблюдение которых позволит избежать несчастного случая и сохранить лабораторное имущество.

Прежде чем приступить к работе в лаборатории, необходимо усвоить следующие правила:

1. Работу в лаборатории следует осуществлять в чистом халате. При работе соблюдать тишину и порядок.
2. При работе с реактивами расходовать их экономно. Кислоты и щелочи высокой концентрации следует отмерять цилиндрами, а не пипеткой, чтобы избежать попадания реактивов в ротовую полость и пищевод. Необходимо следить, чтобы они не попадали на одежду и рабочий стол. При работе с концентрированными кислотами и щелочами необходимо применять индивидуальные средства защиты (перчатки, защитные очки). Попадание концентрированных кислот и щелочей на открытые участки тела вызывает химические ожоги. В этом случае необходимо немедленно промыть пораженный участок тела проточной водой, затем обработать 3-5% раствором соды или слабым раствором аммиака. При ожоге щелочью необходимо также промыть пораженное место водой и обработать 2-3% раствором борной или уксусной кислоты, или 1% раствором лимонной кислоты, и снова промыть водой. При попадании в глаза щелочи их нужно обильно промыть водой, затем насыщенным раствором борной кислоты и снова водой.
3. Со стеклянной посудой обращаться аккуратно, чтобы избежать порезов и травм. Запрещается пользоваться посудой с отбитыми краями и трещинами. Нагревание растворов проводить только в химической посуде из термостойкого стекла.
4. После взятия реактива склянку с ним сразу же закрыть пробкой и поставить на место.
5. При смешивании концентрированных кислот с водой необходимо приливать кислоту в воду небольшими порциями, постоянно помешивая.
6. Пролитую на пол или стол серную кислоту нужно засыпать песком, содой, а затем вымыть водой.
7. Не следует выливать в раковину кислоты и щелочи, летучие соединения, сильно пахнущие вещества, легковоспламеняющиеся и другие горючие жидкости. Не нужно засорять раковину осколками стекла, использованными фильтрами, лакмусовой бумагой и т.д.
8. Анализы, связанные с выделением и образованием вредных, ядовитых и огнеопасных паров, нужно проводить строго в вытяжном шкафу.
9. При переносе ёмкости с горючей жидкостью необходимо держать её обеими руками, отстранив от себя, придерживая одной рукой дно, подложив полотенце или ветошь.

10. Перед проведением работ, связанных с легковоспламеняющимися веществами (серный эфир, спирт, ацетон, бензин и др.) нужно убедиться, что рядом нет открытого огня (пламени горелки, открытой спирали электроплитки). Нельзя пользоваться спичками, зажигалками. Данные работы выполнять в вытяжном шкафу.

11. Перед началом использования электрических приборов нужно убедиться в их исправности. Проверить исправность электропроводки, шнура и вилок.

12. При работе на аппаратах Сокслета или Кьельдаля необходимо постоянно следить за их работой.

13. При завершении лабораторных работ нужно выключить нагревательные приборы, электроприборы и воду. Привести рабочее место в порядок и вымыть руки.

14. Обучающиеся, которые не выполняют указанные правила, нарушают дисциплину, отстраняются от работы в лаборатории.

После ознакомления с основными правилами техники безопасности при работе в лаборатории и прохождения первичного инструктажа обучающийся расписывается в журнале регистрации прохождения инструктажа по технике безопасности в лаборатории по зоотехническому анализу кормов, который хранится на кафедре.

При возникновении пожара необходимо обесточить электросеть, выключить вентиляцию, закрыть окна, удалить из участков возгорания все горючие вещества. Принять меры к эвакуации людей на безопасное расстояние. При тушении огня следует пользоваться сухим песком, огнетушителями. Сообщить о пожаре в пожарную часть по телефону 112. Организовать встречу прибывших подразделений пожарной охраны.

2. СХЕМА ЗООТЕХНИЧЕСКОГО АНАЛИЗА, КЛАССИФИКАЦИЯ КОРМОВ, ОТБОР ПРОБ

1.1 Схема зоотехнического анализа

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.

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

Для правильного составления рационов необходимо точно знать содержание тех или иных питательных веществ в корме. Поэтому зоотехнический анализ кормов играет большую роль при изучении кормления сельскохозяйственных животных и птицы.

Задача зоотехнического анализа – определить фактическое содержание питательных, минеральных и биологически активных веществ в кормах. Методами такого анализа определяют группу веществ, содержащихся в кормах совместно с примесями. По этой системе группового анализа корм разделяют на шесть фракций: влага, сырая зола, сырой протеин, сырой жир, сырая клетчатка, безазотистые экстрактивные вещества (БЭВ).

В настоящее время полученные по этой схеме сведения лаборатории дополняют новыми данными о химическом составе кормов. Количество анализируемых показателей химического состава кормов зависит от требований практики кормления сельскохозяйственных животных и птицы, возможностей лаборатории и стоимости анализа кормов. Зоотехнический анализ можно условно разделить на две части:

- химический анализ корма;
- органолептическая оценка корма.

Химический состав растительных кормов зависит от вида растений, состава почвы, нормы внесения и вида удобрений, погодных условий, технологии заготовки и условий хранения. На химический состав кормов животного происхождения прежде всего оказывают влияние исходное сырье, технология приготовления и условия хранения.

В практической работе часто используют справочные материалы по химическому составу и питательности кормов, однако, эти данные ориентировочные. При организации нормированного кормления животных необходимо знать фактическое содержание питательных веществ в кормах. Для этого проводят их зоотехнический анализ.

Система зоотехнического анализа разработана немецкими учёными Геннебергом и Штоманном в 1860 году. По этой системе корм делят на 7 фракций: влага (вода), сухое вещество (СВ), сырая зола (СЗ), сырой белок (СБ) (синоним – сырой протеин), сырой жир (СЖ) (эфирный экстракт), сырая клетчатка (СК), безазотистые экстрактивные вещества (БЭВ) (рис. 1). Слово «сырой» равнозначно немецкому слову roh или английскому слову crude, переводится как неочищенный, не готовый, грубый. Это означает, что в этих фракциях помимо настоящих или чистых белков, жиров, минералов содержатся сопутствующие вещества.

Все кормовые средства, используемые в кормлении сельскохозяйственных животных, различают как по источникам получения, так и по химическому составу и питательности.

2.2 Классификация кормов

Классификация кормов – это их группировка по происхождению и ряду определяющих признаков (концентрация, доступность и соотношение питательных веществ, физическое состояние и др.).

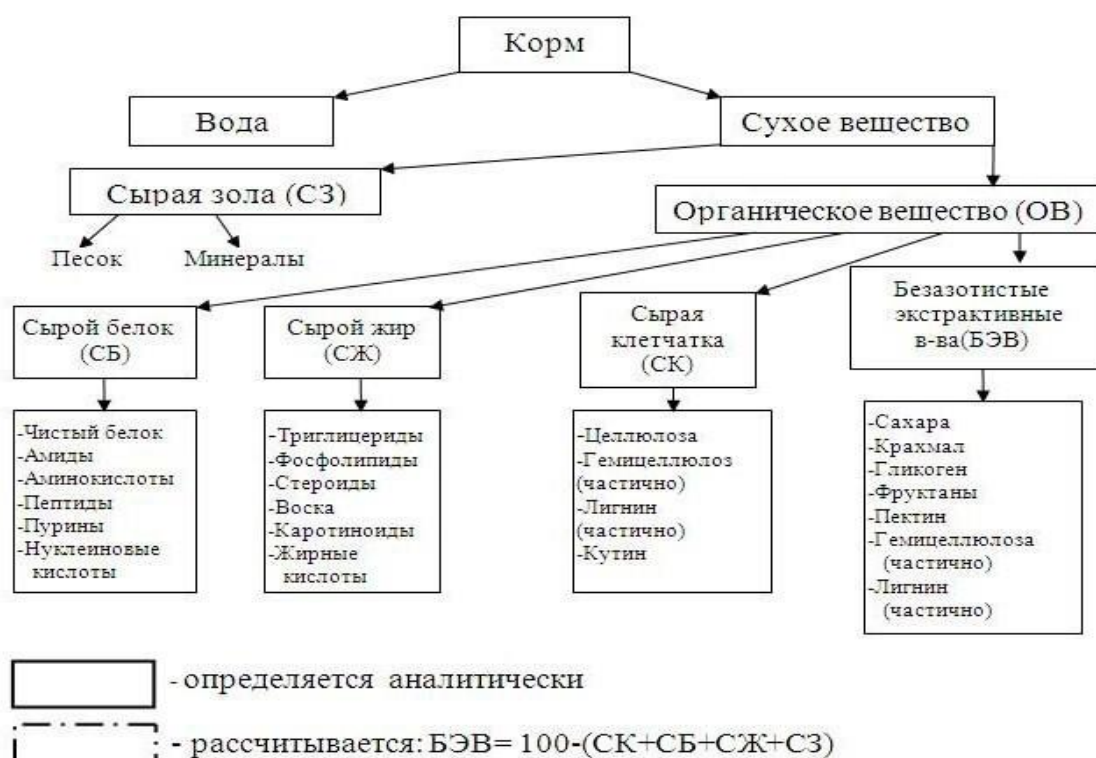


Рисунок 1. Схема зоотехнического анализа кормов по Геннебергу и Штоманну

Такая группировка необходима для решения организационных вопросов, планирования кормовой базы, использования кормов.



Рисунок 2. Классификация кормов

Особое значение классификация кормов и их кодирование приобретают при использовании математических методов и компьютерных

программ в вопросах планирования кормовой базы и организации кормления сельскохозяйственных животных и птицы. Классификация кормов в нашей стране впервые была определена государственным стандартом в 1934 г., который действует и в настоящее время. С появлением новых технологий заготовки кормов их классификация, регламентированная этим стандартом, не отвечает современным требованиям. Поэтому возникла необходимость разработки классификации, полностью охватывающей все существующие кормовые средства (рис. 2).

По происхождению все корма подразделяют:

- 1) на корма растительного происхождения;
- 2) корма животного происхождения;
- 3) комбикорма;
- 4) синтетические препараты;
- 5) пищевые отходы;
- 6) минеральные корма;
- 7) биологически активные добавки.

Корма растительного происхождения по определяющим признакам разделяют на объёмистые и концентрированные.



Рисунок 3. Рулон сена



Рисунок 4.Тюк сена

Объёмистые корма, в свою очередь, подразделяют на грубые и сочные. К *грубым кормам* относят сено (рис. 3, 4), солому, полосу, мякину и др. Для них характерно наличие большого количества клетчатки, необходимой для нормального функционирования желудочно-кишечного тракта сельскохозяйственных животных (особенно жвачных животных и лошадей).

Объёмистые корма приготовлены из вегетативной массы растений, корнеклубнеплодов, сочных плодов и побочных продуктов пищевых производств, бывают сухими и влажными. В группу сухих входят корма, в которых содержится не более 22% влаги и 0,73 ЭКЕ (до 7,3 МДж обменной энергии) в 1 кг сухого вещества.

Влажные объёмистые корма содержат более 40% воды. Их подразделяют на сочные и водянистые. Для сочных кормов характерно то,

что основная масса воды находится в связанном состоянии и входит в состав протоплазмы или растительного сока. Это зелёные корма, силос, сенаж, корнеклубнеплоды, бахчевые культуры, различные овощи. К водянистым кормам относятся остатки промышленной переработки сельскохозяйственного сырья, в которых вода содержится в свободном состоянии и является примесью. Это свежий и кислый жом, барда, мезга, плодовые выжимки, пивная дробина.

Концентрированные корма подразделяют на углеводистые и протеиновые. Концентрированные корма – это зерно и семена фуражных и продовольственных культур, продукты переработки зерновых и масличных культур, травяная мука из бобовых. В этих кормах содержится не менее 0,8 ЭКЕ, не более 19% клетчатки и менее 40% воды.

Корма животного происхождения получают при переработке животноводческой продукции и рыбы. В них содержится высокоценный по аминокислотному составу белок. К ним относятся мука животного происхождения, рыбная мука, перьевая мука, гидролизат кератинового сырья, крилевая мука, вторичное молочное сырьё и сухие продукты из него.

Комбикорма – однородные смеси кормовых средств, составленные по научно-обоснованным рецептам, предназначенные для определенного вида и производственной группы животных и птицы и обеспечивающие наиболее полное и эффективное использование содержащихся в них питательных веществ. Различают полнорационные комбикорма, комбикорма-концентраты, белково-витаминно-минеральные добавки (БВМД), премиксы и комбикорма специального назначения.

Синтетические препараты – продукты химического и микробиологического синтеза. Характеризуются высокой концентрацией питательных веществ. К этой группе относятся синтетические азотсодержащие вещества (мочевина и фосфаты аммония, аммиачная вода), кормовые дрожжи, кормовой концентрат L-лизина, DL-метионин.

Пищевые отходы – остатки овощей и фруктов, очистки картофеля, а также неиспользованная пища и другие продукты, приготовленные в домашних условиях, системе общепита, а также консервной промышленности.

Минеральные корма – дополнительные источники минеральных веществ, вырабатываемые из природного сырья. Сюда относятся фосфаты кальция и натрия, поваренная соль, мел, различные глины, специально приготовленные многокомпонентные брикеты и блоки-лизунцы.

Биологически активные добавки – это естественные и синтетические продукты высокой биологической активности, используемые в очень малых дозах. К ним относятся соли микроэлементов, витаминные, ферментные и гормональные препараты, антибиотики, транквилизаторы.

2.3 Отбор проб

После окончания уборки трав и созревания кормов проводят полную оценку их качества, чтобы иметь сведения о питательности кормов на начало

стойлового периода. По этим данным составляется кормовой баланс и кормовые планы расходования кормов.

В период использования готовых кормов проводится периодическая оценка качества кормов, по результатам которой вносятся изменения в кормовые рационы, и осуществляется контроль за полноценностью кормления животных. На основании результатов анализов кормов проводят расчёт их питательности и определение класса качества.

Отбор проб продукции осуществляют специалисты, имеющие специальное образование (ветеринарный врач, ветеринарный фельдшер, зоотехник). Отбор проб проводится комиссионно, в присутствии владельца (или представителя владельца) продукции.

Оценка качества травянистых кормов проводится агрохимическими и ветеринарными лабораториями с целью усиления контроля за соблюдением технологии приготовления кормов, правильностью их хранения и использования, а также обеспечения оплаты труда и материального поощрения работников, занятых на уборке трав за качество продукции.

При анализе кормов большое значение имеет правильный отбор средней пробы.

Средней пробой называется небольшое количество исследуемого корма, которое по своему химическому составу и основным свойствам является по возможности точной копией всей партии корма.

Партией считают любое количество однородного корма, например, сена одного вида и класса, комбикорма, изготовленного по одному рецепту, предназначенное к одновременному приёму, сдаче или хранению. Средняя проба отбирается из общей пробы.

Общая проба составляется из разовых проб, взятых в разных местах хранилища.

Разовая проба представляет собой небольшое количество корма, отобранное с одного места хранилища.

На отбираемую для анализа среднюю пробу корма оформляют паспорт, в котором указывают сведения о хозяйстве, районе, области, а также о ботаническом составе, фазе вегетации (для сена, сенажа и др.), технологии, сроках приготовления и основных показателях органолептической оценки. По завершении лабораторных анализов в паспорта вносят результаты исследований качества кормов и данные о содержании в нем питательных веществ.

К пробам комбикормов и других кормов промышленного производства прилагается копия удостоверения качества.

Корма, имеющие признаки затхлости, плесневелые, с гнилостным запахом в кормовых целях не используются, а направляются в ветеринарные лаборатории для заключения на пригодность к скармливанию.

Отбор проб кормов и их осмотр проводят в дневное время и доставляют на анализ в лабораторию в тот же день, не позднее чем через 4 – 6 часов, так как при длительном хранении на воздухе происходят изменения в биохимическом составе корма. Если своевременно доставить в

лабораторию корма нельзя, то их необходимо законсервировать. Пробы скоропортящихся кормов консервируют раствором формалина или хлороформа и толуола в равных частях из расчёта 5 мл смеси на 1 кг корма (при наличии только одного из реактивов приливается один из них в таком же количестве). Количество добавленного консервирующего вещества записывают в паспорт корма. Следует при этом помнить, что определение содержания каротина в траве, силосе, сенаже, травяной муке проводится только в корме без консерванта.

Отобранные образцы немедленно упаковывают: грубые, концентрированные корма, минеральные подкормки, корнеплоды, клубнеплоды, силос, сенаж – в полиэтиленовые мешочки, жом, мелассу, барду – в стеклянные банки с плотно прилегающей крышкой. Техника отбора, составление средней пробы кормов имеет специфические особенности и зависит от вида корма и места его хранения.

Отбор средней пробы грубых кормов. Для химического анализа среднюю пробу сена или соломы берут во время скирдования, расходования и хранения. Разовые пробы отбирают вручную или пробоотборником не менее чем из 8 различных мест партии по 200 – 250 г с каждого места на высоте 1 м от земли, затем на высоте 2 м от земли и так до тех пор, пока скирда не будет завершена. В исходный образец отбирают не менее 1 кг на каждые 5 т заскирдованного сена.

Из прессованных сена (рис. 5, 6) и соломы разовые пробы отбирают из 3% кип, а для больших партий – из 1% кип. Тюки распаковывают и осторожно, без разрыва корма и осыпания трухи, берут пласты из разных слоёв тюка: из первого тюка – пласт с края, из второго – рядом с крайним, из третьего – следующий пласт и т.д. В зимне-стойловый период образцы отбирают при вскрытии скирды, при погрузке корма на транспорт или его разгрузке. Взятие повторяют 4 – 5 раз, чтобы характеризовать всю массу корма. В исходный образец берут не менее 4 – 5 кг на каждые 25 т из 20 отдельных мест разовыми пробами по 200 – 250 г. Отобранную генеральную пробу неизмельченного сена раскладывают на брезенте (2×2 м) без ломки и образования трухи, из 10 – 15 мест по 70 – 100 г отбирают среднюю пробу так, чтобы не оставалось трухи. Пробу весом 1,0 – 1,5 кг помещают в пакет из плотной бумаги или полиэтилена и доставляют в лабораторию.

Отбор разовых проб и составление средней пробы соломы и мякины производится с соблюдением тех же правил, что и при работе с непрессованным сеном. При взятии образца мякины необходимо учитывать, что мякина обычно бывает засорена пылью и комочками земли, а также легко плесневеет. Перед взятием пробы необходимо производить весьма тщательный осмотр мякины. Пробу берут из различных слоев запаса, если она доброкачественная. Брать образцы заплесневелой или сильно загрязненной мякины нельзя.

В акте отбора средней пробы корма необходимо указывать его ботанический состав. Эти сведения нужны для определения питательности в энергетических кормовых единицах или обменной энергии, так как расчёт

ведется не только по данным химического состава, но и с учётом коэффициентов переваримости, которые для корма определенного ботанического состава различны.



Рисунок 5. Рулоны сена на хранении



Рисунок 6. Тюки сена на хранении

Отбор средней пробы зеленого корма. При отборе средней пробы зелёного корма для анализа учитывают характер травостоя и рельеф всего изучаемого участка. Если травостой неоднородный, рекомендуется разделить все угодья на однотипные участки. Пробы зелёного корма отбирают в период скармливания его животным или при заготовке сена, сенажа и т. д. Для составления средней пробы траву скашивают на высоте 3 – 5 см от поверхности почвы: косилкой – на четырёх учётных площадках длиной 10 м и шириной, соответствующей ширине захвата косилки; косой – на четырёх учётных площадках по 2,5 м² каждая; вручную – не менее, чем на 10 учётных площадках площадью 1 м² каждая. Сушёную массу раскладывают ровным слоем и из разных мест берут разовые пробы массой 2 – 3 кг. После этого их смешивают и отбирают среднюю пробу массой 1 – 2 кг. Пробу упаковывают в полиэтиленовые пакеты и отправляют на анализ.

Среднюю пробу травы берут в сухую погоду после спада росы до захода солнца и немедленно доставляют в лабораторию. Следует помнить, что после дождя или полива пробу зелёной массы отбирать нельзя. В акте отбора необходимо отметить стадию вегетации растений. Средняя проба измельчённой зелёной массы составляется из разовых проб, взятых с машин, не менее чем от 200 т зелёной массы при заготовке сенажа, силоса, травяной муки и резки.

Отбор средней пробы силоса и сенажа. Пробы силоса и сенажа берут из мест хранения (башни, траншеи, ямы), заполненных однородным сырьём (рис. 7, 8). Если силос или сенаж приготовлен из однородных растений, то среднюю пробу составляют для каждого вида сырья, занимающего не менее ¼ объёма башни или траншеи. Пробы для анализа отбирают из траншей не позднее, чем за 10 дней. Из башен – не позднее, чем за 5 дней до скармливания животным, но не ранее, чем через месяц после закладки сенажа, силоса на хранение и окончания процесса консервирования. Для

отбора проб сенажа из траншей и башен применяют ручные пробоотборники (рис. 9). В зависимости от типа силосных сооружений образцы берут различными способами. Из траншей пробы отбирают на глубине не менее 2 м, при слое сенажа менее 2 м пробу берут на всю толщину слоя. Из башен пробы отбирают вначале из верхнего 2-метрового слоя, а после его выемки – из оставшейся части сенажа на глубине не менее 2 метров. Из траншей отбирают три точечные пробы. Первую берут в центре одной из наклонных частей на расстоянии 5 м от торцовых сторон сооружений; вторую – в траншеях с прямыми стенами на расстоянии 0,5 м, а в траншеях с наклонными стенами – на расстоянии 1 м от одной из стен в средней части по длине траншеи; третью – в центре траншеи. Если сенаж заложен в башню, то среднюю пробу отбирают при вскрытии башни. Исследованию не подлежат верхние слои сенажа и силоса, резко отличающиеся по органолептическим показателям. Средняя проба должна быть 1,0 – 1,5 кг.



Рисунок 7. Траншея вертикальными стенками



Рисунок 8. Сенаж в упаковке с

Генеральную пробу силоса и сенажа, взятые из траншей, перемешивают, и методом треугольников берут среднюю пробу весом около 1 кг. Объединённую пробу сенажа и силоса перемешивают, определяют цвет, наличие плесени и запах. Результаты записывают в паспорт качества. Пробу помещают в полиэтиленовые мешочки или в стеклянные банки с притертыми пробками. На дно тары, в середину средней пробы и сверху приливают хлороформ или смесь хлороформа и толуола (1:1) из расчёта 5 мл на каждый кг силоса. Пакет с пробой завязывают, предварительно вытеснив воздух, банки должны быть полностью заполнены пробой корма. Проба должна поступить на исследование в течение 24 ч с момента отбора. До анализа пробы силоса и сенажа хранят в холодильнике. Допускается хранить такие пробы в замороженном виде в течение 24 ч с момента их поступления в лабораторию.



Рисунок 9. Взятие пробы сенажа

Отбор средней пробы корнеклубнеплодов. Химический состав корнеклубнеплодов зависит от их величин, поэтому в среднюю пробу для анализа пропорционально отбирают от партии крупные, средние и мелкие корни. Среднюю пробу составляют для каждого хранилища. Из разных мест хранилища (рис. 10) отбирают произвольно 100 штук корней или клубней. После этого их делят на три фракции по размеру, каждую взвешивают отдельно и составляют среднюю пробу весом от 2 до 5 кг. Например, масса крупных корнеплодов и клубнеплодов составила 20 кг, средних – 10 кг, мелких – 6 кг. Следовательно, масса общей пробы будет равна 36 кг. Для получения средней пробы массой 2 кг следует массу общей пробы уменьшить в 18 раз ($36 : 2$), т.е. необходимо взвесить на весах крупных корней 1,11 ($20 : 18$), средних – 0,55 кг, мелких – 0,3 кг ($6 : 18$). При отсутствии весов пробу можно отобрать визуально, т.е. по величине клубней, сохраняя принцип пропорциональности. Отбирают 100 клубней, сортируют их по величине на три фракции: крупные, средние, мелкие. От каждой фракции отбирают 10% корней или клубней. Например, из 100 клубней картофеля оказалось 30 крупных, 20 средних и 50 мелких. Необходимо отобрать 3 крупных, 2 средних и 5 мелких клубней. Эти 10 клубней надо уложить в полиэтиленовый пакет и отправить на анализ.



Рисунок 10. Хранилище с корнеклубнеплодами

Средняя проба картофеля. Среднюю пробу отбирают от каждой транспортной единицы (автомашины, повозки, вагона, баржи). Отдельные выемки берут по всей высоте, ширине, длине насыпи из разных мест и слоев (верхнего, среднего и нижнего) через разные промежутки. Число выемок указано в таблице 1.

При хранении картофеля в таре выемки берут, как указано в таблице 2.

Выемки затаренного картофеля берут деревянными совками или отсыпают из верхней, средней и нижней частей упаковок, выделенных для отбора проб. Каждая выемка не менее 3 кг, а от партий картофеля массой 60 т и выше – не менее 10 кг картофеля.

Таблица 1 Число выемок картофеля, доставленного разным транспортом

Вид транспорта	Число выемок, не менее
Воз, автомашина, тракторная тележка (до 5 т)	5
Двухосный вагон, партия до 20 т	10
Четырехосный вагон, партия от 20 до 60 т	16
Баржа, партия от 60 до 150 т	24

Примечание. При доставке на барже партии картофеля свыше 150 т в расчёте на каждые следующие полные и неполные 50 т берут дополнительно пять выемок

Таблица 2 Число выемок картофеля, хранящегося в таре

Число мест в партии	Количество мест для выемок картофеля, не менее	Число выемок от каждого места
До 20	3	1
От 20 до 50	5	1
От 50 и более	на каждые следующие полные и неполные 50 единиц выделяют одно место	1

После тщательного перемешивания картофеля для лабораторного анализа отбирают среднюю пробу 4 – 5 кг.

Отбор средней пробы жмыха. При погрузке и выгрузке жмыха из вагонов разовые пробы отбирают автоматическим пробоотборником, при этом с тонны продукции берут 250 г, но не менее 2,5 кг жмыха от партии. Для отбора разовых проб через равные промежутки времени ковшом не менее 10 раз пересекают поток жмыха. Если жмыхи затарены в мешки, то для разовых проб используют конусный щуп, причем из каждого пятого мешка берут 0,5 кг продукта. Для отбора средней пробы жмыха, находящегося в хранилищах в виде насыпи, всю ее поверхность делят на секции площадью 1 м², затем в шахматном порядке с каждой секции берут разовые пробы из верхнего, среднего, нижнего слоев. Общая масса разовых проб составляет 1 кг с тонны продукта. Далее жмых разравнивают в виде квадрата высотой 10

см и описанным выше способом делят до тех пор, пока не останется 2,5 кг. Пробы помещают в банки с плотными крышками.

Если жмых в виде плиток, то рекомендуется брать 16 плиток на 80 т, из них выбрать 4 типичных, раздробить их, тщательно перемешать и отобрать 0,6 – 0,8 кг. Из генеральной пробы методом треугольников отбирают среднюю пробу массой около 1 кг для химического анализа.

Отбор средней пробы кормовых дрожжей. Для проверки качества порошкообразных дрожжей отбирают среднюю пробу массой 2 кг. От партии гранулированных дрожжей исходный образец отбирают от каждой единицы упаковки. Разовые пробы берут со всей глубины по схеме конверта на расстоянии 0,5 м от краев.

Отбор средней пробы муки животного происхождения. Общую пробу муки животного происхождения при безтарном её хранении берут с транспортёра через равные промежутки времени с 1 т продукта – 250 г, но не менее 1,5 кг муки от партии. При хранении муки в таре общую пробу отбирают шупом по диагонали от общего числа упаковок: рыбной муки – от 10% мешков, кровяной, мясной, мясокостной – от 20%, костной – от 25% мешков. Средняя проба должна быть не менее 500 – 700 г, её помещают в банку с притертой крышкой и отправляют в лабораторию.

Отбор средней пробы гранулированных и брикетированных кормов. Если эти корма хранятся в мешках, то среднюю пробу отбирают в зависимости от количества мешков в партии: 10 – 60 мешков – из каждого третьего мешка; 60 – 120 мешков – из каждого десятого мешка; 120 и выше – из каждого двадцатого мешка. Из кормов, хранящихся насыпью, отбирают разовые пробы из 8 – 12 мест каждой партии. Вес средней пробы должен быть 1 – 2 кг. Аналогично отбирают пробы брикетированных кормов.

Отбор средней пробы жидких и водянистых кормов. Для отбора средней пробы барды, пивной дробины, свежего и кислого жома, кормовой патоки, молока, обрат, сыворотки и других жидких и водянистых кормов обязательным требованием является тщательное их перемешивание перед отбором проб. Для проверки качества таких кормов от партии пробу берут черпаком или пробоотборником водянистых кормов из десяти мест с различной глубины. После тщательного перемешивания разовые пробы объединяют в среднюю пробу в посуду с притертой пробкой не менее 3 кг.

Отбор средней пробы минеральных кормовых добавок. Минеральные кормовые добавки, как правило, расфасованы в мешки. Поэтому среднюю пробу отбирают в зависимости от количества мешков. Следует отбирать от каждого 10, 20, 30 и т.д. мешка. Средняя проба должна быть в пределах 200 – 500 г. Пробу помещают в сухие стеклянные банки с притёртой крышкой и отправляют на анализ в лабораторию.

Отбор средней пробы порошковидных и мелкокристаллических минеральных веществ, карбамида, солей аммония проводят аналогично взятию проб зерновых и мучнистых кормов. Если минеральный корм находится в виде кусков, куски дробят, и методом треугольников отбирают среднюю пробу 0,6 – 0,7 кг. Молотый мел и рассыпную поваренную соль

отбирают лопатой из 10 разных мест партии. Объединенная проба медного купороса и других добавок, используемых как источники микроэлементов, составляется из отдельных точечных проб, которые отбирают из 5 % бочек полученной партии, но не менее чем из трёх. Точечные пробы смешивают, рассыпают ровным слоем в виде четырехугольника и путем деления на равные квадратики составляют среднюю пробу – 100 г, упаковывают в полиэтиленовые мешочки, банки.

Отбор средней пробы зерновых кормов. При хранении зерна в складах насыпью для его выемки используют вагонный щуп (рис. 11). Перед взятием разовой пробы всю поверхность зерна разделяют на секции площадью около 100 м² каждая. Выемку зерна делают в пяти точках каждой секции (в середине и четыре по углам), отстоящих примерно на 1 м от границы следующей секции. В каждой из 5 точек разовые пробы берут из верхнего, среднего и нижнего слоев. Общая масса зерна, взятого из каждой секции, должна составлять 2 кг. Выемки зерна, затаренного в мешки, делают мешочным щупом в трёх местах: сверху, в середине и внизу (табл. 3). Щуп вводят с угла мешка снизу вверх желобком вниз по направлению к середине, затем поворачивают на 180° и вынимают. Число мешков, из которых делают выемки зерна, зависит от величины партии.



Рисунок 11. Зернохранилище

Таблица 3 Отбор проб зерна

Число мешков в партии	Число мешков, из которых отбирают разовые пробы
До 10	каждый второй
До 100	5 мешков+5% от числа мешков в партии
Свыше 100	10 мешков +5% от числа мешков в партии

Если зерно исходного образца весит не более 2 кг, оно может быть средней пробой. При большей массе исходного образца все зерно высыпают на стол с ровной поверхностью, перемешивают и рассыпают ровным слоем 1 – 2 см в виде квадрата, делят по диагонали на четыре треугольника. Два противоположных отбрасывают, а другие снова перемешивают, рассыпают,

делят. Так делают до тех пор, пока не останется около 2 кг зерна, которые и составляют среднюю пробу.

На отбираемую для анализа среднюю пробу корма оформляют акт, в котором указывают сведения о хозяйстве, районе, области, о ботаническом составе, фазе вегетации, технологии, сроках приготовления и основных показателях органолептической оценки.

АКТ

отбора образца корма Инв. №.....

1. Район, хозяйство, бригада,
отделение.....
2. Вид
корма.....
3. Величина партии, от которой берется
образец.....
4. Фаза вегетации трав во время заготовки
корма.....
.....
5. Дата взятия образца «...»20.. г
.....часов
6. Условия хранения № хранилища (стог, сарай, траншея,
яма,
башня).....
.....
7. Ботанический состав:
А) злаковые.....%
Б) бобовые.....%
В) разнотравье.....%
8. Вид анализа (полный, определить элемент.....и
др.....
9. Фамилия и должность лица, отобравшего
образец.....
10. Дата поступления образца в лабораторию
«...».....20.. г
Пробу сдал.....
Пробу принял.....

Контрольные вопросы и задания

1. Что понимают под зоотехническим анализом кормов?
2. Дать понятие о корме.
3. Как классифицируют корма?

4. Какие факторы влияют на содержание питательных веществ в кормах?
5. Что понимают под партией корма?
6. Дайте понятие разовой пробы корма.
7. Дайте понятие исходной пробы корма.
8. Дайте понятие средней пробы корма.
9. Как отобрать среднюю пробу того или иного корма?
10. Какие консерванты применяют при отборе проб кормов?

Задание 1. Отобрать среднюю пробу корма (сена, соломы, силоса, сенажа, травы, концентрированных кормов и др.) для зоотехнического анализа и заполнить акт.

3. АНАЛИЗ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ, ОЦЕНКА ПИТАТЕЛЬНОСТИ КОРМОВ

3.1 Взятие средней пробы кормов. Подготовка корма к анализу. Определение первоначальной воды

В пробах кормов, поступивших в лабораторию для анализа, необходимо немедленно определить первоначальную влажность. Содержание воды – важный показатель питательности корма и степени зрелости растений.

Среднюю пробу *грубого корма* измельчают на соломорезке или ножницами на частицы длиной 1 – 2 см. А после измельчения пробу корма тщательно перемешивают, раскладывают на чистом гладком столе или клеенке в форме прямоугольника и делят по диагонали на 4 треугольника. Два угольника, лежащие друг против друга, отбрасывают, а два других оставляют и смешивают. Затем снова повторяют то же самое до тех пор, пока вес лабораторной пробы не будет равняться 150 – 200 г. Отобранную пробу помещают в предварительно взвешенную на химико-технических весах фарфоровую чашку или металлический противень. После этого тару с кормом взвешивают и ставят на 8 – 10 ч в термостат с температурой 60 – 65°C для высушивания и определения первоначальной влажности. После высушивания пробу охлаждают на воздухе в течение 3 ч и снова взвешивают. Сушку и взвешивание навески продолжают до тех пор, пока разница в весе будет не более 0,5 г. Если проба пересушена, то вес ее в одно из последующих взвешиваний может увеличиться вследствие поглощения влаги из воздуха. В этом случае навеску еще на 1 ч оставляют на воздухе, а затем снова взвешивают. Так поступают до тех пор, пока разница в последних двух взвешиваниях будет не больше 0,5 г. Затем корм оставляют в чашке в условиях лаборатории на 4 – 6 ч для приведения в воздушно-сухое состояние.

При подготовке к анализу средней пробы *силоса и сенажа* принесенный в лабораторию корм перекалывают при помощи шпателя в эмалированный противень и крупные куски измельчают ножницами на

мелкие кусочки величиной не более 0,5 см. Измельченную пробу силоса или сенажа перемешивают, берут навеску 800 – 1000 г и помещают последнюю в заранее взвешенную на химико-технических весах фарфоровую чашку или эмалированный противень. Тару с силосом (сенажом) взвешивают на химико-технических весах и по разности в весе между ней и пустой тарой определяют навеску корма. Затем высушивают корма и определение их первоначальной влажности производят так же, как и для грубых кормов.

Среднюю пробу *травы* быстро измельчают на соломорезке или ножницами, перемешивают, раскладывают на гладкой поверхности стола или клеенки в форме треугольника и по принципу треугольника отбирают на взвешенный противень 0,5 – 0,8 кг корма. Пробу травы весом 0,5 – 0,8 кг после взвешивания на химико-технических весах и определения величины навески помещают в сушильный шкаф при температуре 80°C на 30 – 40 мин. Затем противень с кормами переносят в термостат с температурой 60 – 65°C. Определение первоначальной влажности травы проводят так же, как и в грубых кормах.

Среднюю пробу *клубнеплодов* (картофеля и др.), доставленную в лабораторию, отмывают водой от земли, насухо вытирают. Затем от каждого клубня отрезают 1/8 часть и составляют лабораторную пробу весом около 1 кг. На стекле острым ножом корм измельчают в виде тонких пластинок и помещают их во взвешенную на химико-технических весах фарфоровую чашку. Чашку с кормом взвешивают на тех же весах и ставят на 30 – 40 мин в сушильный шкаф с температурой 80°C для прекращения ферментативных процессов. После этого навеску переносят в термостат с температурой 60 – 65°C. Дальнейшее высушивание и определение первоначальной влажности ведут так же, как описано для грубых кормов, силоса и сенажа.

Высушивание и определение первоначальной влажности в *корнеплодах* (свекла, морковь, турнепс, брюква) имеют некоторые особенности. Корнеплоды средней пробы отмывают водой, насухо вытирают так же, как картофель, вдоль разрезают на 8, а иногда и на 16 частей. Из этих частей составляют лабораторную пробу или навеску 1,0 – 1,2 кг (из расчёта 100 – 150 г сухого вещества, необходимого для анализа). Взятые доли корнеплода для лабораторной пробы измельчают на тонкие пластинки (чем тоньше, тем лучше), нанизывают их на крепкую нитку и взвешивают в фарфоровой чашке на химико-технических весах. Фарфоровую чашку предварительно взвешивают без корма. Затем чашку с кормом ставят на 30 – 40 мин в сушильный шкаф с температурой 80°C. Вынув из сушильного шкафа, корм развешивают в лаборатории на 6 – 7 дней, пока пластинки на ощупь не будут казаться сухими. После этого лабораторную пробу корма помещают в ту же фарфоровую чашку, в которой взвешивали ее первый раз, и досушивают в термостате при 60 – 65°C.

Среднюю пробу *водянистых* кормов (барды, пивной дробины, жома, мезги) из банки с притертой пробкой переносят во взвешенную фарфоровую чашку, последнюю взвешивают вместе с кормом на химико-технических весах и ставят на водяную баню для выпаривания влаги. Когда проба

подсохнет, ее помещают в термостат с температурой 60 – 65°C. Дальнейшее высушивание и определение первоначальной влажности ведут так же, как и для других видов корма.

Для определения первоначальной влажности и приготовления лабораторной пробы *концентрированных* кормов из средней пробы методом треугольника по диагонали берут 100 – 150 г корма. Затем корм помещают во взвешенную фарфоровую чашку, взвешивают последнюю вместе с кормом и вычисляют вес корма. Высушивание и определение процента первоначальной влажности концентрированных кормов производят так же, как и грубых кормов.

После высушивания и определения первоначальной влажности корм измельчают на мельнице. Однородность частиц достигается просеиванием молотого корма через сито с отверстиями 0,5 мм. Просеянный корм помещают в фарфоровую чашку, а оставшиеся на сите более крупные частицы снова размалывают несколько раз, пока весь корм пройдет через сито. Затем его весь собирают в фарфоровую чашку, тщательно перемешивают и пересыпают в стеклянную банку с притертой пробкой. На банку наклеивают этикетку с названием корма, места взятия, даты отбора образца, процентом первоначальной влажности. Дальнейший анализ образцов проводится по общепринятой схеме зоотехнического анализа.

Определение первоначальной воды

Вода в кормах находится в свободной и связанной формах. Свободная вода является растворителем сахаров, аминокислот, органических кислот и других веществ растительных клеток. Она более подвижна, чем связанная вода. Связанная вода входит в состав мицелий различных гидрофильных коллоидов. Во время роста растительных клеток соотношение между свободной и связанной водой изменяется. В молодых растениях содержится больше связанной воды, а по мере их роста увеличивается содержание свободной воды. В зоотехнической практике сначала определяют не всю воду, а только свободную или первоначальную, затем связанную или гигроскопическую. Принцип метода определения первоначальной влажности основан на высушивании корма в сушильном шкафу при температуре 60 – 70°C. Определение первоначальной влажности проводится сразу после доставки образца в лабораторию. Особенно это касается зелёных и сочных кормов, в которых вода быстро испаряется. Немедленная сушка необходима также для прекращения ферментативных процессов, в результате которых уменьшается количество питательных веществ. Для точности анализа исследования проводят в двух, а для научно-исследовательской работы в трёх повторностях. Массовую долю первоначальной влажности определяют по ГОСТ Р 54951-2012.

Оборудование: металлические эмалированные кюветы или фарфоровые чашки диаметром 15 – 20 см; сушильный шкаф с вентилирующим

устройством; технические весы с разновесами, нож для измельчения сена, силоса, корнеплодов и других кормов.

Ход анализа. Для получения более точных данных по содержанию питательных веществ в кормах все анализы проводят в двух параллельных пробах.

1. Тару для анализа пронумеровать, высушить при температуре 65 – 70°C, охладить в течение 30 минут и взвесить на технических весах. Массу тары записать (табл. 4).

2. В подготовленную тару поместить хорошо перемешанную исследуемую пробу и взвесить на технических весах.

3. Взвешенный корм вместе с тарой поставить в сушильный шкаф на 30 – 40 минут при температуре 110°C с целью фиксации и прекращения всех ферментативных процессов и развития микрофлоры, а затем высушить при постоянной температуре 65 – 70°C.

4. Продолжительность сушки зависит от вида корма и его физического состояния. Обычно для удаления свободной воды требуется 5 – 8 часов и более. После сушки образец корма привести в воздушно-сухое состояние (оставить в лаборатории чашку с кормом на 4 – 6 часов, прикрыв листом бумаги), после этого взвесить и поставить на повторное досушивание на 2 – 4 часа. Затем снова охладить и взвесить. Если разница между последними взвешиваниями не превышает 0,5%, то сушка считается законченной.

5. При определении первоначальной влажности в корнеклубнеплодах их порезать поперек на тонкие пластинки, которые нанизать на предварительно взвешенные стеклянные палочки или проволоку и взвесить. Навеску поместить в сушильный шкаф и выдержать там при температуре 90°C 30 минут, чтобы прекратить ферментативные процессы. Далее досушивание продолжить при температуре 60 – 65°C, после этого поступать также, как при определении влажности в других кормах.

6. При определении влажности нельзя ставить в сушильный шкаф одновременно корма, резко отличающиеся по её содержанию (например, сочные, сено, концентраты).

7. Жидкие и полужидкие корма сначала выпаривать на водяной бане, далее высушить также как другие корма.

8. Первоначальную влажность в процентах рассчитать по формуле:

$$ПВ = \frac{A \times 100}{H}, \text{ где}$$

$$\frac{H}{N} \quad (1)$$

ПВ – первоначальная влажность, %;

A – масса испарившейся влаги, г;

H – навеска корма до досушивания, г;

100 – коэффициент пересчета в %.

Таблица 4 Результаты определения массовой доли первоначальной влажности корма

Наименование показателей	Параллельные пробы	
	1	2
Номер бюкса		
Масса пустой тары, г		
Масса тары с кормом, г		
Навеска корма, г		
Масса тары с кормом после высушивания, г:		
1-е взвешивание		
2-е взвешивание		
3-е взвешивание		
Масса корма в воздушно-сухом состоянии, г		
Масса испарившейся воды, г		
Первоначальная влажность, %		

Контрольные вопросы и задания

1. Взятие средней пробы кормов.
2. Как подготовить корма к анализу?
3. Дать понятие первоначальной влаги.
4. Как определить содержание первоначальной воды в кормах?

Задание 1. Определить первоначальную влажность корма (сена, соломы, силоса, сенажа, травы, концентрированных кормов и др.). Результаты взвешиваний и вычислений первоначальной влажности корма записать в таблицу 4.

3.2 Определение гигроскопической воды, экспресс-метод определения общего количества воды в кормах, экспресс-метод определения общего содержания влаги в кормах с помощью влагомера

Влажность, содержащаяся в воздушно-сухом корме, называется гигроскопической. Определение гигроскопической влажности в кормах производится в сушильном шкафу при температуре 100 – 105°C.

Оборудование: аналитические весы с разновесами с погрешностью взвешивания $\pm 0,0005$, эксикатор с хлористым кальцием (гранулированный), металлические или стеклянные бюксы, шпатель для взятия кормов.

Ход определения:

1. Металлические или стеклянные бюксы высушить при температуре 100 – 105°C в сушильном шкафу в течение 30 – 40 минут. Крышки должны быть открыты.

2. Вынуть бюксы из сушильного шкафа. Охладить бюксы в эксикаторе в течение 20 – 30 минут, взвесить их вместе с крышкой на аналитических весах с точностью до 0,0001 г и снова поставить в сушильный шкаф на 30 мин. Охладить, взвесить и продолжать высушивание до постоянной массы. Масса считается постоянной, если она отличается от предыдущей на 0,005 г. Все результаты взвешиваний записывают в таблицу 5.

3. Насыпать в бюксах 2 – 3 г воздушно-сухого корма, бюкс закрыть крышкой и взвесить.

4. По разнице между взвешиваниями находят массу корма, взятого для анализа.

5. Бюкс с кормом, открыв крышку, поместить в сушильный шкаф на 3 – 4 часа для высушивания при температуре 100 – 105°C до постоянной массы.

6. Бюкс с кормом закрыть крышкой, охладить в эксикаторе и взвесить. Разница между двумя последними взвешиваниями не должна превышать 0,0002 – 0,0004 г. Для вычислений брать наименьший вес.

7. Процент гигроскопической влажности определяют по формуле:

$$ГВ = \frac{А \times 100}{Н}, \text{ где} \quad (2)$$

ГВ – гигроскопическая влажность, %;

А – масса испарившейся воды из навески, г;

Н – навеска корма, г;

100 – коэффициент пересчёта в проценты.

Пересчёт результатов химического анализа кормов

По данным определения первоначальной и гигроскопической влажности рассчитывают содержание общей влажности в исследуемом корме по следующей формуле:

$$ОВ = ПВ + ГВ \times K_{нв}, \quad (3)$$

где ОВ – общая влажность в корме, %;

ПВ – первоначальная влажность в корме, %;

ГВ – гигроскопическая влажность в корме, %;

$K_{нв}$ – коэффициент пересчёта из воздушно-сухого состояния в корм с натуральной влажностью.

Химическому анализу подвергают обычно корм в воздушно-сухом состоянии. Полученные данные анализа следует пересчитать на натуральную влажность этого корма и на абсолютно-сухое вещество корма.

Таблица 5 Результаты определения массовой доли гигроскопической влажности корма

Показатель	Параллельные пробы	
	1	2
Номер бюкса		
Масса пустого бюкса, г		
Масса бюкса с кормом, г		
Навеска корма, г		
Масса бюкса с кормом после высушивания, г		
1-е взвешивание		
2-е взвешивание		
3-е взвешивание		
Масса испарившейся воды, г		
Содержание гигроскопической воды в воздушно-сухом веществе корма, %		
Содержание гигроскопической воды в натуральном корме, %		

Пересчёт показателей на корм с натуральной влажностью

Пересчёт данных анализа на корм с натуральной влажностью производится с помощью коэффициента пересчёта по следующей формуле:

$$K_{\text{нв}} = \frac{100 - \text{ПВ}}{100}, \text{ где} \quad (4)$$

$K_{\text{нв}}$ – коэффициент пересчёта из воздушно-сухого состояния на корм натуральной влажности;

ПВ – первоначальная влажность.

Пересчёт данных анализа на абсолютно-сухое вещество

Для сравнения между собой кормов, выращенных при разной технологии, необходимо рассчитать количество питательных веществ в абсолютно-сухом корме с помощью следующей формулы:

$$K_{\text{ас}} = \frac{100}{100 - \text{ГВ}}, \text{ где} \quad (5)$$

$K_{\text{ас}}$ – коэффициент пересчёта данных анализов в воздушно-сухом корме в данные в корме в абсолютно-сухом состоянии;

ГВ – содержание гигроскопической воды в исследуемом корме, %.

Далее умножая данные анализов, полученные в воздушно-сухом корме, на коэффициент пересчёта $K_{\text{ас}}$, получаем аналогичный показатель в абсолютно-сухом веществе корма.

Ускоренный метод определения общей влаги

Сущность метода заключается в определении разности между массой навески до и после её высушивания при температуре 130°C в течение 40 мин и вычислении массовой доли влаги.

Оборудование: весы неавтоматического действия с пределом допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,001$ г по ГОСТ Р 53228-2008;

бюксы из нержавеющей металла или стекла с герметично закрывающимися крышками по ГОСТ 25336-82; шкаф сушильный электрический, хорошо вентилируемый с терморегулятором, обеспечивающий поддержание температуры $(130 \pm 2)^\circ\text{C}$, эксикатор стеклянный, электрическая плитка, чашка фарфоровая, ареометр стеклянный, кальций хлористый по ГОСТ 450-77, склянки с притёртой пробкой, щипцы тигельные.

Примечание: допускается применение средств измерений и вспомогательных устройств с аналогичными метрологическими и техническими характеристиками, а также реактивов по качеству не ниже вышеуказанных. Проводят два параллельных испытания.

Ход определения:

1. На дно чистого и просушенного эксикатора помещают прокаленный хлористый кальций.

2. Хлористый кальций прокаливают не реже одного раза в месяц. Прокаливание осуществляют путём нагревания его в фарфоровой чашке на электрической плитке до жидкого состояния и далее, после испарения влаги, до получения сухого вещества, которое разбивают на куски и помещают в эксикатор или склянку с притертой пробкой.

3. Открытые бюксы и крышки высушивают в сушильном шкафу в течение 30 мин при температуре $(130 \pm 2)^\circ\text{C}$, охлаждают в эксикаторе и взвешивают с записью результата до второго десятичного знака (m).

4. Из подготовленной анализируемой пробы берут две навески массой по 5 г, помещают в подготовленные бюксы, равномерно распределяют по дну, закрывают крышкой и взвешивают с записью результата до второго десятичного знака (m_1).

5. Открытые бюксы с навесками и крышки помещают в сушильный шкаф, предварительно нагретый до температуры $(130 \pm 2)^\circ\text{C}$. Высушивание проводят в течение 40 мин с момента достижения в шкафу температуры 130°C .

6. По истечении указанного времени бюксы вынимают из сушильного шкафа тигельными щипцами, быстро закрывают крышками и охлаждают до комнатной температуры в эксикаторе около 20 мин.

7. Затем закрытые бюксы с содержимым взвешивают с записью результатов до второго десятичного знака (m_2).

8. Массовую долю влаги W , %, вычисляют по формуле:

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m} \times 100, \text{ где} \quad (6)$$

m_1 – масса бюкса с навеской и крышкой до высушивания, г;

m_2 – масса бюкса с навеской и крышкой после высушивания, г;

m – масса пустого бюкса вместе с крышкой после высушивания, г;

100 – коэффициент пересчёта в проценты.

9. За окончательный результат испытания принимают среднеарифметическое значение результатов двух параллельных определений, при соблюдении условий приемлемости результатов испытаний. Окончательный результат испытания вычисляют до второго и округляют до первого десятичного знака.

10. Результаты испытаний оформляют в виде протокола испытаний, который должен включать:

- информацию, необходимую для полной идентификации пробы;
- использованный метод отбора проб;
- использованный метод испытания со ссылкой на данный стандарт;
- обстоятельства, которые могли повлиять на результат испытания;
- полученный результат испытания.

Экспресс-метод определения общего содержания влаги в кормах с помощью влагомера

Для ускоренного определения общей влаги в кормах используют различные типы влагомеров. Принцип работы влагомера ВЧМ заключается в быстром обезвоживании образца корма между двумя металлическими плитами, нагретыми до температуры 160°C (блок высушивания). Для этого бумажные пакетики помещают в блок высушивания прибора и выдерживают в течение 3 мин при 160°C. Затем их вынимают, охлаждают в эксикаторе и взвешивают. После этого пакетики наполняют навеской корма массой около 5 г (определение проводят 2 раза), которые помещают в блок высушивания прибора на 5 мин при 160°C. Затем пакетики охлаждают в эксикаторе и взвешивают.

С помощью влагомера ВЗМ-1 определяют влажность зелёной массы. Принцип работы прибора – сушка образца корма в камере влагомера с помощью активного вентилирования при температуре 105°C. Для этого прибор включают в сеть для прогрева за 30 мин до начала определения. Зелёную массу измельчают и тщательно перемешивают.

Барабан влагомера вместе с крышкой взвешивают на технических весах. Затем в него помещают примерно 20 г анализируемого корма, взвешивают, закрывают крышкой и высушивают в течение 20 мин. После автоматического отключения прибора барабан вынимают, охлаждают до комнатной температуры и взвешивают.

Процентное содержание воды ($X_{ов}$) в корме при использовании влагомеров ВЧМ и ВЗМ-1 вычисляют по формуле, приведенной в описании ускоренного метода определения общей влаги.

Контрольные вопросы и задания

1. Как правильно измельчить корма после определения первоначальной влажности корма?
2. Что называется, гигроскопической влагой корма?

3. Как определить гигроскопическую влагу корма?
4. Дайте определение воздушно-сухого корма.
5. По каким формулам определяют общую влагу корма, абсолютно-сухое вещество корма?

Задание 2. Определить гигроскопическую и общую влажность корма (сена, соломы, силоса, сенажа, травы, концентрированных кормов и др.). Результаты взвешиваний и вычислений записать в таблицу 5.

3.3 Определение сырой золы в кормах. Определение кальция и фосфора

Сырая зола представляет собой несгораемый остаток растительной или животной ткани и содержит все элементы, кроме водорода, углерода и азота. Сырую золу получают при сжигании корма в муфельных печах. Быстрому и полному озолению способствуют разрыхление корма и свободный доступ воздуха. При сжигании корма углерод, водород и частично кислород улетучиваются в виде CO_2 и паров воды, а зольные элементы (макро- и микроэлементы) остаются в виде окислов. В сырой золе, кроме минеральных веществ корма, содержится некоторое количество примесей – глины, песка, несгоревших частиц угля, поэтому зола называется сырой. Начинают озоление медленно при относительно невысокой температуре, чтобы исключить возможное разбрасывание мелких частиц корма. Это способствует более полному сгоранию органического вещества. Чтобы избежать улетучивания фосфора, серы и хлористых соединений щелочных металлов, озоление следует заканчивать при температуре не более 400 – 500°C (начало темно-красного каления).

Оборудование и реактивы: весы аналитические; печь муфельная; щипцы для тиглей; тигли; эксикатор; стаканы химические на 100 мл; палочки стеклянные; 10% раствор соляной кислоты; вода дистиллированная.

Ход определения:

1. Фарфоровые тигли прокаливают в муфельной печи при температуре $525 \pm 25^\circ\text{C}$ темно-красного каления в течение часа.
2. Тигли охлаждают сначала в муфеле, затем в эксикаторе и взвешивают на аналитических весах. Результаты взвешивания записывают в таблицу 6.
3. В тигель насыпают 1 – 2 г корма в воздушно-сухом состоянии и взвешивают.
4. Тигель с кормом ставят на электрическую плитку и сжигают до окончания сухой перегонки
5. Помещают тигель с кормом в муфельную печь для прокаливания при температуре 450 – 500°C. Озоление продолжают до белого или светло-серого цвета золы. Если имеются несгоревшие частички, то добавляют 10% раствор азотнокислого аммония, спирт или 3%-ный раствор перекиси водорода и ставят сжигать на 3 – 4 часа в муфельную печь.

6. После полного сжигания тигель охлаждают в эксикаторе и взвешивают.

7. Прокаливание в муфеле повторяют в течение часа, тигель снова взвешивают. Повторные прокаливания повторяют до тех пор, пока масса тигля с золой не станет постоянной.

8. Процент сырой золы в воздушно-сухом веществе корма определяют по формуле:

$$CЗ = \frac{A \times 100}{B}, \text{ где} \quad (7)$$

CЗ – содержание сырой золы, %;

A – вес сырой золы, г;

B – навеска корма в воздушно-сухом состоянии, г;

100 – коэффициент пересчета в %.

Таблица 6 Результаты определения массовой доли «сырой» золы в корме

Показатель	Параллельные пробы	
	1	2
Номер тигля		
Масса пустого тигля, г		
Масса тигля с кормом, г		
Навеска корма, г		
Масса тигля с золой после прокаливания, г		
1-е взвешивание		
2-е взвешивание		
3-е взвешивание		
Масса золы, г		
Содержание золы в воздушно-сухом веществе корма, %		
Содержание золы в абсолютно-сухом веществе корма, %		
Содержание золы в корме с натуральной влажностью, %		
Содержание органического вещества в натуральном корме, %		

Приготовление раствора золы

Для определения минеральных элементов в кормах используется сырая зола, полученная сжиганием корма в муфельной печи. Для этого приготавливают раствор золы. В тигель с золой добавляют 10 мл 20%-ной соляной кислоты и нагревают, помешивая стеклянной палочкой, зола при этом растворяется. Раствор через воронку переносят в мерную колбу, тигель ополаскивают 4 – 5 раз дистиллированной водой и сливают в колбу. Объём в

колбе доводят водой до метки и тщательно перемешивают. Получают основной раствор золы, который можно использовать для определения кальция, фосфора, магния, калия, натрия и некоторых других элементов.

Определение кальция в кормах

Сущность метода основана на образовании в сильнощелочной среде (рН 13) растворимых комплексных соединений с кальцием, окрашивающих раствор в желтовато-зелёный флуоресцирующий цвет, при использовании индикатора мурексида цвет тёмно-розовый. При титровании трилоном Б флуоресценция частично гасится, и раствор приобретает оранжево-розовый цвет, при использовании мурексида жидкость приобретает фиолетовый цвет.

Чтобы обеспечить наиболее резкое изменение окраски раствора в точке эквивалентности, флуорексон применяют в смеси с другими индикаторами. Титрование рекомендуется выполнять при дневном свете на чёрном фоне. При использовании мурексида – на белом фоне.

Оборудование и реактивы: пипетка на 10 мл; мерный цилиндр; коническая колба; 0,01 н раствор трилона Б; мурексид (флуорексон); гидроксилламин; 20% раствор гидроксида калия; лимоннокислый натрий.

Ход определения:

1. 10 – 20 см³ исходного раствора золы (в зависимости от содержания кальция) перенести пипеткой в широкогорлые колбы вместимостью 250 см³. Довести объём раствора дистиллированной водой до 100 см³

2. Добавить в колбу на кончике скальпеля лимоннокислый натрий, гидроксилламин и 10 мл 20% раствора едкого калия (рН исследуемого раствора должен быть 13,0 – 13,5), а также индикатор мурексид (флуорексон).

3. После добавления каждого реагента раствор перемешать. Титровать 0,01 н раствором трилона Б до перехода жёлто-зелёной окраски в розовую (фиолетовую).

4. Рассчитать содержание кальция можно по формуле:

$$X = \frac{a \times 0,2}{N}, \text{ где} \quad (8)$$

a – количество трилона Б, пошедшего на титрование, мл;

N – навеска корма, г (см. определение сырой золы).

Определение фосфора в кормах

Сущность метода заключается в минерализации пробы способом сухого или мокрого озоления с образованием солей ортофосфорной кислоты и в последующем фотометрическом определении фосфора в виде окрашенного в жёлтый цвет соединения – гетерополикислоты, образующейся в кислой среде в присутствии ванадат- и молибдатионов.

Оборудование и реактивы: фотоэлектроколориметр ФЭК-М или аналоги; колбы мерные вместимостью 50 мл; пипетки мерные вместимостью

5,10,15,20 мл; цилиндры мерные вместимостью 100 мл; электроплита; раствор №1 (один объём концентрированной азотной кислоты разводят двумя объёмами дистиллированной воды, перемешивают); раствор №2 (2,5 г ванадиевоокислого аммония растворяют в нагретой до кипения дистиллированной воде, охлаждают, добавляют 20 см³ концентрированной азотной кислоты и доводят объём раствора дистиллированной водой до 1000 см³, перемешивают); раствор №3 (50 г молибденовоокислого аммония растворяют в горячей (свыше 75°C) воде, охлаждают и доводят объём раствора дистиллированной водой до 1000 см³, перемешивают); раствор №4: смешивают последовательно равные объёмы растворов №1, 2, 3 и в случае появления мути отфильтровывают; кислота соляная по ГОСТ 3118-77.

Ход определения:

1. 25 мл исходного зольного раствора перенести в мерную колбу вместимостью 50 мл и добавить 5 мл раствора №1.

2. Содержимое мерной колбы довести до кипения на электроплитке и охладить.

3. Прибавить 15 мл реагирующей смеси, взболтать, довести до метки дистиллированной водой и перемешать.

4. Через 30 минут колориметрировать, используя синий светофильтр с максимумом пропускания 460 – 470 нм и кюветы с толщиной просвечиваемого слоя 20 – 30 мм.

Раствором сравнения служит нулевой раствор шкалы.

5. Определить содержание фосфора в анализируемом растворе по градуировочному графику, построенному по результатам колориметрирования образцовых растворов (на графике на оси абсцисс отложено содержание фосфора в мг/100 мл исходного анализируемого раствора, а на оси ординат – оптическая плотность).

6. Рассчитать содержание фосфора в корме по формуле:

$$X = \frac{a \cdot 100}{H}, \quad (9)$$

где X – количество фосфора в воздушно-сухом корме, %;

a – количество фосфора, найденное по графику, мг/100 мл исходного анализируемого раствора;

H – навеска корма, г (см. определение сырой золы); 100 – коэффициент пересчёта в проценты.

Контрольные вопросы и задания

1. В чём заключается сущность метода определения в кормах «сырой» золы?

2. Как правильно приготовить раствор «сырой» золы?

3. В чём заключается сущность метода определения в кормах кальция?

4. В чём заключается сущность метода определения в кормах фосфора?

5. Как проводится контроль за минеральным питанием животных?
6. Какова роль микроэлементов в кормлении сельскохозяйственных животных?
- 7.

Задание 3. Определить содержание массовой доли «сырой» золы в корме (сена, соломы, силоса, сенажа, травы, концентрированных кормов и др.). Результаты взвешиваний и расчётов указать в таблице 6.

Задание 4. Определить содержание массовой доли кальция и фосфора в корме (сена, соломы, силоса, сенажа, травы, концентрированных кормов и др.).

3.4 Определение общего азота и сырого протеина методом Кьельдаля

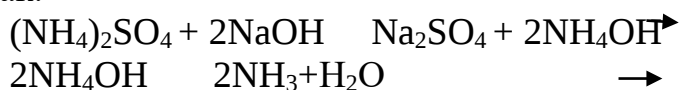
Сущность метода основана на определении общего азота, т.к. именно он является характерной составной частью сырого протеина. Найденное количество азота умножают на коэффициент 6,25, допуская, что в сыром протеине содержится в среднем 16% азота ($100 : 16 = 6,25$).

Принцип метода определения азота по Кьельдалю заключается в разложении органического вещества пробы кипящей концентрированной серной кислотой в присутствии катализаторов. Жиры и углеводы корма при их нагревании с концентрированной серной кислотой разрушаются до углекислого газа и воды, а при распаде азотсодержащих веществ образуется аммиак, который соединяется с серной кислотой и образует нелетучую соль – сернокислый аммоний.

Реакция протекает по следующему уравнению:



При действии на сернокислый аммоний 33%-ной щелочью выделяется аммиак.



Выделяющийся аммиак поглощается стандартным раствором серной кислоты. Избыток кислоты титруется 0,01н раствором щелочи. По количеству связанной серной кислоты определяют количество азота (1 мл 0,01н раствора серной кислоты связывает 0,0014 г азота) в навеске воздушно-сухого вещества корма.

Оборудование и реактивы: аппарат для отгонки аммиака с водяным паром; установка для титрования; электронагреватели; аналитические весы; колба Кьельдаля; химический стакан; мерный цилиндр; серная кислота концентрированная. Катализатор (сернокислая медь и сернокислый калий перемешаны в ступке в соотношении 1:10); 33 – 40 % раствор гидроокиси натрия; 0,01н раствор серной кислоты; смешанный индикатор (0,2 г метилового красного, 0,1 г метилового голубого и 100 мл 96% этилового спирта); 0,01н раствор гидроокиси натрия.

Ход определения:

1. Отобрать среднюю пробу исследуемого корма в пробирку (0,7 – 1 г), взвесить на аналитических весах пробирку с кормом. Результаты взвешиваний и измерений записать в таблицу 7.

2. Вставить пробирку в горизонтальном положении в колбу Кьельдаля как можно глубже, высыпать содержимое пробирки и взвесить пустую пробирку.

3. По разности между первым и вторым взвешиванием определить массу навески, взятой для анализа.

4. Минерализация. Добавить в колбу примерно 8 г катализатора и осторожно прилить 15 – 20 мл концентрированной серной кислоты.

5. Содержимое колбы тщательно перемешать легкими круговыми движениями, обеспечивая полное смачивание навески. Колбу установить на нагреватель так, чтобы её ось была наклонена под углом 30 – 45° к вертикали. Колбу закрыть стеклянной воронкой или втулкой для уменьшения улетучивания кислоты во время минерализации. Вначале колбу нагревать умеренно, чтобы предотвратить бурное пенообразование.

6. При нагревании навеску время от времени помешивать вращательными движениями колбы. После исчезновения пены нагрев усилить, пока жидкость не будет доведена до постоянного кипения. Нагрев считается нормальным, если пары кислоты конденсируются ближе к середине горла колбы Кьельдаля. После того как жидкость обесцветится (допускается слегка зеленоватый оттенок), нагрев продолжают в течение 30 мин.

7. После охлаждения минерализат количественно перенести в мерную колбу на 250 мл, три раза ополоснув колбу Кьельдаля 20 – 30 мл дистиллированной воды.

8. При проведении этой работы быть максимально осторожными и внимательными.

9. В химический стакан взять 20 – 30 мл 0,01н раствора серной кислоты и 3 – 5 капель смешанного индикатора (приёмный стакан).

10. Приёмный стакан подставить под стеклянную трубку холодильника отгонного аппарата Кьельдаля таким образом, чтобы кончик трубки был погружен в кислоту.

11. 25 мл разбавленного минерализата из мерной колбы перенести в колбу отгонного аппарата, закрыть пробкой, добавить 5 мл 33 – 40% гидроокиси натрия и включить парообразователь.

12. Конец отгонки можно определить с помощью красной лакмусовой бумажки. Для этого приёмную колбу отставляют от аппарата, предварительно обмыв конец холодильника дистиллированной водой, и подставляют лакмусовую бумажку под стекающие капли дистиллята. Если лакмус не синее, приёмную колбу снова подставляют под холодильник и продолжают отгонку.

13. По окончании отгонки обмыть трубку холодильника дистиллированной водой, собирая промывные воды в приёмный стакан.

14. Содержимое приёмного стакана (избыток 0,01н раствора серной кислоты) оттитровать 0,01н раствором гидроокиси натрия до перехода окраски в зелёную.

15. Одновременно с проведением испытания проводят контрольный опыт на загрязнение воды и реактивов азотом, исключая взятые навески кормов.

Таблица 7 Результаты определения массовой доли «сырого» протеина в корме

Показатель	Параллельные пробы	
	1	2
Номер пробирки		
Масса пробирки, г		
Масса пробирки с кормом, г		
Навеска корма, г		
Количество 0,1 Н серной кислоты, взятой в приемную колбу, мл		
Количество 0,1 Н NaOH, пошедшее на титрование, мл		
Количество 0,1 Н серной кислоты, связанное с аммиаком, мл		
Коэффициент для расчета количества азота в навеске, г азота	0,0014	0,0014
Количество азота в навеске, г		
Содержание азота в воздушно-сухом веществе, %		
Среднее, %		
Содержание протеина в воздушно-сухом веществе, %		
Содержание протеина в абсолютно- сухом веществе, %		
Содержание протеина в первоначальном веществе, %		

Массовую долю азота в испытуемой пробе вычислить по формуле:

$$X = \frac{(Y_0 - Y_1) \times K \times 0,0014 \times 100 \times Y_3}{N} \quad (10)$$

X – массовая доля азота, %;

Y_0 – объём 0,01н раствора гидроокиси натрия, израсходованный на титрование в контрольном опыте, см³;

Y_1 – объём 0,01н раствора гидроокиси натрия, израсходованный на титрование испытуемого раствора, см³;

K – поправка к титру 0,01н раствора гидроокиси натрия;

0,0014 – количество азота, эквивалентное 1 см³ 0,01н раствора серной кислоты;

U_3 – общий объём разведённого минерализата, см³;

H – навеска корма, г.

Рассчитать массовую долю сырого протеина, умножив содержание азота в испытуемом корме (%) на коэффициент 6,25.

% протеина, в абсолютно-сухом веществе =

$$= \frac{\text{\% протеина в воздушно – сухом веществе} \times 100}{100 - \text{средний \% гигровлаги}}$$

% протеина в первоначальном веществе =

$$\frac{\text{\% протеина в абсолютно – сухом веществе} \times (100 - OB)}{100}$$

Контрольные вопросы и задания

1. Каков состав и функции сырого протеина в организме?
2. В чём заключается сущность метода определения азота в кормах?
3. Как определить содержание сырого протеина в корме?
4. Какие небелковые азотистые соединения используют в кормлении жвачных животных?
- 5.

Задание 5. Определить содержание массовой доли «сырого» протеина в корме (сена, соломы, силоса, сенажа, травы, концентрированных кормов и др.). Результаты взвешиваний и расчётов указать в таблице 7.

3.5 Определение сырого жира в кормах

Сущность метода. Метод основан на способности жира растворяться в органических растворителях. При этом извлекаются не только жиры, но и фосфатиды, стерины, эфирные масла, дубильные вещества и пигменты, поэтому удаленный жир принято называть «сырым».

Определение количества сырого жира проводится по методу обезжиренного остатка, т.е. по разнице в массе навески до и после экстрагирования, при обязательном удалении гигроскопической влаги.

Оборудование и реактивы: аппарат Сокслета; аналитические весы; водяная баня; сушильный шкаф; бюкс; эксикатор; фильтровальная бумага; серный эфир.

Ход определения:

1. Пакетик из фильтровальной бумаги обезжирить в эфире экстракцией в аппарате Сокслета в течение 2 – 3 ч, поместить в стеклянный бюкс и сушить при температуре 105°C в течение 1 ч в сушильном шкафу.

2. Подготовленные пакетики (после определения гигроскопической влаги в пробе) поместить в эксикатор аппарата Сокслета вместимостью 250 см³ вертикально, по 4 пакетика в ряд. В экстрактор налить эфир так, чтобы он покрывал пакетики. Эфир налить также и в колбу аппарата Сокслета в таком количестве, чтобы после его слива из экстрактора, общий объём растворителя не превышал $\frac{2}{3}$ объёма колбы. Затем собрать аппарат и

оставить его в таком виде на ночь. Экстракцию проводить на следующий день, предварительно заполнив водой холодильник для охлаждения паров эфира. Нагреть аппарат Сокслета на водяной бане. При нормальном кипении эфира должно быть 6 – 7 сливаний в час. Экстракция должна продолжаться 8 ч.

3. По окончании пакет вынуть из аппарата и положить его в вытяжной шкаф для испарения эфира.

4. После испарения эфира пакет поместить в тот же бюкс, в котором проводили высушивание, бюкс поставить в сушильный шкаф и сушить при температуре 105°C 1 ч.

5. После охлаждения в эксикаторе бюкс с пакетом взвесить на аналитических весах. Результаты взвешиваний записать в таблицу 8.

6. Последующее взвешивание провести после повторной сушки в течение 30 мин. Сушку и взвешивание повторять до тех пор, пока разность результатов двух последовательных взвешиваний составит не более 0,001.

Таблица 8 Результаты определения массовой доли «сырого» жира в корме

Показатель	Параллельные пробы	
	1	2
Номер бюкса		
Вес бюкса и пакетика с веществом, г		
Вес пустого бюкса с пакетиком, г		
Навеска вещества, г		
Вес бюкса с пакетиками и веществом после высушивания до экстрагирования, г		
Вес бюкса с пакетиками и веществом после экстрагирования, г 1-е взвешивание		
2-е взвешивание		
3-е взвешивание		
4-е взвешивание		
Количество «сырого» жира, г		
Содержание «сырого» жира, в воздушно-сухом веществе, %		
Среднее, %		
Содержание «сырого» жира в абсолютно сухом веществе, %		
Содержание «сырого» жира в первоначальном веществе, %		

Массовую долю сырого жира в воздушно-сухой пробе корма определить по формуле:

$$X = \frac{A_1 - A_2}{N} \cdot 100, \quad (11)$$

где X – массовая доля сырого жира, %;

A_1 – масса бюкса с пакетом и кормом до экстрагирования, г (последнее взвешивание при определении гигроскопической влаги);

A_2 – масса бюкса с пакетом и кормом после экстрагирования, г;

N – навеска корма в воздушно–сухом состоянии, г; 100 – коэффициент пересчёта в проценты.

Контрольные вопросы и задания

1. На чём основан метод определения «сырого» жира?
2. Как работает аппарат Сокслета по определению «сырого» жира?
3. Перечислить жиры кормовых средств, их роль в кормлении сельскохозяйственных животных и птицы?

Задание 6. Определить содержание массовой доли «сырого» жира в корме (сена, соломы, силоса, сенажа, травы, концентрированных кормов и др.). Результаты взвешиваний и расчётов указать в таблице 8.

3.6 Определение сырой клетчатки

Сущность метода. Результаты определения «сырой» клетчатки по Геннебергу и Штоману отражают наиболее тесную связь её содержания с энергетической питательностью кормов. Данная модификация определения клетчатки в корме позволяет сократить продолжительность анализа в результате использования более концентрированных реагентов. Кислота более высокой концентрации способствует также разжижению в концентратах крахмального клейстера и убыстряет фильтрование и отсасывание гидролизатов. Метод определения «сырой» клетчатки основан на обработке исследуемого вещества растворами серной кислоты и едкой щелочи, спиртом и эфиром. Под действием серной кислоты при кипячении нерастворимые углеводы (крахмал и частично гемицеллюлозы) гидролизуются и, кроме того, в раствор переходят амидные соединения, амины, частично алкалоиды и минеральные вещества. Щелочь переводит в растворимое состояние белковые вещества, жиры и жироподобные вещества, омыляя и эмульгируя их, кроме того, щелочь растворяет значительную часть оставшихся гемицеллюлоз и частично лигнин. С помощью спирта и эфира извлекаются растворимые в них вещества, остатки жира, воска, красящие вещества. После воздействия перечисленных выше реагентов в остатке получают «сырую» клетчатку. «Сырой» она называется потому, что указанные растворители не полностью удаляют сопутствующие клетчатке вещества: лигнин, гемицеллюлозы, пентозаны, минеральные вещества и др.

Реактивы: 4% раствор серной кислоты; 5% раствор едкого калия; 96% спирт этиловый; эфир серный, универсальная лакмусовая бумага.

Ход определения:

1. В пробирку насыпать 1 – 2 г исследуемого корма, точно взвесить на аналитических весах и высыпать в химический стакан. Результаты взвешиваний и испытаний записать в таблицу 9.

2. К образцу корма приливают 200 мл 4%-ного раствора серной кислоты, предварительно нагретой до температуры 70 – 80°C. Смесь тщательно перемешивают стеклянной палочкой с резиновым наконечником, нагревают на плитке и кипятят 5 минут.

3. стакан снимают с плитки, осадку дают отстояться, доливают горячую дистиллированную воду и после отстаивания горячий раствор отсасывают при помощи вакуумного насоса и воронки с капроновым фильтром (не касаясь осадка). Осадок промывают несколько раз до тех пор, пока не отмоют от кислоты (проба на лакмус).

4. В стакан с промытым осадком приливают 100 мл 5%-ного раствора едкого калия и дистиллированной водой, доводят содержимое до 200 мл. Содержимое стакана вновь нагревают до кипения и кипятят в течение 5 минут, периодически помешивая. После кипячения осадок промывают от щелочи горячей дистиллированной водой, используя вакуумный насос (проба на лакмус).

5. После обработки осадок переносят на предварительно взвешенный бумажный фильтр. Осадок промывают горячей водой, спиртом и эфиром.

5. Фильтр с осадком помещают в бюкс и сушат до постоянного веса при температуре 100 – 105°C.

6. По разности веса бюкса с фильтром и клетчаткой и бюкса с фильтром определяют вес «сырой» клетчатки.

7. Процентное содержание клетчатки определяют по формуле:

$$СК = \frac{A \times 100}{B}, \quad (12)$$

где СК – «сырая» клетчатка, % ;

A – масса «сырой» клетчатки в навеске корма, г;

B – навеска корма;

100 – коэффициент пересчёта в проценты.

Таблица 9 Результаты определения содержания массовой доли «сырой» клетчатки

Показатель	Параллельные пробы	
	1	2
Номер колбы		
Вес пробирки с веществом, г		
Вес пустой пробирки, г		
Навеска вещества, г		
Номер бюкса		
Вес бюкса с фильтром, г		
Вес бюкса с фильтром и клетчаткой, после высушивания, г		
1-е взвешивание		
2-е взвешивание		

3-е взвешивание		
4-е взвешивание		
Вес «сырой» клетчатки, г		
Содержание «сырой» клетчатки в воздушно-сухом веществе, %		
Среднее, %		
Содержание «сырой» клетчатки в абсолютно-сухом веществе, %		
Содержание «сырой» клетчатки в первоначальном веществе, %		

Контрольные вопросы и задания

1. В чём заключается сущность метода определения сырой клетчатки?
2. Какова роль клетчатки кормов в кормлении сельскохозяйственных животных?
3. Роль легко ферментируемых углеводов в кормлении сельскохозяйственных животных?

Задание 7. Определить содержание массовой доли «сырой» клетчатки в корме (сена, соломы, силоса, сенажа, травы, концентрированных кормов и др.). Результаты взвешиваний и расчётов указать в таблице 9.

3.7 Расчётные методы анализа кормов

Определение безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ)

В состав безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ) входят углеводы, растворимые в воде (сахара, камеди) и не растворимые в воде, но легко растворяющиеся в разбавленных кислотах (крахмал, инулин, небольшое количество гемицеллюлозы).

Содержание безазотистых экстрактивных веществ в сухом веществе вычисляют по разности, которая определяется вычитанием из 100 (все, что содержится в корме, принимается за 100%) содержания гигроскопической влаги, сырой золы, сырого жира, сырой клетчатки и сырого протеина (всё в процентах) (табл. 10).

Таблица 10 Определение безазотистых экстрактивных веществ

Показатель	Содержание, %	
	в воздушно-сухом веществе	в первоначальном веществе
Гигроскопическая, общая вода		
Сырая зола		
Сырой протеин		

Сырой жир		
Сырая клетчатка		
Итого		
БЭВ (100 – сумма веществ)		

Расчёт энергетической питательности кормов

Для образования продукции, поддержания жизнедеятельности животным нужна энергия. Единственным источником энергии являются корма. Поэтому определение энергетической питательности кормов имеет первостепенное значение в организации нормированного кормления.

Энергетическая питательность кормов и энергетические потребности животных в нашей стране до 1985 года выражались в кормовых единицах, а с 1986 года ещё и по обменной энергии. За 1 кормовую единицу условно была принята питательность 1 кг овса, измеряемая по жируотложению и равная 150 г жира, что соответствует 1414 ккал чистой энергии или 0,6 крахмального эквивалента, по содержанию которых производили расчёт кормовых единиц. На Пленуме отделения животноводства ВАСХНИЛ в 1963 г. было принято решение оценивать питательность кормов и рационов, а также нормировать энергетические потребности животных в обменной энергии для каждого их вида. Она определяется в прямых балансовых опытах, но также и расчётным путём, используя данные химического анализа по сырым питательным веществам. За энергетическую кормовую единицу (ЭКЕ) принято 10 МДж обменной энергии (ОЭ).

На основе полученных уравнений регрессий разработана компьютерная программа расчёта содержания ОЭ в кормах по видам животных, которая позволяет значительно упростить задачу расчёта содержания в кормах или рационах обменной энергии, а также перевода ОЭ в энергетические кормовые единицы (ЭКЕ) и наоборот.

Энергетическую питательность кормов выражают в энергетических кормовых единицах (ЭКЕ) по видам животных:

ЭКЕ крс – для крупного рогатого скота;

ЭКЕ о – для овец;

ЭКЕ с/з – для свиней и зверей;

ЭКЕ л – для лошадей; ЭКЕ п – для птицы.

В соответствии с международной системой СИ энергетическую ценность выражают в Джоулях. Один Джоуль равняется 0,2388 калорий, а одна калория – 4,1868 Джоуля. Для практических целей рекомендовано ОЭ выражать в ЭКЕ. 1 ЭКЕ равна 10 Мега Джоулям (МДж) обменной энергии.

В условиях производства в первую очередь возникает необходимость определять энергетическую питательность травяных кормов, составляющих основу рационов крупного рогатого скота. Связано это с тем, что питательность этих кормов, в отличие от концентратов, преобладающих в рационах свиней и птицы, колеблется в широких пределах (до 40 % и более) под влиянием многих факторов: фазы вегетации, технологии заготовки, погодных условий и др. Поэтому использование табличных, а не

фактических данных о питательности травяных кормов при составлении кормовых балансов, рационов может привести к большим ошибкам. Однако проведение полного зоотехнического анализа для определения энергетической питательности связано с большими затратами времени, труда и средств.

Установлено, что содержание обменной энергии в кормах имеет прямую корреляцию с содержанием в них сухого вещества, а в сухом веществе – с протеином и отрицательную – с количеством клетчатки и золы. Предложены уравнения регрессии по определению обменной энергии в кормах с учётом этих веществ.

Между оценкой питательности кормов в овсяных и энергетических кормовых единицах имеются существенные различия (табл. 11).

Таблица 11 Показатели питательности кормов в энергетических и овсяных кормовых единицах

Корм	В 1 кг корма			
	овсяных к. ед.	энергетических к. ед. для		
		КРС	свиней	овец
Трава клевера	0,21	0,24	0,26	0,24
Сено клеверо-тимофеечное	0,52	0,60	0,57	0,58
Силос кукурузный	0,20	0,23	0,26	0,25
Сенаж клеверный	0,38	0,43	0,43	0,43
Картофель	0,29	0,28	0,34	0,28
Свекла кормовая	0,11	0,14	0,16	0,14
Овёс	1,0	0,96	1,24	0,98

Из таблицы видно, что питательность объёмистых кормов в ЭКЕ по обменной энергии выше, чем в овсяных кормовых единицах. Питательность в ЭКЕ концентрированных кормов и корнеклубнеплодов выше для свиней, чем для жвачных животных.

При составлении кормовых балансов рекомендуют для упрощения расчётов питательность кормов выражать в ЭКЕ для крупного рогатого скота (табл. 12).

Оценка питательности кормов по обменной энергии успешно применяется на птицефабриках, свиноводческих комплексах, что позволяет разработать полноценные кормовые смеси и значительно сократить затраты кормов на единицу продукции.

Обменную энергию можно определить расчётным методом по следующим уравнениям:

для крупного рогатого скота

$$ОЭ_{крс} = 17,46 \text{ пП} + 31,23 \text{ пЖ} + 13,65 \text{ пК} + 14,78 \text{ пБЭВ} \quad (13) \text{ для овец}$$

$ОЭ_o = 17,71 \text{ пП} + 37,89 \text{ пЖ} + 13,44 \text{ пК} + 14,78 \text{ пБЭВ}$ (14) для лошадей

$ОЭ_l = 19,46 \text{ пП} + 35,43 \text{ пЖ} + 15,95 \text{ пК} + 15,95 \text{ пБЭВ}$ (15) для свиней

$ОЭ_c = 20,85 \text{ пП} + 36,63 \text{ пЖ} + 14,27 \text{ пК} + 16,95 \text{ пБЭВ}$ (16) для птицы

$ОЭ_p = 17,84 \text{ пП} + 39,78 \text{ пЖ} + 17,71 \text{ пК} + 17,71 \text{ пБЭВ}$, (17) где $ОЭ$ – обменная энергия в МДж; пП – переваримый протеин, кг; пЖ – переваримый жир, кг; пК – переваримая клетчатка, кг; пБЭВ – переваримые безазотистые экстрактивные вещества, кг.

Таблица 12 Пример расчёта питательности клеверо-тимофеечного сена в обменной энергии (МДж) для крупного рогатого скота

Показатель	СП	СЖ	СК	БЭВ	Всего
Содержание в 1 кг, кг (а)	0,064	0,016	0,265	0,358	х
Коэффициенты переваримости, % (b)	53	54	47	64	х
Переваримые вещества, кг (с=a·b:100)	0,0349	0,0086	0,1246	0,2291	х
Коэффициенты перевода в ОЭ (d)	17,46	31,23	13,65	14,78	х
Обменная энергия, МДж в 1 кг (с·d)	0,59	0,27	1,7	3,39	5,95

Расчёт энергетической питательности зелёных кормов

В 1 кг сухого вещества сеяных злаковых трав должно содержаться не менее 10,3 МДж обменной энергии, сеяных бобовых трав (кроме люцерны) – 10,1; люцерны – 9,6, кукурузы – 10,3; сеяных бобово-злаковых трав – 10,1; подсолнечника – 10,0; рапса и других крестоцветных культур – 10,4; трав природных угодий – 10,0.

Для расчёта энергетической питательности зелёных кормов достаточно определить в них содержание сухого вещества (СВ) и сырой клетчатки в сухом веществе (СК).

Пример: зелёная масса тимофеевки в начале выметывания содержит 23% сухого вещества (77 % влаги) и 26% сырой клетчатки в сухом веществе (по данным анализа). Расчёт проводят по формуле:

$$ОЭ_{крс} = 15,0 - 0,18 \text{ СК} \quad (18)$$

$ОЭ_{крс} = 15,0 - 0,18 \times 26 = 10,32$ МДж в 1 кг сухого вещества, что соответствует требованию ГОСТа.

$$\text{К.ед. в 1 кг СВ} = 10,32^2 \times 0,0081 = 0,86$$

Обменная энергия и к.ед. в 1 кг травы тимофеевки натуральной влажности:

$$0,32 \text{ МДж} - 1 \text{ кг СВ}$$

$$X - 0,23 \text{ кг СВ}$$

$$X = 10,32 \times 0,23 = 2,37 \text{ МДж}$$

$$0,86 \text{ к.ед} - 1 \text{ кг СВ}$$

$$X - 0,23 \text{ кг СВ} \quad X = 0,86 \times 0,23 = 0,20 \text{ к.ед}$$

Расчёт энергетической питательности силоса и сенажа

Фактическое количество в *силосе* обменной энергии (ОЭ), МДж в 1 кг сухого вещества (СВ) корма вычисляют по формуле:

$$\text{ОЭ} = K_1 - 0,045 \times \text{СК} - 0,015 \times \text{СЗ} + 0,07 \times \text{СП}, \quad (19) \text{ где}$$

K_1 – коэффициент для определения обменной энергии;

СК – массовая доля сырой клетчатки в сухом веществе, %;

СЗ – массовая доля сырой золы в сухом веществе, %;

СП – массовая доля сырого протеина в сухом веществе, %;

0,045; 0,015 и 0,07 – постоянные коэффициенты.

Результат округляют до двух знаков после запятой.

Количество кормовых единиц (к. ед.) в килограмме сухого вещества силоса определяют по формуле:

$$\text{К. ед.} = \text{ОЭ} \times K_2, \quad (20) \text{ где}$$

K_2 – коэффициент для определения кормовых единиц.

Фактическое количество ОЭ в заготавливаемом *сенаже* для крупного рогатого скота (ОЭ_{крс}) в МДж/кг сухого вещества вычисляют по формуле:

$$\text{ОЭ}_{\text{крс}} = 5,59 + \frac{25,09}{\text{СК}} + 0,202 \times \text{СП}, \quad (21)$$

где СК – % сырой клетчатки в СВ;

СП – % сырого протеина в СВ;

5,59; 25,09; 0,202 – постоянные коэффициенты.

Пример расчёта: в клеверотимофеечном сенаже содержится 46 % сухого вещества, в сухом веществе сырого протеина 13 % и сырой клетчатки – 25 %.

$$\text{ОЭ}_{\text{крс}} = 5,59 + \frac{25,09}{25} + 0,202 \times 13 = 9,22 \text{ МДж в 1 кг СВ},$$

$$\text{к.ед в 1 кг СВ} = 9,22^2 \times 0,0081 = 0,69$$

Обменная энергия и к.ед. в 1 кг сенажа натуральной влажности:

$$9,22 \text{ МДж} - 1 \text{ кг СВ}$$

$$X - 0,46 \text{ кг СВ}$$

$$X = 9,22 \times 0,46 = 4,24 \text{ МДж}$$

$$0,69 \text{ к.ед.} - 1 \text{ кг СВ}$$

$$X - 0,46 \text{ кг СВ}$$

$$X = 0,69 \times 0,46 = 0,32 \text{ к.ед.}$$

Расчёт энергетической питательности сена

Количество ОЭ в МДж/кг сухого вещества определяют по формуле:

$$\text{ОЭ} = 13,1 \times (1,0 - \text{СК} \times 1,05), \quad (22)$$

где СК – содержание сырой клетчатки, кг в 1 кг сухого вещества сена;

13,1; 1,0; 1,05 – постоянные коэффициенты.

Пример: в сене из многолетних трав содержится 83 % сухого вещества и 28,4 % (или 0,284 кг) сырой клетчатки в сухом веществе.

ОЭ в 1 кг СВ = $13,1 \times (1,0 - 0,284 \times 1,05) = 9,19$ МДж к. ед. в 1 кг СВ = $9,19^2 \times 0,0081 = 0,68$

Обменная энергия и к.ед. в 1 кг сена натуральный влажности:

9,19 МДж – 1 кг СВ

X – 0,83 кг СВ

X = 7,63 МДж

0,68 к.ед. – 1 кг СВ

X – 0,83 кг СВ

X = $0,68 \times 0,83 = 0,56$ к.ед.

Согласно ГОСТу Р 55452–2021 содержание обменной энергии в сене и сенаже определяют по формуле:

$$\text{ОЭ} = 18,28 - 0,24 \cdot \text{КДК}, \quad (23) \text{ где}$$

ОЭ – обменная энергия. МДж в 1 кг сухого вещества корма;

18,28 – свободный член уравнения регрессии;

0,24 – коэффициент при переменной уравнения;

КДК – содержание кислотно-детергентной клетчатки в сухом веществе корма, %.

Расчёт энергетической питательности травяной муки

Фактическое количество ОЭ в травяной муке для крупного рогатого скота (ОЭкрс) в МДж/кг СВ вычисляют по формуле:

$$\text{ОЭкрс} = 13,71 - 16,0 \times \text{СК}, \quad (24) \text{ где}$$

СК – содержание сырой клетчатки в 1 кг сухого вещества;

13,71; 16,0 – постоянные коэффициенты.

Количество ОЭ травяной муке для свиней (ОЭсв) и птицы (ОЭпт) вычисляют по формуле:

$$\text{ОЭсв} = 16,0 - 29,0 \times \text{СК}, \quad (25)$$

$$\text{ОЭпт} = 15,3 - 40,5 \times \text{СК}, \quad (26) \text{ где}$$

16,0; 29,0; 15,3; 40,5 – постоянные коэффициенты.

Расчёт энергетической питательности концентрированных кормов

Таблица 13 Расчёт энергетической питательности концентрированных кормов

Показатель	Протеин	Жир	Клетчатка	БЭВ	СППВ
Химический состав корма, %					X
Содержание питательных веществ в 1 кг корма, г					X
Коэффициент переваримости, %					X
Содержание переваримых питательных веществ, г					

Константы жи́роотложения по Кельнеру					X
Ожидаемое жи́роотложение					X

По данным таблицы 13 произвести расчёт:

Суммарное жи́роотложение, г _____

Понижающее действие клетчатки, г _____

Фактическое жи́роотложение, г _____

Жи́роотложение за счёт 1 к.ед., г _____

Общая питательность 1 кг корма, к.ед. _____

Количество обменной энергии в 1 кг корма, МДж: для крупного рогатого скота _____ для свиней _____

Понижающее действие 100 г сырой клетчатки (г жира) сена и соломы14,3

При вычислении жи́роотложения продуктивное действие переваримых питательных веществ (константы жи́роотложения по Кельнеру) считать следующим, г:

100 г переваримого протеина23,5

100 г переваримого жира грубых, сочных и зелёных кормов.....47,4

100 г переваримых клетчатки и БЭВ24,8

Жи́роотложение 1 овсяной кормовой единицы равно 150 г.

При расчёте количества обменной энергии в корме пользоваться следующими формулами:

для крупного рогатого скота, МДж/кг =

$$\text{СППВ} \times 0,01843 \times 0,82 \quad (27)$$

$$\text{для свиней, МДж/кг} = \text{СППВ} \times 0,01843 \times 0,94 \quad (28) \text{ где}$$

0,01843 – количество переваримой энергии в 1 г СППВ;

0,82 и 0,94 – соотношение между обменной и переваримой энергией для крупного рогатого скота и свиней соответственно.

При определении обменной энергии для других видов животных используют приведенные выше формулы. Недостатки метода – требуется полный зоотехнический анализ кормов и данные о переваримости питательных веществ разными видами животных. Однако коэффициенты переваримости изменяются в больших пределах под влиянием многих факторов.

Определение энергетической питательности кормов в производственных условиях

В условиях производства в первую очередь возникает необходимость определять энергетическую питательность травяных кормов, составляющих основу рационов крупного рогатого скота. Связано это с тем, что питательность этих кормов, в отличие от концентратов, преобладающих в рационах свиней и птицы, колеблется в широких пределах (до 40 % и более) под влиянием многих факторов: фазы вегетации, технологии заготовки, погодных условий и др. Поэтому использование табличных, а не фактических данных о питательности травяных кормов при составлении кормовых балансов, рационов может привести к большим ошибкам.

Однако проведение полного зоотехнического анализа для определения энергетической питательности связано с большими затратами времени, труда и средств. Установлено, что содержание обменной энергии в кормах имеет прямую корреляцию с содержанием в них сухого вещества, а в сухом веществе – с протеином и отрицательную – с количеством клетчатки и золы. Предложены уравнения регрессии по определению обменной энергии в кормах с учётом этих веществ.

Для перевода энергетической ценности сухого вещества различных кормов (кроме силоса) из обменной энергии – ОЭ (МДж/ кг) в кормовые единицы (к.ед.) используют формулу:

$$\text{К.ед.} = \text{ОЭ}^2 \times 0,0081 \quad (29)$$

Контрольные вопросы и задания

1. Какие вещества входят в группу безазотистых экстрактивных веществ?
2. Как определить содержание БЭВ в корме?
3. Какие системы оценки энергетической питательности кормовых рационов применяют в кормлении сельскохозяйственных животных и птицы?
4. Дать определение «обменная энергия»?
5. Как рассчитывается содержание обменной энергии в кормах и рационах для сельскохозяйственных животных и птицы?

Задание 8. Определить массовую долю содержания в корме (сена, соломы, силоса, сенажа, травы, концентрированных кормов и др.) безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ). Результаты расчётов указать в таблице 10.

Задание 9. Рассчитать энергетическую питательность анализируемого корма (сена, соломы, силоса, сенажа, травы, концентрированных кормов и др.).

4 ОЦЕНКА КАЧЕСТВА КОРМОВ

4.1 Определение качества силоса

Силос в зависимости от ботанического состава растений подразделяют на виды:

- 1) силос из кукурузы;
- 2) силос из однолетних и многолетних свежескошенных и провяленных растений.

Для изготовления силоса зелёные растения должны быть скошены:

- кукуруза и сорго – в фазе молочно-восковой и восковой спелости зерна;
- подсолнечник – в начале цветения;
- суданская трава – при высоте травостоя до 1 м;
- люпин – в фазе блестящих бобов;
- озимая рожь – в начале колошения;
- соя – в фазе побурения нижних бобов;
- многолетние бобовые травы – в фазе бутонизации, но не позднее начала цветений;
- многолетние злаковые – в конце фазы выхода в трубку – начала колошения.

Травосмеси многолетних трав скашивают в названные выше фазы преобладающего компонента. Однолетние бобовые травы и бобово-злаковые травосмеси скашивают в фазу восковой спелости семян бобовых в двух-трёх нижних ярусах. Класс силоса из зелёных растений определяют не ранее 30 суток после герметичного укрытия массы, заложенной для силосования в траншею или башню, и не позднее, чем за 15 суток до начала скармливания готового силоса животным

(табл. 14).

В указанные сроки определяют также энергетическую питательность готового силоса.

Силос из зелёных растений бурого или тёмно-коричневого цвета с сильным запахом мёда или свежееиспечённого ржаного хлеба, независимо от других показателей качества относят к неклассному.

Таблица 14 Качественные показатели силоса по ГОСТ Р 55986-2014 «Силос из кормовых растений. Общие технические условия»

Показатель	Силос из кукурузы		
Состояние	В негреющем состоянии, с температурой менее 40°		
Цвет	От зеленовато-оливкового до буровато-оливкового		
Запах	Квашенных овощей. Не допускается затхлый, гнилостный, навозный, резкий уксусной и масляной кислоты, плесени.		
Консистенция	Мягкая, не мажущаяся		
Содержание вредных и ядовитых растений, %	Не допускается		
Наличие посторонних примесей в т.ч. комьев, земли, камней, ГСМ	Не допускается		
Наименование показателя	Класс качества		
	1-й	2-й	3-й
Содержание сухого вещества, г/кг, не менее	260	200	180
Концентрация в сухом веществе сырого протеина, г/кг, не менее 80	80	73	75

Определение аммиака в силосе

Качественная проба на наличие аммиака в силосе (проба на гниение).

Увеличение количества аммиака в силосе чаще свидетельствует о гнилостном разложении аминокислот, о снижении количества протеина и накоплении токсических продуктов в корме. Поэтому содержание аммиачного азота определяют в процентах от общего азота в силосе в доброкачественном силосе проба отрицательная.

Ход определения:

1. В широкую пробирку наливают 1 – 2 мл реактива Эбера (1 часть крепкой соляной кислоты, 3 части 96° этилового спирта и 1 часть эфира для наркоза).

2. Пробирку закрывают пробкой, через которую пропускают проволочку, загнутую на нижнем конце крючком. На этот крючок прикрепляют небольшой кусок силоса так, чтобы он был на расстоянии 1 – 2 см от поверхности налитого реактива, и наблюдают реакцию при проходящем свете.

3. При гниении силоса и наличии свободного аммиака около кусочка образуется облачко или беловатый туман из хлористого аммония.

Определение загрязнения силоса

Если силос подвергается загрязнению экскрементами животных, как при изготовлении, так и в силосном сооружении, то кроме свободного аммиака в нём будут обнаружены хлориды и соли серной кислоты. Для определения хлоридов 10 мл фильтрата (приготовление см. ниже) подкисляют несколькими каплями азотной кислоты и прибавляют 10 капель раствора азотнокислого серебра. Наличие хлоридов узнают по появлению белого творожистого осадка. При исследовании на содержание солей серной кислоты 10 мл фильтрата подкисляют 5 каплями разведенной 1:3 соляной кислоты и прибавляют 10 капель 10%-ого раствора хлористого бария.

Появление белой мути указывает на наличие сульфатов.
Приготовление фильтрата: 100 г мелко нарезанного силоса помещают в мерную литровую колбу, добавляют дистиллированной воды на $\frac{3}{4}$ объёма, тщательно взбалтывают, доливают водой до метки. Колбу оставляют на 4 часа при температуре 20 – 25°, периодически встряхивая.

Определение общей кислотности силоса и отдельных его кислот

Для более полной оценки качества силоса необходимо определять количество органических кислот в силосе и их соотношение.

Ход определения:

1. Навеску 100 г мелко измельченного силоса поместить в мерную колбу на 1 л, добавить 0,5 мл хлороформа или толуола и долить до метки дистиллированной водой.

2. Экстракт настаивают в течение 12 – 24 часов и затем фильтруют.

3. Для определения общей свободной кислотности в две колбы ёмкостью 200 – 250 мл отбирают по 50 мл экстракта, добавляют по 3 – 5 капель фенолфталеина и титруют 0,1н раствором NaOH до розовой окраски, не исчезающей в течение минуты. Если экстракт имеет тёмную окраску, раствор титруют по красному лакмусу до синего окрашивания.

4. Для определения отдельно свободных кислот силоса берут 200 мл экстракта в колбу ёмкостью 750 мл и отгоняют 100 мл дистиллята. После отгонки 100 мл дистиллята в колбу доливают 100 мл дистиллированной воды и отгоняют вторые 100 мл дистиллята. Снова доливают в колбу 100 мл воды и отгоняют в третий раз 100 мл дистиллята. Каждые 100 мл дистиллята титруют по очереди 0,1н NaOH по фенолфталеину.

Количество щелочи, затрачиваемой на нейтрализацию уксусной кислоты (У) в 200 мл вытяжки, находят по формуле:

$$У = 3,9620 \times (Д_2 + Д_3) \times 1,3724 \times Д_1 \quad (30)$$

Для масляной кислоты:

$$М = 2,0641 \times Д_1 - 1,9920 \times (Д_2 + Д_3) \quad (31) \text{ где}$$

Д₁, Д₂, Д₃ – количество NaOH, пошедшее на титрование 1, 2, 3 дистиллята, мл;

У – количество 0,1н щелочи, которое пошло на нейтрализацию уксусной кислоты;

$$\% \text{ масляной кислоты} = (М \times 1000 \times 88) : (10 \times 200 \times 1000) = М \times 0,044,$$

где 88 – молекулярная масса масляной кислоты.

$$\% \text{ молочной кислоты} = 0,045 \times (4 \times Д - У - М), \text{ где}$$

Д – количество щёлочи, которое пошло на титрование 50 мл раствора.

Определение связанных кислот в силосе

В силосе определяют летучие связанные кислоты – уксусную и масляную.

Ход определения:

1. В перегонную колбу берут 200 мл водной вытяжки силоса, приливают 5 мл концентрированной серной кислоты (удельный вес 1,84), добавляют немного пемзы и разгоняют, как было описано выше, т.е. получают три сорта дистиллята. Серная кислота вытесняет уксусную и масляную из их соединений, и они отгоняются с парами воды вместе со свободными кислотами.

2. Каждые 100 мл дистиллята оттитровывают 0,1н NaOH по фенолфталеину.

3. Количество щёлочи, которое пошло на титрование первой сотни, записывают как d₁, второй – d₂ и третьей – d₃.

4. По вышеприведённым формулам определяют общее количество свободной и связанной (уксусной и масляной) кислот.

5. Из общего количества (уксусной и масляной) кислоты вычитают определенную ранее свободную (масляную) кислоту, разность покажет количество связанных летучих кислот.

6. Для оценки качества силоса учитывают следующие показатели: рН, соотношение свободных молочной, уксусной и масляной кислот, содержание каротина, запах.

Оценка качества силоса по величине рН, запаху и цвету

Оборудование: стакан на 250 – 300 мл, стеклянную палочку, фарфоровую чашку диаметром 6 – 9 см, пипетку на 2 мл, фильтровальную бумагу, дистиллированную или кипяченую холодную воду, индикатор (смесь равных объёмов бромтимолблау и метилрота).

Ход определения.

Из отобранной пробы силоса берут навеску в 100 – 150 г, помещают её в стакан и заливают равным объёмом дистиллированной или кипячёной воды. Содержимое стакана периодически помешивают. Через 20 – 30 мин фильтруют. Берут пипеткой 2 мл фильтрата и помещают его в фарфоровую чашку или на палитру. Туда же приливают 2 – 3 капли индикатора. Сравнивая цвет индикатора в чашке или на палитре с бумажной шкалой, на которой отмечены величины рН, определяют концентрацию водородных ионов. Каждой величине соответствует определённое количество баллов, которое находится по шкале (табл. 15).

Таблица 15

Оценка силоса по величине рН

Окраска жидкости после добавления индикатора	Величина рН	Балл
Красная	4,2 и ниже	5
Красно-оранжевая	4,2 – 4,6	4
Оранжевая	4,6 – 5,1	3
Жёлтая	5,1 – 6,1	2
Жёлто-зелёная	6,1 – 6,4	1
Зелёная	6,4 – 7,2	0

Запах и цвет силоса оценивают по приводимым ниже шкалам (табл. 16, 17).

Таблица 16 Оценка силоса по запаху

Запах	Балл
Ароматически-фруктовый, слабокислый, хлебный	4
Слабоароматический, уксуснокислый, огуречный	3
Резкоуксуснокислый, запах масляной кислоты	2 – 1
Затхлый, навозный, сильный запах масляной кислоты	0

Таблица 17 Оценка качества силоса по цвету

Цвет	Балл
Коричневый или желто-зелёный	2
Зелёный	3
Чёрно-зелёный, чёрный	1 – 0

Для общей оценки суммируют количество баллов при определенной рН, запаха, цвета и получают итоговую балльную оценку. На основании суммы баллов делают заключение, пользуясь следующей шкалой:

10 – 11 баллов – очень хороший силос;

9 – 10 баллов – хороший; 7 – 8 баллов – средний; 4 – 6 баллов – плохой.

Силос, имеющий оценку 3 балла и ниже, к скармливанию не пригоден.

4.2 Определение качества сенажа

Качество сенажа оценивают по органолептическим (запах, цвет, консистенция) и химическим показателям (содержание сухого вещества, сырого протеина, сырой клетчатки и др.).

Сенаж в зависимости от ботанического состава подразделяют на виды:

- 1) сеяный бобовый (бобовых растений более 60%);
- 2) сеяный бобово-злаковый (бобовых от 20 до 60%); 3) сеяный злаковый (злаковых более 60%, бобовых менее 20%).

Для приготовления сенажа используют сеяные многолетние бобовые травы, скошенные в фазе бутонизации, но не позднее начала цветения; злаковые – в конце фазы выхода в трубку до начала колошения.

Однолетние бобовые растения, бобово-злаковые и их смеси скашивают не ранее образования бобов в двух-трёх нижних ярусах.

К неклассному относят сенаж бурого и темно-коричневого цвета с сильным запахом мёда или свежее испечённого ржаного хлеба, по остальным показателям - соответствующий требованиям стандарта.

По органолептическим и химическим показателям сенаж подразделяют на три класса и неклассный (табл. 18).

Таблица 18 Качественные показатели сенажа по ГОСТР 55452-2021 «Сено и сенаж. Общие технические условия»

Показатель	Класс качества		
	1-й	2-й	3-й
1	2	3	4
Консистенция	Не мажущаяся, без ослизлости		
Запах	Фруктовый, быстро исчезающий при растирании в руках. Без признаков затхлого, селедочного запахов и запаха уксусной кислоты.		
Цвет	От жёлто-зелёного до зеленовато-коричневого		
Наличие посторонних примесей в т. ч. комьев, земли, камней, ГСМ	Не допускается		
Концентрация сырого протеина, в сухом веществе (СВ), г/кг, не менее			
- сеяные бобовые травы	160	150	130
- сеяные бобово-злаковые травы	150	140	120
- сеяные злаковые травы	140	120	110

Концентрация сырой клетчатки в СВ, г/кг, не более			
- сеяные бобовые травы	250	260	280
- сеяные бобово-злаковые травы	260	280	290
- сеяные злаковые травы	270	290	300
Содержание кислотно-детергентной клетчатки. г/кг СВ, не более: -			
сеяные бобовые травы	350	360	380
- сеяные бобово-злаковые травы	350	370	390
- сеяные злаковые травы	370	380	410
Содержание нейтрально-детергентной клетчатки. г/кг СВ, не более: -			
сеяные бобовые травы	450	470	500
- сеяные бобово-злаковые травы	550	570	590
- сеяные злаковые травы	570	640	660
Концентрация сырой золы в сухом веществе, г/кг, не более	90	100	110
Массовая доля азота аммиака, % от общего азота, не более	7	10	15
Массовая доля масляной кислоты, % от сухого вещества, не более	-	0,3	0,6
Массовая доля сухого вещества, г/кг	450 – 550	450 – 550	400–550

О качестве сенажа судят по органическим показателям, запаху, цвету, структуре вегетативных частей, а также по содержанию каротина, протеина, клетчатки в сухом веществе корма, соотношению органических кислот.

Таблица 19 Шкала оценки качества сенажа

Показатель бобовых трав и их смесей со злаковыми (более 55% бобовых)	Оценка	
	класс	балл
1	2	3
Запах:		
ароматный, фруктовый	1 – 2	3
фруктовый со слабым запахом меда или свежее испеченного ржаного хлеба	3	1
явно выраженный запах свежее испеченного ржаного хлеба и мёда	н/к	0
Цвет:		
серовато-зелёный, жёлто-зелёный (для клевера допустим светло-коричневый)	1 – 2	3
тоже (для клевера – светло-бурый)	3	2
темно-коричневый или бурый (за исключением клевера)	н/к	0

Массовая доля сухого вещества, %:		
сенаж бобовый и бобово-злаковый – 40 – 55	1,2,3	-
сенаж злаковый и злаково-бобовый – 40 – 60	1,2,3	-
Массовая доля «сырого» протеина в сухом веществе, %:		
сенажа бобового:		
15 и более	1	5
14,9 – 13,0	2	4
12,9 – 11,0	3	3
10,9 и менее	н/к	1
сенажа бобово-злакового:		
13 и более	1	5
12,9–11	2	4
10,9–9	3	3
8,9 и менее	н/к	1
сенажа злакового:		
12 и более	1	5
11,9–10	2	4
9,9–8	3	3
7,9 и менее	н/к	1
Массовая доля «сырой» клетчатки в сухом веществе, %:		
29 и менее	1	4
30 – 32	2	3
33 – 35	3	2
36 и более	н/к	1
Содержание каротина в сухом веществе сенажа всех видов, мг/кг		
55 и более	1	5
54 – 40	2	4
39 – 30	3	3
29 – 20 и менее	н/к	2 – 1
Содержание масляной кислоты (свободной и связанной), %:		
0	1	5
0,01 – 0,10	2	3
0,11 – 0,20	3	2
0,21 и более	н/к	0

В хорошем сенаже кислоты быть не должно. В сенаже среднего качества может содержаться небольшое количество свободной и связанной масляной кислоты (не более 5% общего количества свободных кислот). Сенаж – относительно слабокислый корм, рН 4,5 – 5,5. Качество сенажа оценивается по шкале, представленной в таблице 19.

Массовая доля золы, не растворимой в соляной кислоте, не более 3%. Если сенаж по массовым долям сухого вещества, сырого протеина и масляной кислоты соответствует требованиям I или II класса, показатель массовой доли сырой клетчатки не является браковочным.

Сенаж I класса (отличный) характеризуется в сумме 25 – 22 баллами, II класса (хороший) – 20 – 17 баллами, III класса (удовлетворительный) – 12 – 10. Сенаж, получивший менее 9 баллов, относится к внеклассному. Скармливают в редких случаях и с предосторожностями.

4.3 Анализ комбикормов

Качество всех комбикормов нормируется государственными стандартами (ГОСТ 13496.4-2019, ГОСТ 13496.8-72, ГОСТ 13496.19-93). Анализу подвергают каждую партию комбикормов, определяя внешний вид, цвет, запах, влажность, массу металломагнитной примеси, крупность размола, массовую долю (неразмолотых) семян культурных и дикорастущих растений, сырого жира, золы, безазотистых экстрактивных веществ, сырого протеина, сырой клетчатки, кальция, фосфора, натрия, наличие вредной примеси, общую кислотность, зараженность вредителями.

Внешний вид, цвет и запах характеризуют свежесть комбикорма и зависят от качества сырья, из которого его изготовили. Не допускается затхлый, гнилостный, плесневый и другие посторонние запахи. Наличие у комбикорма этих запахов может обуславливаться использованием недоброкачественного сырья или отрицательными процессами, протекающими в комбикорме в результате неблагоприятных условий хранения. Если в комбикорм согласно рецепту, вводят вещества (антибиотики и т. д.), имеющие запахи, то и у комбикорма допускаются запахи, соответствующие этим веществам.

Массовая доля влаги в комбикормах-конcentратах для крупного рогатого скота не должна превышать 14%, в комбикормах полнорационных для сельскохозяйственной птицы – 13, в гранулированных комбикормах для птицы, кроликов, нутрий, племенных кобыл – 14, для рыб – 13,5 и для остальных животных – 14,5%.

Зараженность вредителями определяют в рассыпных комбикормах для сельскохозяйственных животных, птиц, пушных зверей, кроликов, нутрий. Численность вредителей ограничена до пяти экземпляров в 1 кг комбикорма, а в комбикорме для прудовых рыб не допускается.

Массовая доля металломагнитной примеси размером до 2 мм должна быть не более 15 – 30 мг на 1 кг комбикорма. Частицы размером более 2 мм и с острыми краями не допускаются.

Крупность размола рассыпных комбикормов определяют по остатку на ситах с отверстиями диаметрами 5; 3; 2; 1 мм или на лабораторном рассевке-анализаторе. Крупность комбикорма нормируют для каждого вида и возраста животных. Для молодняка должен быть мелкий или средний размол, для взрослых животных – крупный и реже мелкий.

Наличие вредной примеси устанавливают по анализу зерна, и оно не должно превышать норм, установленных нормативной документацией на используемое зерно.

В комбикормах ограничивается содержание песка, который попадает в результате плохой очистки сырья. Песок вызывает раздражение пищеварительных органов у животных. Массовая доля его не должна превышать 0,3 – 0,5% для молодняка и 0,7 – 0,8% для взрослых животных.

В стандартах на комбикорма установлены нормы питательности по следующим показателям: содержанию кормовых единиц или обменной энергии, протеина, клетчатки и минеральных веществ.

Массовая доля сырого протеина нормирована для всех видов комбикормов. В комбикормах ограничено содержание клетчатки, особенно для молодняка, так как она плохо усваивается животными. Избыточное содержание клетчатки в корме снижает его переваримость и общую питательность. Для жвачных она необходима как фактор, нормализующий пищеварение в рубце, благоприятно влияет на содержание жира в молоке коров.

Минеральные вещества необходимы для всех процессов обмена, восполняя роль активаторов ферментов либо структурных элементов. В комбикормах установлены нормы по содержанию таких макроэлементов, как кальций и фосфор.

При выработке и хранении комбикорма целесообразно определять общую кислотность как показатель, наиболее объективно характеризующий его свежесть. Кислотность комбикорма не должна превышать 5°.

В брикетированных комбикормах кроме показателей качества, определяемых в рассыпном комбикорме, определяют еще плотность брикетов, в гранулированных – размеры гранул, содержание мучнистых частиц (проход через определенные сита), крошимость гранул и их водостойкость (для прудовых и карповых рыб).

Во всех комбикормах в случае необходимости определяют токсичность. Токсичность комбикормов не допускается. Содержание нитратов, остаточных количеств пестицидов не должно превышать максимально допустимого уровня.

Комбикорма должны отвечать требованиям ветеринарно-санитарных норм. Ветеринарно-санитарное состояние комбикормов обуславливается в основном качеством используемого сырья. Для санитарной оценки сырья применяют следующие показатели: общее число микробных клеток, наличие энтеропатогенных типов кишечной палочки, сальмонелл, бактерий группы протея, анаэробов, токсинообразующих грибов и их токсинов.

Определение качества мучнистых кормов и зерна

К мучнистым кормам относят кормовую муку (ячменную, овсяную, кукурузную и др.), а также подобные продукты мукомольного и крупяного производства (отруби, мучную пыль, гречневую и пшеничную мучку, просяную мучель).

Требования стандартов к мучнистым кормам:

- цвет – коричнево-серый (мучка кормовая пшеничная), красно-желтый с сероватым оттенком (отруби пшеничные), серый с коричневым или зеленоватым оттенком (отруби ржаные);
- запах – не затхлый, не плесенный и не посторонний для данного мучнистого корма;
- кислотность – не более 5%; влажность – не более 15%;
- вредных примесей – не более 0,05%, в том числе головни и спорыньи (отдельно или вместе) 0,05%, горчака и вязеля 0,04, куколя 0,1%, семян гелиотропа и триходесмы седой быть не должно.

Амбарные вредители и металлопримеси размером более 2 мм, с острыми концами и краями не допускаются; металлических частиц размером до 2 мм в 1 кг корма может быть не более 5 мг, в том числе размером от 0,5 до 2 мм – не более 1,5 мг.

Оценку качества мучнистых кормов начинают с осмотра на месте хранения. При этом оценивают такие показатели, как цвет, запах, вкус, влажность, а также отбирают среднюю пробу для лабораторного исследования.

Влажность муки определяют приблизительно при осмотре на месте. Сухая мука, сжатая в горсть, слегка хрустит и в руке сжимается в комок, который легко распадается при надавливании пальцами; влажная мука также образует комок, но не рассыпающийся при надавливании. Влажность мучнистых кормов в лабораториях определяют теми же методами, что и влажность зерна или комбикормов. Точно влажность корма определяют в лаборатории при 130°C в течение 40 мин.

Определение свежести муки.

В широкую пробирку насыпают около 2 г муки и приливают 5 мл 10%-ного раствора гидроксида натрия (калия). Через 10 мин слегка подогревают пробирку (не более 30°C) для разжижения образовавшегося клейстера и приливают по каплям серную кислоту, разведенную водой в соотношении 1:2. Свежая мука пахнет клейстером и имеет кислотность не выше 5°, испорченная мука пахнет сероводородом.

Определение сорной примеси.

Сорные примеси в отрубях и муке бывают минеральными (песок, земля, известь и др.) и растительными (спорынья, куколь, головня, плевел опьяняющий, горчак). Как те, так и другие вредны для животных.

Определение содержания минеральной примеси в мучнистых кормах определяют по не растворимой в соляной кислоте части золы. Для этого навеску отрубей или муки (2 – 3 г) помещают в фарфоровый тигель и сжигают в муфельной печи при температуре 550 – 600°C. Зола заливают 10%-ным раствором соляной кислоты для удаления минеральных составных частей отрубей или муки. Остаток переносят на беззольный фильтр, который помещают в фарфоровый тигель, подсушивают, сжигают, прокаливают и взвешивают.

Содержание минеральных примесей (%) определяют по формуле:

$$x = m_1 - 100 / m, \quad (32)$$

где m_1 – масса остатка после прокаливания, г;

100 – коэффициент пересчета в проценты; m – масса навески корма, г.

В мучнистых кормах минеральных примесей должно содержаться не более 0,8%.

При содержании примесей в больших количествах корма необходимо очищать, а если сделать это невозможно, то дачу кормов животным следует ограничить.

Запах мучнистых кормов обычно мало выражен. Для усиления его берут 20 г корма в стакан, заливают горячей (до 60°C) водой. Стакан закрывают крышкой, через 3 – 5 мин воду сливают и определяют запах корма.

Вкус мучнистых кормов пресный, без кисловатого и горьковатого привкуса (показатели порчи корма).

Сладкий солодовый вкус свойствен кормам, полученным из проросшего и сырого зерна. Медовый запах отмечается при сильной зараженности мучнистых кормов клещами, селечный и полынный – при засорении спорами головни и семенами полыни.

Для определения *чистоты* берут 50 г корма и просеивают в течение 2 мин через набор сит. Содержание каждого сита в отдельности переносят на лист белой бумаги. Выделяют металлопримеси (магнитом), неразмолотые зерна, семена сорных и ядовитых трав, спорынью и взвешивают их с точностью до 0,01 г.

Примеси песка и другие минеральные соединения определяют озолением пробы корма в муфеле. Золу растворяют в соляной кислоте, фильтруют через беззольный фильтр, затем переносят фильтр с примесями в прокаленный взвешенный тигель и снова озоляют, охлаждают и взвешивают.

В муке, отрубях и комбикорме допускается не более 0,2 – 0,08% минеральных примесей (в зависимости от вида и возраста животных).

Мучнистые корма не должны быть заражены мучным клещом, мучным хрущакom, хлебным точильщиком, мучной молью, мельничной огневкой и др. Корм просеивают через сита № 056 и 067, а отруби – через сита № 08 и 056. Проход через сито используют для выявления клещей, а сход – для обнаружения жучков, куколок и личинок.

Непригодны к скармливанию мучнистые корма с сильным запахом гнили или плесени, кислым или горьким вкусом, сильно пораженные головней, спорыньей или засоренные семенами куколя.

Определение качества зерна

Для кормления сельскохозяйственных животных используют зерновые корма, соответствующие требованиям государственных стандартов.

При неправильном хранении зерно портится, испорченное зерно может оказаться вредным для животных. Доброкачественность зернофуража определяют осмотром его на месте. Устанавливают вид зерна, цвет, блеск, запах, вкус, влажность (приблизительно). Более полно зернофураж оценивают при лабораторном исследовании.

Влажность определяют высушиванием размолотого зерна в сушильном шкафу при температуре 130°C в течение 40 мин. В хозяйственных условиях влажность можно определить с допустимой точностью, разрезая зерно пополам; при этом сухое зерно (влаги меньше 15%) разрезается с трудом и половинки его отскакивают в сторону, а влажное разрезается легко, причем половинки не отскакивают. Сырое же зерно (влажность 20%) при разрезании раздавливается.

Приятный *запах* характерен для нормального зерна. При длительном хранении зерно приобретает так называемый амбарный запах, не снижающий его доброкачественности и исчезающий при проветривании. К запахам, связанным с изменением состояния зерна при неблагоприятных условиях созревания, уборки и хранения, относят солодовый и кислый (первая степень порчи), затхлый и плесенно-затхлый (вторая степень порчи) плесенно-гнилостный (третья степень порчи) и гнилостный (четвертая степень порчи). Запах плесени исчезает после сушки и проветривания зерна. Затхлый, плесеннозатхлый и плесенно-гнилостный запахи устойчивы и передаются продуктам переработки зерна; они возникают при поражении зерна не только с поверхности, но и в глубине.

Цвет и вкус такого зерна обычно изменяются. Зерно сильно загрязненное спорами головни, издает селедочный запах; проросшее или подвергшееся самонагреванию – солодовый запах, а поражённое амбарными клещами – особый приторный (медовый) запах. Зерно с примесью полыни, чеснока и других пахучих растений приобретает их запах.

Для определения *запаха* применяют следующие приемы:

1. Растирают зерно между ладонями;
2. Перебрасывают зерно с одной кучи на другую (затхлый и плесенно-затхлый запахи не исчезают, а амбарный пропадает);
3. Погружают зерно (на 2 – 5 мин.) в стакан горячей (60 – 70°C) водой, затем воду сливают и определяют запах.

Вкус зерна определяют (в случае, если по запаху трудно установить его свежесть) при разжевывании (предварительно обмывают зерно кипяченой водой и прополаскивают рот).

Доброкачественное зерно имеет пресный молочно-сладковатый вкус и склеивается во рту; у овса и проса есть привкус горечи. Зерно, подвергшееся действию мороза или проросшее, приобретает сладкий вкус. Кислый вкус появляется у зерна, подвергшегося самонагреванию, а также поражённого грибами. Горький вкус в одних случаях вызван порчей зерна, а в других обусловлен наличием горьких сорняков.

Цвет и блеск зерна служат показателями условий уборки и хранения. Нормальный, свойственный данному сорту цвет и блеск зерна, и гладкая его поверхность свидетельствуют о своевременной уборке культуры и правильном хранении. Матовость зерна, неравномерность окраски (пятнистость, потемнение верхушек) обусловлены подмоченностью зерна и развитием на нём плесеней и микроорганизмов. Зерно становится матовым также при длительном хранении. Сморщивание поверхности зерна

свидетельствует о его прорастании, самонагревании, недоразвитии или повреждении при заморозках.

О доброкачественности зерна (степени разложения углеводов и жира) судят по его кислотности. *Кислотностью* продукта, выраженной в градусах, называется количество миллилитров нормального раствора щелочи, пошедшей на нейтрализацию кислоты и кислотореагирующих соединений в 100 г мучнистого корма (мучки, отрубей, комбикорма, молотого зерна).

Для определения титруемой кислотности по водной вытяжке (по болтушке) 5 г корма помещают в сухую коническую колбу и заливают 50 мл дистиллированной воды. Содержимое медленно взбалтывают в течение 5 мин. и оставляют на 30 мин. при комнатной температуре. Затем в колбу добавляют 4 – 5 капель 1% фенолфталеина, взбалтывают и титруют 0,1н раствором NaOH или KOH до получения розового окрашивания, не исчезающего в течение одной минуты.

Кислотность вычисляют по формуле:

$$K = \frac{an \times 100}{m \times 10}, \text{ или } K = 2 \times \frac{an}{m}, \quad (33)$$

где K – градусы кислотности; a – количество миллилитров 0,1н раствора щелочи, затраченное на титрование;

n – поправка для пересчёта на точный 0,1н раствор щелочи;

m – навеска корма в граммах;

10 - коэффициент пересчёта 0,1н щелочи в 1н.

Установлены следующие пределы титруемой кислотности зерна: нормальное зерно пшеницы – 3°, ржи – 3,6°, начало порчи 3,5 – 4,5°, опасное для хранения – 5,5°, вообще не выдерживает хранения – 7,5°, испорченное – 9,5°, (скармливать его нужно осторожно).

Натура зерна – масса одного литра зерна в граммах. Определяют её метрической пуркой. Различают зерно высоконатурное, средненатурное и низконатурное.

Примеси – снижают питательность зерна, а некоторые из них опасны для здоровья. Для определения засоренности овса, ячменя, сорго, ржи, пшеницы, вики и мелкосеменной чечевицы отвешивают 50 г зерен; для проса – 25; для кукурузы, гороха, чины, нута – 100; для конских бобов – 200 г.

Зерна рассыпают на чёрной бумаге и шпателем, пинцетом разбирают на фракции – чистое зерно и примеси, взвешивают и выражают в процентах от массы, взятой для исследования. Наличие амбарных вредителей можно установить при осмотре партии корма или среднего образца, из которого отбирают 1 кг зерна. Питательность зерна, зараженного амбарными вредителями, снижается ежемесячно на 5,5 – 7,9%. Выделенный для исследования образец зерна, прежде всего проверяют на заражённость клещами. Подсчитав количество живых клещей, и более крупных амбарных вредителей устанавливают степень зараженности зерна. При заражённости первой степени в 1 кг зерна насчитывается от 1 до 20 клещей или от 1 до 5 долгоносиков, при второй степени более 20 клещей или от 6 до 10

долгоносиков, при третьей степени обнаруживают сплошной войлочный слой клещей в местах их скопления или более 10 долгоносиков.

Для зернофуража отличного качества характерны следующие показатели:

- 1) цвет, блеск, запах и вкус нормальные;
- 2) зерно гладкое, полное, высоконатурное, хорошо вызревшее;
- 3) целое;
- 4) сорная, вредные и зерновая примеси в пределах требований стандарта для базисной кондиции;
- 5) зерно не заражено амбарными вредителями; 6) гнилого, заплесневелого и проросшего зерна нет; 7) влажность не более 16 – 17%.

Непригодно для скармливания зерно черное, гнилое, сильно поражённое или неустранимо испорченное плесенью и другими грибковыми заболеваниями, сильно заражённое амбарными вредителями, а также содержащее значительное количество минеральных и вредных примесей, которые невозможно удалить. Молодняку всех видов, высокопродуктивным и больным животным можно скармливать только доброкачественное зерно. Подозрительное зерно после соответствующей подготовки можно использовать для кормления взрослых здоровых животных, но в ограниченном количестве и в смеси с другими доброкачественными кормами.

Определение поваренной соли в комбикормах

Дача соли в больших количествах вызывает отравление животных, а в случае, если не происходило их постепенного приучения к соли, возможно отравление и от малых доз.

Приборы и оборудование: колбы, счётная техника.

Реактивы: дистиллированная вода, 0,1н раствор азотнокислого серебра, 10% раствор двуххромовокислого калия.

Ход определения:

1. Взять 5 г средней пробы корма, поместить в колбу, прилить 50 мл дистиллированной воды и все хорошо встряхнуть.
2. Оставить колбу на 5 – 10 минут, периодически перемешивая круговыми движениями.
3. Жидкость отфильтровать, взять 20 мл фильтрата, добавить 4 капли 10% раствора двуххромовокислого калия и титровать 0,1н раствором азотнокислого серебра до исчезающего оранжевого окрашивания.

4. Вычислить процентное содержание соли в корме по формуле:

$$X = (A \times 0,0058 \times 50 \times 100) / (5 \times 20), \quad (34) \text{ где } A -$$

количество мл 0,1н раствора азотнокислого серебра;

0,0058 – количество NaCl в г, соответствующее 1 мл 0,1н раствора азотнокислого серебра;

50 – общий объём воды, взятой для экстрагирования;

5 – величина навески корма;
100 – перевод результата в проценты;
20 – количество экстракта для титрования, мл.

Контрольные вопросы и задания

1. Как определяется содержание аммиака в силосе?
2. Как определяется содержание молочной, уксусной и масляной кислот в силосе?
3. По каким показателям проводят оценку качества сенажа?
4. Чем зерносенаж отличается от сенажа?
5. По каким показателям проводят оценку качества мучнистых кормов и зерна?
6. Как определяется содержание поваренной соли в комбикормах?

Задание 1. Оценить качество сенажа по показателям таблицы 19.

Задание 2. Оценить качество зерна (ячмень, пшеница, рожь, овёс, кукуруза, горох и др.).

Задание 3. Определить содержание поваренной соли в комбикормах для сельскохозяйственных животных и птицы.

Задание 4. Оценить качество силоса. Результаты оценки представить в таблице 20.

Таблица 20
Результаты оценки качества силоса

№ п/п	Показатель	Количество баллов
1	Цвет	
2	Запах	
3	Величина pH водной вытяжки (по индикатору)	
4	Общая оценка силоса по сумме баллов	
Итого		

Заключение

Зоотехнический анализ (зооанализ) кормов – это определение в кормах химическими и другими методами количества органических, минеральных веществ и витаминов. Химический состав является первичным показателем питательности кормов. В зависимости от ряда факторов (агротехники, сроков уборки, погоды и др.) в кормах содержится неодинаковое количество питательных веществ. Поэтому для организации полноценности кормления животных необходимо периодически анализировать на химический состав заготовленные корма. Правильно сбалансированное кормление животных по фактической питательности кормов способствует повышению их продуктивности и предупреждению заболеваний.

Учебное пособие «Зоотехнический анализ кормов» окажет существенную помощь обучающимся при выполнении ими лабораторных работ, а также в период учебно-исследовательской работы.

Учебно-методическое издание

Ульянова Наталья Сергеевна

Зоотехнический анализ кормов

Методические рекомендации по изучению дисциплины

Печатается в авторской редакции.

Физ. печ. л. 1,3

ФГБОУ ВО Смоленская ГСХА

214000, Смоленск, ул. Б. Советская, 10/2.