

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования «Саратов-
ский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова»**

ЗООТЕХНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КОРМОВ

**Методические указания
для студентов очной и заочной форм обучения по специаль-
ности «Ветеринария» и направлению подготовки «Зоотехния»**

САРАТОВ - 20014

Зоотехнический анализ кормов: методические указания для студентов очной и заочной форм обучения по специальности «Ветеринария» и направлению подготовки «Зоотехния»

/Сост.: Васильев А.А., Коробов А.П., Москаленко С.П., Сивохина Л.А., Кузнецов М.Ю. Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова. - Саратов, 2014г., 33с.

ПРАВИЛА ПОВЕДЕНИЯ СТУДЕНТОВ В ХИМИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ

1. Студент обязан приходить на занятия в лабораторию в белом халате.
2. Работать только на предоставленном рабочем месте, которое необходимо содержать в порядке во время работы и оставлять чистым по окончании работы.
3. Дежурный по учебной группе перед уходом из лаборатории проверяет чистоту рабочих мест и сдаёт лабораторию преподавателю или лаборанту.
4. Осторожно и бережно обращаться с аналитическими весами, реактивами, эксикаторами и химической посудой.

ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ В ЛАБОРАТОРИИ ПО ЗООТЕХНИЧЕСКОМУ АНАЛИЗУ

Работа в химической лаборатории требует осторожности, внимания и знаний правил по технике безопасности, несоблюдение которых может привести к несчастным случаям или порче лабораторного имущества.

Прежде чем приступить к работе по зоотехническому анализу кормов, студент должен знать и соблюдать следующие правила:

1. В лаборатории необходимо работать в чистом халате, соблюдая чистоту, тишину, порядок, точность и правила техники безопасности.
2. Не пить в лаборатории воду, не принимать пищу.

3. При работе с серной кислотой необходимо следить, чтобы она не попала на одежду, столы и т. д. Особенно опасно попадание брызг кислоты в глаза, на руки, так как возникают ожоги. При ожогах кислотой необходимо быстро ее смыть водой в течение 5-10 минут с обожженного участка, а затем обработать нейтрализующим 2%-ным раствором соды или слабым раствором аммиака.

4. Пролитую на пол или на стол серную кислоту засыпают песком, который затем собирают совком, поливают предмет содой и затем моют водой.

5. Все кислоты и щелочи высокой концентрации отмеривают цилиндрами или пипетками-автоматами.

6. Смешивая концентрированные кислоты с водой, необходимо лить кислоту в воду, а не наоборот; при этом нужно надевать очки и резиновые перчатки. Работу желательно проводить в вытяжном шкафу.

7. При переливании дымящейся соляной и азотной кислот нос и рот закрывают марлей, смоченной слабым раствором соды. Данную работу необходимо проводить в вытяжном шкафу.

8. При работе со щелочью (для приготовления растворов) голову закрывают косынкой, надевают очки и резиновые перчатки.

При ожогах щелочью место ожога быстро смывают водой, а затем 1%-ным раствором уксусной кислоты. При попадании щелочи в глаз после обильного промывания водой промывают насыщенным раствором борной кислоты.

9. При термических ожогах нужно сделать примочку из свежеприготовленных растворов 1-2% KMnO_4 или 2% пищевой соды. Нельзя очищать обожженный участок (промывать или удалять «пузырьки» и смазывать вазелином).

В случае отключения вентиляции все работы в вытяжных шкафах, связанные с выделением вредных веществ, газов и паров, должны быть остановлены.

ВЗЯТИЕ СРЕДНЕЙ ПРОБЫ КОРМА ДЛЯ АНАЛИЗА

При анализе кормов большое значение имеет правильный отбор средней пробы корма.

Средней пробой называется небольшое количество исследуемого корма, которое по своему химическому составу и главнейшим свойствам является по возможности точной копией всей партии корма. Средняя проба отбирается от всего наличного корма.

Зерновые и мучнистые корма

Пробу сыпучего корма (зерно, мука, отруби, комбикорм) следует брать в разных местах хранилища и на разных глубинах. Взятые пробы объединяются и хорошо перемешиваются. Полученная средняя проба распределяется ровным слоем в форме квадрата или прямоугольника на горизонтальной поверхности и из нее берут лабораторную пробу, которая идет в анализ. Для этого пробу делят на 4 части, из этих частей две, лежащие по диагонали, отбрасывают, а другие две оставляют, снова их перемешивают, распределяют ровным слоем и делят на 4 части. Так повторяют до тех пор, пока вес оставшейся массы будет соответствовать лабораторной пробе, обычно 200-300 г сухого вещества корма.

Сено, солома

При скирдовании сена, соломы пробу берут со всей площади скирды на высоте 0,5-1,0 м от земли, затем в середине скирды и еще

одно взятие пробы при завершении скирды. При стоговании берут пробу небольшими пучками не менее чем в 10 местах из расчета 0,75-1,0 кг на каждые 15 тонн.

Из таких небольших проб складывается главная проба. Так как для анализа достаточно 0,5 кг грубого корма, то из главной пробы отбирают среднюю пробу. Для этого главную пробу измельчают на соломорезке или ножницами, тщательно перемешивают, раскладывают на брезенте или ровной площадке слоем 5-6 см в форме четырехугольника, делят на 4 части и отбирают корм из двух противоположных квадратов. Корм с остальных двух квадратов отбрасывают. Так повторяют до тех пор, пока не останется средняя проба в количестве 0,5 кг.

Пробу корма взвешивают, помещают в полиэтиленовый мешок и завязывают, вкладывают внутрь этикетку с указанием корма, его веса, даты и места взятия пробы.

При взятии проб прессованного корма раскрывают каждую пятую, десятую или двадцатую кипу, в зависимости от их количества (но не менее чем от 3% кип), распаковывают, а затем берут пробы из разных слоев кипы. При взятии проб нельзя допускать выдергивания пучков во избежание потерь листьев и соцветий.

Силосованный корм

Силос берется на разной глубине из 10-15 мест бурта, траншеи или кургана. Для анализа достаточно 1-1,5 кг. Силос помещают в стеклянную банку или полиэтиленовый мешочек, сразу консервируют хлороформом или толуолом из расчета 5 мл на 1 кг.

Не следует пробу силоса брать у стен, у дна и на поверхности силосохранилища. Если силосные сооружения не открыты, то пробу бе-

рут буром на глубине 1 м. Среднюю пробу сенажа берут так же, как и среднюю пробу силоса.

Корнеклубнеплоды

В связи с тем, что химический состав корнеклубнеплодов зависит от их величины, необходимо сначала установить весовое соотношение крупных, средних и мелких корней в исследуемом корме. Для этого из овощехранилища берут подряд 100 корней, разделяют их по величине на крупные, средние и мелкие и взвешивают каждую группу отдельно.

Средняя проба корнеплодов должна составлять около 10 кг. Вычисляют, какую часть от общего веса отобранные корни составляют, и эту часть берут от каждой группы корней.

Среднюю пробу корнеплодов помещают в полиэтиленовый мешок или упаковывают в ящик с опилками.

Жидкие корма

Проба жидких кормов (барда, жом, дробина) берется в банки с притертыми пробками. После тщательного перемешивания корма в таре немедленно консервируют смесью хлороформа с толуолом из расчета 5 мл на 1 кг. Жидкого корма для анализа следует брать такое количество, чтобы воздушно-сухого вещества в пробе было около 200 грамм.

Средняя проба корма, отобранная на анализ, должна сопровождаться следующими сведениями: название корма, хозяйства, дата взятия образца, стадия вегетации корма, условия хранения, общий вес.

Определение первоначальной (натуральной) влажности.

Первоначальная влажность (ПВ) корма — это количество воды в нём в момент взятия пробы. Она определяется высушиванием образца корма при температуре 60-65⁰С до постоянной массы с последующим пребыванием его в течение нескольких часов на воздухе.

Ход определения

1. Занумерованную чашку взвесить на весах. Вес чашки записать.
2. Взять в чашку 200-300 г анализируемого корма и взвесить. По разности между чашкой с кормом и пустой чашкой определить массу навески. Затем чашку с кормом поставить сушить в сушильный шкаф при температуре 60-65⁰С.
3. Через 3-10 часов (в зависимости от влажности корма) вынуть из сушильного шкафа, остудить в течение 30 минут (на воздухе) и взвесить.
4. Навеску корма сушить до тех пор, пока разность между двумя последними взвешиваниями не будет превышать 0,5 г.
5. Оставить навеску в лаборатории на 4-6 ÷âîâ (для приведения в воздушно-сухое состояние), снова взвесить.
6. Определить массу испарившейся воды (первоначальной влаги) по разности между массой чашки с навеской до высушивания и после высушивания.
7. Вычислить содержание первоначальной влажности в % по формуле:

$$\text{ПВ, \%} = \frac{\text{масса испарившейся воды, г} * 100\%}{\text{масса навески корма, г}}$$

8. Навеска корма после высушивания при температуре 60-65⁰С, т.е. после удаления первоначальной влаги находится в воздушно-сухом состоянии. Образец корма в воздушно-сухом состоянии из-

мельчают на мельнице, переносят в склянку, закрывают притёртой пробкой и наклеивают этикетку.

Из пробы корма в воздушно-сухом состоянии берутся навески для дальнейших химических анализов.

Форма записи

Показатели	Определения	
	1	2
Номер чашки Масса пустой чашки, г Масса чашки с навеской, г Масса навески, г Масса чашки с навеской после высушивания, г 1-е взвешивание 2-е взвешивание 3-е взвешивание Масса испарившейся воды, г Содержание первоначальной влажности, % Среднее значение, %		

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГИГРОСКОПИЧЕСКОЙ ВЛАЖНОСТИ (ГВ)

Приведённый в воздушно-сухое состояние корм содержит некоторое количество влаги, называемой гигроскопической. Определяют гигроскопическую влажность, высушивая навеску корма в термостате при температуре 100-105⁰С до постоянной массы. Количество гигроскопической влаги в одной и той же пробе может изменяться в зависимости от температуры и влажности атмосферного воздуха или помещения, где хранятся пробы кормов.

Корм, высушенный при температуре 100-105⁰С, находится в абсолютно сухом состоянии.

Ход определения

1. Записать номер предварительно высушенного при температуре 100-105⁰С бюкса.
2. Взвесить на аналитических весах пустой бюкс с крышкой с точностью до 0,0001 г.
3. В бюкс насыпать 2-3 г корма в воздушно-сухом состоянии, закрыть крышкой и взвесить.
4. По разности, между массой бюкса с кормом и массой пустого бюкса, найти массу навески, взятую для анализа.
5. Бюкс с кормом (крышку положить на ребро) поместить в сушильный шкаф (термостат) на 2,5-3 часа при температуре 100-105⁰С .
6. После этого бюкс закрыть крышкой, вынуть из сушильного шкафа, поставить в эксикатор на 25-30 минут для охлаждения. Охлажденный бюкс с навеской взвесить.
7. Взвешенные бюксы поставить в сушильный шкаф на 1 час и после охлаждения снова взвесить.
8. Продолжать сушить и взвешивать до тех пор, пока разность двух следующих друг за другом взвешиваний будет не более 0,002-0,003 г. Иногда при последующих взвешиваниях наблюдается увеличение массы бюкса с кормом. В этом случае высушивание прекращают, а для расчётов берут наименьшую массу.
9. Массу испарившейся воды (гигровлаги) найти по разности между массой бюкса с кормом до высушивания и наименьшей массой бюкса с кормом после высушивания.
10. Вычислить содержание гигроскопической влаги в воздушно-сухом веществе корма в процентах по формуле:

$$\text{ГВ, \%} = \frac{\text{масса гигровлаги, г} * 100}{\text{масса навески, г}}$$

Форма записи

Показатели	Определения	
	1	2
Номер бьюкса		
Масса пустого бьюкса, г		
Масса бьюкса с навеской, г		
Масса навески, г		
Масса бьюкса с навеской после высушивания при 100-105 ⁰ С		
Масса испарившейся воды (гигровлаги), г		
Содержание гигроскопической воды в воздушно-сухом веществе, %		
Среднее содержание гигроскопической воды в воздушно-сухом веществе, %		
Содержание гигроскопической воды в корме с натуральной влажностью, %		

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЩЕЙ ВЛАЖНОСТИ И СУХОГО ВЕЩЕСТВА корма

Общая влажность исследуемого корма равна сумме первоначальной и гигроскопической влажности (пересчитанной на корм с первоначальной влажностью) Общая влажность корма определяется по следующей формуле:

$$ОВ = ПВ + \frac{ГВ (100 - ПВ)}{100},$$

где ОВ — общая влажность, %;

ПВ — первоначальная влажность, %;

ГВ — гигроскопическая влажность в воздушно-сухом веществе, %.

Данные анализа, полученные в воздушно-сухом веществе, необходимо пересчитать на абсолютно сухое вещество и на вещество с первоначальной (натуральной) влажностью. Для этого результаты анализа, выраженные в процентах воздушно-сухого вещества корма,

умножить на переводные коэффициенты (К):

а) для расчета показателей питательности в корме с первоначальной (натуральной) влажностью:

$$K_1 = \frac{100 - \text{ПВ}}{100},$$

где ПВ — первоначальная влажность в процентах

б) для расчета показателей в абсолютно сухом веществе:

$$K_2 = \frac{100}{100 - \text{ГВ}},$$

где ГВ — гигроскопическая влажность в в воздушно-сухом веществе, % .

ОПРЕДЕЛЕНИЕ "СЫРОЙ" ЗОЛЫ.

"Сырой" золой называется остаток, получаемый при сжигании навесок корма в муфельных печах при температуре 450-500⁰С, но не более. "Сырой" называется потому, что кроме минеральных веществ корма, может содержаться некоторое количество примесей — глины, песка, несгоревших частиц угля.

Оборудование и посуда: муфельная печь, тигли фарфоровые, щипцы металлические, эксикатор, аналитические весы.

Ход определения

1. Записать номер предварительно высушенного до постоянного веса тигля.
2. Взвесить пустой тигель.
3. Насыпать в тигель 2-5 г исследуемого корма и взвесить.
4. Определить вес навески по разности между массой тигля с кормом и массой пустого тигля.
5. Поместить тигли с кормом в холодную муфельную печь, включить её на слабый нагрев (дверку муфеля оставляют открытой

для большего доступа воздуха). Через 50-60 мин после того, как корм в тигле перестал дымить, нагрев муфеля увеличить до 450-500⁰С. Тигли в муфеле при тёмно-красном калении оставляют на 5-6 часов до получения золы светло-серого цвета.

6. После прокаливания тигли с золой охладить в эксикаторе и взвесить.

7. Определить массу золы по разности между массой тигля с золой и массой пустого тигля.

8. Определить процентное содержание золы в воздушно-сухом веществе корма по формуле:

$$\text{«сырая» зола, \%} = \frac{\text{масса золы, г} \cdot 100}{\text{масса навески, г}}.$$

9. Определить процентное содержание золы в корме с первоначальной влажностью:

$$\% \text{ золы в первоначальном веществе} = \% \text{ золы в воздушно-сухом веществе} \cdot K_1,$$

где K_1 — коэффициент пересчёта на первоначальное вещество.

10. Определить процентное содержание золы в абсолютно сухом веществе корма:

$$\% \text{ золы в абсолютно сухом веществе} = \% \text{ золы в воздушно-сухом веществе} \cdot K_2,$$

где K_2 — коэффициент пересчёта на абсолютно сухое вещество.

11. Определить содержание органического вещества (%) вычитанием из 100 процентов процента золы в абсолютно сухом веществе корма:

$$\text{Органическое вещество} = 100\% - \% \text{ золы в абсолютно сухом веществе, \%}.$$

Форма записи

Показатели	Определения	
	1	2
Номер тигля		
Масса пустого тигля, г		
Масса тигля с навеской, г		
Масса навески, г		
Масса тигля с золой после прокаливания, г		
Масса золы, г		
Содержание золы в воздушно-сухом веществе, %		
Среднее содержание золы в воздушно-сухом веществе, %		
Содержание золы в натуральном веществе, %		
Содержание золы в абсолютно сухом веществе, %		
Содержание органического вещества, %		

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАЛЬЦИЯ.

Сущность метода заключается в выделении кальция из приготовленного заранее раствора золы в виде щавелевокислой соли (CaC_2O_4), которая в слабокислой среде нерастворима.

Соль щавелевокислого кальция после промывания водой растворяют в 10%-ной серной кислоте и переводят в сернокислый кальций. При этом освобождается эквивалентное кальцию количество щавелевой кислоты, которую титруют децинормальным раствором марганцовокислого калия (KMnO_4). При расчётах исходят из того, что 1 мл 0,1Н. раствора KMnO_4 соответствует 0,002 г кальция.

1. Приготовление раствора золы.

Для определения кальция и фосфора используется зола, полученная простым озолением без добавок каких-либо окислителей. На мерной колбе ёмкостью 250 мл написать номер тигля с золой.

В тигель с золой прилить 10 мл концентрированной соляной кислоты и 3-5 мл концентрированной азотной кислоты, нагреть на медленном огне до кипения и кипятить 5-10 минут. По окончании кипячения раствор разбавить водой и отфильтровать в мерную колбу на

250 мл. Тигель и фильтр с нерастворимым осадком промыть несколько раз водой. Фильтрат в колбе довести дистиллированной водой до метки. Тщательно перемешать.

2. Определение кальция

1. Пронумеровать стакан ёмкостью 400 мл (поставить номер соответствующей мерной колбе с раствором золы)

2. В пронумерованный стакан отобрать мерным цилиндром (или пипеткой) 50 мл раствора золы, добавить 2-3 капли фенолфталеина.

3. Нейтрализовать раствор добавлением 10% гидрата окиси аммония (NH_4OH) до слабощелочной реакции, т.е. до появления слабо-розового окрашивания. Затем подкислить 10% раствором уксусной кислоты до обесцвечивания.

4. Раствор нагревают до кипения ($70-80^\circ\text{C}$) и приливают к нему 25 мл 4% раствора щавелевокислого аммония. В результате реакции образуется щавелевокислый кальций, который выпадает в осадок. Раствор оставляют стоять на 4-12 часов.

5. Перенести осадок на фильтр и отмыть его горячей дистиллированной водой от хлоридов. Промывать до тех пор, пока проба на хлориды не будет отрицательной. Для чего в чистую пробирку из-под воронки набирают 4-5 мл фильтрата и в него добавляют 2-3 капли азотнокислого серебра. Если появляется муть, то хлориды присутствуют, и следует продолжать промывание. Если фильтрат в пробирке не мутнеет, промывать заканчивают.

6. Осадок вместе с фильтром поместить в тот же стакан, в котором проводилось осаждение щавелевокислого кальция, добавить 35 мл 10%-ного раствора H_2SO_4 , нагреть до кипения и оттитровать 0,1N раствором KMnO_4 до «**неисчезновения**» в течение нескольких секунд розового окрашивания.

7. Расчёт проводят по следующей формуле:

$$Ca = \frac{a \cdot 0,002 \cdot X \cdot 100}{X_1 \cdot б},$$

где а — количество мл 0,1N раствора $KMnO_4$, пошедшего на титрование;

X — общий объём раствора золы (250 мл);

X_1 — количество мл раствора золы взятого для исследования (50 мл);

б — масса навески корма (данные взять из формы записи для определения сырой золы).

Форма записи

Показатели	1	2
Масса навески корма для определения золы, г		
Общий объём минерализата, мл	250	250
Объём минерализата, взятого для анализа, мл	50	50
Количество марганцево-кислого калия, пошедшего на титрование, мл		
Содержание кальция в воздушно-сухом веществе корма, %		
Средний процент		
Содержание кальция в корме с натуральной влажностью, %		
Содержание кальция в абсолютно-сухом веществе корма, %		

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФОСФОРА

1. Пронумеровать мерную колбу на 100 мл (поставить номер тигля с золой, из которой был приготовлен раствор)

2. Взять мерным цилиндром или автоматической пипеткой 10 мл раствора золы и перенести в пронумерованную мерную колбу на 100 мл. Туда же добавить 2-3 капли фенолфталеина.

3. Содержимое колбы нейтрализовать, добавляя в мерную колбу по каплям 20 % раствор NaOH до появления розовой окраски.

4. Подкислить 10 % раствором серной кислоты добавляя её по одной капле до обесцвечивания раствора.

5. Затем в **строгой последовательности** прилить по 2 мл молибденово-кислого аммония, 2 мл раствора гидрохинона, 2 мл раствора сернистокислого натрия.

6. Объём жидкости в колбе довести до метки дистиллированной водой и хорошо перемешать.

7. Оставить колбы на 30 минут, после чего определяют содержание фосфора в изучаемом корме с помощью ФЭКа (фотоэлектроколориметра)

Расчёт проводят по формуле:

$$P, \text{ г \%} = \frac{C \cdot X \cdot 100}{a \cdot X_1 \cdot 1000}$$

где: C — показания ФЭКа (мг/мл);

X — общий объём раствора золы (250 мл);

X₁ — объём раствора золы взятого для анализа (10 мл);

a — навеска корма (данные взять из формы записи для определения "сырой" золы);

1000 — коэффициент для перевода в г %.

Форма записи

Показатели	1	2
Масса навески корма для определения золы, г		
Общий объём минерализата, мл	250	250
Объём минерализата, взятого для анализа, мл	10	10

Показания ФЭКа		
Содержание фосфора в воздушно-сухом веществе корма, %		
Средний процент		
Содержание фосфора в корме с натуральной влажностью, %		
Содержание фосфора в абсолютно-сухом веществе корма, %		

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СЫРОГО ЖИРА

Метод определения жира в кормах основан на способности его растворяться в органических растворителях: серном эфире, петролейном эфире, бензине и других. Так как кроме нейтрального жира в раствор переходят и жироподобные вещества, например воска, смолы, фосфатиды, красящие вещества и др., то полученный экстрагированием жир принято называть "сырым".

Ход определения

1. Пронумеровать бумажные пакетики и взвесить на аналитических весах.
2. Во взвешенный пакетик поместить 2-3 г изучаемого корма и взвесить.
3. По разности масс пакетика с навеской и пустого определить массу навески
4. Пакетики с навеской корма поместить в колбу объёмом 250 мл и залить бензином.
5. Колбу закрыть пробкой с водяным холодильником и поставить на специальную плитку (температура нагрева не более 100⁰С) и

экстрагировать в течение 10-12 ч. Порции растворителя менять 2-3 раза.

6. По окончании экстрагирования пакетики вынуть, подсушить на воздухе и поместить в сушильный шкаф. Сушить при 100-105⁰С до постоянной массы.

7. По разности веса пакета с навеской до экстрагирования и после определить вес жира и гигровлаги.

Форма записи

Показатели	Определения	
	1	2
Номер пакета		
Масса пустого пакета, г		
Масса пакета с навеской, г		
Масса навески, г		
Масса пакета с навеской после экстрагирования, г		
Масса жира и гигровлаги (ГВ)		
% жира и ГВ в воздушно-сухом веществе		
Среднее содержание жира и гигровлаги в воздушно-сухом веществе, %		
% ГВ в воздушно-сухом веществе		
Содержание жира в воздушно-сухом веществе, %		
Содержание жира в корме с первоначальной влажностью, %		
Содержание жира в абсолютно сухом веществе, %		

8. Определить процентное содержание жира и гигровлаги в навеске по формуле:

$$\% \text{ в воздушно-сухом веществе} = \frac{\text{масса жира и ГВ} \cdot 100\%}{\text{масса навески, г}}$$

9. От процентного содержания жира и гигровлаги вычитают процент гигровлаги и определяют содержание жира (%) в навеске.

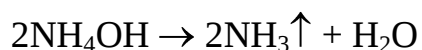
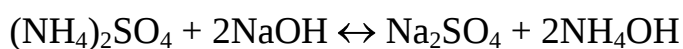
ОПРЕДЕЛЕНИЕ “СЫРОГО” ПРОТЕИНА

Определение количества протеина в кормах основано на том, что во всех азотистых органических веществах находится примерно 16% азота. Поэтому содержание протеина определяют по количеству азо-

та, освобождающегося при разрушении органических веществ корма. Разрушение ведут нагреванием с концентрированной серной кислотой (уд. вес 1,84); при этом безазотистые органические вещества обугливаются. Азотистые органические вещества окисляются до углекислоты и воды с выделением аммиака, который сразу же соединяется с серной кислотой, образуя сернокислый аммоний



Затем на сернокислый аммоний действуют крепкой (33-процентной) щелочью, при этом снова выделяется аммиак по реакции



Выделяющийся аммиак поглощается децинормальным раствором серной кислоты. Избыток кислоты титруется 0,1 N раствором щелочи. По количеству связанной серной кислоты определяют количество азота в корме, зная, что 1 мл 0,1 N раствора серной кислоты соответствует 0,0014 г азота. Полученный азот умножают на коэффициент 6,25 и находят количество “сырого” протеина в корме.

Ход определения

1. Записать номер колбы Кьельдаля.
2. В пробирку насыпать 0,5-1 г исследуемого корма и взвесить на аналитических весах.
3. Осторожно перенести навеску корма в колбу Кьельдаля, опустив пробирку глубоко в горло колбы.
4. Пустую пробирку после переноса из неё корма взвесить.
5. По разности массы пробирки с кормом и без него определить массу навески.
6. В колбу Кьельдаля осторожно налить 20 мл концентрированной серной кислоты, аккуратно перемешать, насыпать 0,5-1 г сернокислой меди и 3-5 г сернокислого калия.

7. Колбу с навеской корма в наклонном положении ставят для сжигания в специальном штативе в вытяжной шкаф. Сжигание проводят на слабом огне для избежания потери азота.

8. Сжигание органического вещества производится до полного осветления раствора.

9. После осветления жидкости колбу снять, остудить и осторожно небольшими (20-25мл) порциями в неё прилить 100-150 мл дистиллированной воды, промывая ею стенки колбы. Жидкость приобретает зеленовато-голубоватый цвет (медный купорос поглощает воду, в результате чего восстанавливается голубой цвет).

10. Осторожно перелить содержимое колбы Кьельдаля в колбу для отгонки. Колбу Кьельдаля сполоснуть несколько раз водой, сливая её в отгонную колбу (150-200 мл).

11. Пронумеровать приёмную колбу.

12. В приёмную колбу влить 50 мл 0,1 N раствора серной кислоты и 3-5 капель индикатора — метилоранжа. Затем приёмную колбу подставить под стеклянную трубку аппарата Кьельдаля таким образом, чтобы конец трубки был погружен в раствор.

13. В цилиндр отмерить 80 мл 33-процентного раствора едкого натрия и осторожно по стенке перелить в отгонную колбу, добавить немного пемзы для равномерного кипения.

14. Быстро закрыть колбу пробкой с каплеуловителем.

15. Содержимое колбы хорошо размешать. При этом начинает выделяться аммиак, который попадает в приёмную колбу.

16. Включить нагревательный прибор и начать отгонку.

17. Отгон производить до тех пор, пока красная лакмусовая бумажка, подставленная под стекающую каплю отгона, перестанет синеть. При хорошем кипении отгон длится 30-40 минут.

18. После отгона аммиака конец стеклянной трубки промыть дистиллированной водой и слить в приёмную колбу.

19. Содержимое приёмной колбы оттитровать 0,1 N раствором NaOH до лимонного цвета, (результат записать)

20. По разности между количеством 0,1 N раствора серной кислоты взятой в приёмную колбу (50 мл) и количеством 0,1 N раствора едкого натрия пошедшего на титрование, определить, сколько 0,1 N раствора серной кислоты связалось с аммиаком. Это количество умножить на коэффициент 0,0014 г, тем самым определяется количество граммов азота во взятой навеске корма.

21. Содержание «сырого» протеина в граммах определяют умножением количества азота на коэффициент 6,25.

22. Процентное содержание «сырого» протеина в воздушно-сухом веществе определяют по формуле:

$$\% \text{ сырого протеина в воздушно-сухом веществе} = \text{количество «сырого» протеина, г} \cdot 100\% / \text{масса навески, г}$$

Форма записи

Показатели	Определения	
	1	2
Номер колбы Кьельдаля		
Масса пробирки с навеской корма, г		
Масса пустой пробирки, г		
Навеска корма, г		
Взято в приёмную колбу 0,1 N раствора серной кислоты		
Пошло на титрование 0,1 N раствора едкого натра		
Связалось 0,1 N раствора серной кислоты с азотом		
Количество азота в навеске, г		
Содержание «сырого» протеина в воздушно-сухом веществе, г		
Содержание «сырого» протеина в воздушно-сухом веществе, %		
Среднее «содержание» сырого протеина в воздушно-сухом веществе, %		
Содержание «сырого» протеина в корме с натуральной влажностью, %		
Содержание сырого протеина в абсолютно-сухом веществе, %		

ОПРЕДЕЛЕНИЕ "СЫРОЙ" КЛЕТЧАТКИ

Метод определения клетчатки состоит в последовательной обработке навески корма сначала растворами серной кислоты и едкой щёлочи, а затем спиртом и эфиром. После воздействия перечисленных растворителей в остатке получают «сырую» клетчатку. «Сырой» её называют потому, что указанные реагенты не полностью удаляют сопутствующие клетчатке вещества: лигнин, гемицеллюлозы, пентозаны, минеральные вещества и др.

Ход определения

1. Пронумеровать химический стакан ёмкостью 300-500 мл.
2. Насыпать в пробирку 2-3 г исследуемого корма и взвесить на аналитических весах.
3. Перенести содержимое пробирки в пронумерованный химический стакан.
4. Взвесить пустую пробирку. По разности масс пробирки с кормом и пустой пробирки найти массу навески.
5. К образцу корма в стакане прилить 100 мл 4% раствора серной кислоты предварительно нагретой до 70-80 °С. Отметить на стакане уровень жидкости восковым карандашом.
6. Смесь тщательно перемешать стеклянной палочкой с резиновым наконечником, нагреть на газовой горелке и кипятить 10 минут на медленном огне.
7. После кипячения стакан снять с газовой горелки и долить в него дистиллированной воды до метки.
8. В горячий раствор прибавить 25 мл 30% раствора едкого натра (для нейтрализации кислоты и образования в растворе 4% щёлочи)
9. Содержимое стакана вновь нагреть до кипения и кипятить в течение 10 минут, периодически помешивая, после чего стакан снять

с горелки и добавить в него 125-150 мл, горячей дистиллированной воды, дать отстояться осадку.

10. Жидкость из стакана осторожно отсосать вакуумным насосом через воронку с плотным фильтром (капроновая ткань в два слоя). Часть клетчатки, прилипшей к фильтру смыть горячей водой из промывалки обратно в стакан, стараясь не потерять частичек клетчатки.

11. Затем в стакан с клетчаткой приливают горячую воду и, дав осесть клетчатке, снова отсасывают жидкость. Эти операции повторяют трижды, до полного удаления щёлочи (проба на красный лакмус)

12. После последнего отсасывания жидкости с тканевого фильтра тщательно смывают частицы сырой клетчатки обратно в стакан небольшими порциями горячей воды из промывалки с помощью стеклянной палочки с резиновым наконечником.

13. Записать номер бюкса (заранее в него вложить фильтр и высушить в сушильном шкафу при 100-105 С)

14. Взвесить бюкс с фильтром на аналитических весах.

15. Вынуть из бюкса фильтр, поместить его в воронку и содержимое стакана перенести на фильтр. При этом стакан несколько раз промывают горячей водой, чтобы все частички клетчатки перенести на фильтр

16. После стекания воды клетчатку на фильтре промыть 15 мл спирта и 15 мл эфира.

17. Промытый таким образом осадок вместе с фильтром перенести в тот же бюкс, из которого был взят фильтр, после чего сушить в сушильном шкафу при 100-105⁰С в течение 4 часов, охладить в эксикаторе и взвесить на аналитических весах.

18. Зная общую массу бюкса с фильтром и клетчаткой, а также массу бюкса с фильтром, по разности показателей определяют массу сырой клетчатки в воздушно-сухом веществе.

19. Содержание «сырой» клетчатки в воздушно-сухом веществе корма в процентах определяют по формуле:

$$\% \text{ «сырой» клетчатки в в.с. в.} = \frac{\text{масса «сырой» клетчатки, г} * 100}{\text{масса навески, г}}$$

Форма записи

Показатели	Определения	
	1	2
Масса пробирки с кормом, г		
Масса пустой пробирки, г		
Масса навески корма, г		
Номер бюкса с фильтром		
Масса бюкса с фильтром, г		
Масса бюкса с фильтром и клетчаткой после высушивания, г		
Масса клетчатки, г		
Содержание клетчатки в воздушно-сухом веществе, %		
Среднее содержание клетчатки в воздушно-сухом веществе, %		
Содержание клетчатки в корме с первоначальной влажностью, %		
Содержание клетчатки в абсолютно сухом веществе, %		

ОПРЕДЕЛЕНИЕ БЕЗАЗОТИСТЫХ ЭКСТРАКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

Содержание безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ) в зоотехническом анализе определяют расчетным путем, методом вычитания из 100% - процента содержания гигровлаги, «сырой» золы, «сырого» протеина, «сырой» клетчатки и «сырого» жира в корме.

Форма записи

Показатели	Среднее значение, %
Содержание гигроскопической влаги в воздушно-сухом веществе, %	
«Сырая» зола в воздушно-сухом веществе, %	
«Сырой» протеин в воздушно-сухом веществе, %	
«Сырой» жир в воздушно-сухом веществе, %	
«Сырая» клетчатка в воздушно-сухом веществе, %	
Сумма веществ (а) в воздушно-сухом веществе, %	
БЭВ (100% — а)	
Содержание БЭВ в корме с натуральной влажностью, %	
Содержание БЭВ в абсолютно-сухом веществе корма, %	

В группу БЭВ входят сахара, декстрины, камеди, крахмал, гемицеллюлоза, инулин, некоторые органические кислоты и др.

Определение каротина по методу Нестеровой Е.А.

Методика определения

1. Точно отвесить 3 г хорошо измельченного корма, поместить в фарфоровую ступку, растереть с небольшим количеством битого стекла.

Для определения каротина в сочных кормах необходимо их обезводить, что достигается растиранием взятой навески корма (3 г) с безводным сернокислым натром (глауберова соль). Битое стекло добавляется для удобства растирания. Растёртая навеска должна быть на

ощупь сухой, если этого нет, то необходимо добавить ещё немного сернокислого натра. Подсушивать материал перед измельчением нельзя, так как это вызывает потерю каротина. При растирании silo-сованных кормов следует добавить немного (на кончике ножа) соды пищевой для нейтрализации кислот.

2. Растёртую в порошок навеску вместе с остатками стекла перенести в стеклянную колонку, куда предварительно насыпать слой окиси алюминия (4-6% влажности). Для этого в узкую часть колонки плотно вставляется ватка, поверх которой насыпают слой адсорбента (окиси алюминия) слоем 2-2,5 см и слегка утрамбовывают его стеклянной палочкой, чтобы бензиновый раствор протекал через адсорбент медленно, по каплям. Подготовленная таким образом колонка вставляется в мерный цилиндр.

3. В колонку прибора поверх навески налить 5-10 мл петролейного эфира или бензина. По мере его убывания доливать небольшими порциями. Каротин и другие пигменты при этом переходят в раствор, который протекает через адсорбент. Адсорбент поглощает все окрашенные вещества, кроме каротина. Из колонки по каплям вытекает жёлтоокрашенный раствор каротина.

4. Промывание навески бензином (эфиром) проводят до тех пор, пока объём вытяжки в мерном цилиндре будет равен 60 мл. Последние капли раствора должны быть бесцветными.

5. Количество каротина в бензиновой вытяжке определяют путём сравнения интенсивности окраски с окраской ампул со стандартными растворами. Для этого бензиновую вытяжку хорошо перемешивают и наливают в одну из прилагаемых к прибору пустых пробирок.

Пробирку с бензиновой вытяжкой поставить в отверстие подставки на лист белой бумаги и рядом с ней поместить по очереди ам-

пулы со стандартными растворами. На каждой из стандартных ампул написано сколько миллиграмм каротина в 1 кг корма соответствует её цвет. Если окраска стандартных ампул не подходит к окраске бензиновой вытяжки, то берут величину среднюю между двумя наиболее близкими по окраске ампулами.

5. Если интенсивность окраски вытяжки выше стандартной ампулы (40 мг в 1 кг), то всю вытяжку (60 мл) разбавляют бензином (петролейным эфиром) в 1,5 или 2 раза и снова сравнивают со стандартным раствором. Для определения количества каротина в корме показатель стандартной ампулы увеличивают в 1,5 или 2 раза соответственно разведению.

Приложение

Химический состав кормов

Корм	Вода	«Сырой» протеин	«Сырой» жир	«Сырая» клетчатка	БЭВ	«Сырая» зола
Зеленая трава						
Луговая	66,5	4,0	1,0	10,2	15,4	2,4
Степная	59,4	4,5	1,6	12,0	19,3	3,2
Кукуруза в среднем	80,1	2,2	0,5	5,1	10,6	1,5
Люцерна	70,3	5,6	0,8	8,4	11,9	3,0
Вико - овсяная смесь	78,6	3,6	0,8	6,2	8,8	2,0
Рожь озимая	72,1	3,9	0,9	8,5	12,2	2,4
Сорго	86,0	3,5	0,6	3,2	4,5	2,2
Суданская трава	76,7	3,4	0,7	6,6	10,2	2,4
Сено						
Луговое	16,3	9,3	2,6	25,6	39,7	6,5
Лесное	17,2	8,5	2,7	24,1	41,0	6,5
Степное	12,9	8,6	2,8	26,5	42,4	6,8
Люцерновое	15,5	14,7	2,1	25,9	33,8	7,7
Бобово-злаковое	15,3	10,0	2,5	23,5	41,3	7,5
Травяная мука лю- церновая (фаза цветения)	9,6	17,4	3,0	21,8	37,8	10,3
Солома						
Овсяная	16,7	4,0	1,7	33,0	38,6	6,0
Пшеничная яровая	15,0	4,4	1,5	34,2	38,9	6,0
Ржаная	16,0	3,9	1,2	38,7	35,9	4,3
Ячменная	17,0	4,9	1,9	33,1	35,9	7,2
Просьяная	16,0	5,8	2,0	27,8	40,6	6,8

Гороховая	15,5	7,4	1,7	33,0	37,9	5,0
Силос, сенаж						
Силос кукурузный (вл.70%)	70	3,1	0,8	7,8	15,6	2,2
Силос кукурузный (вл.80%)	80	1,8	0,5	4,4	11,1	1,2
Силос комбинированный	73,4	3,6	2,2	4,8	12,6	3,4
Силос кукурузно-гороховый	81,9	1,9	1,1	7,0	5,3	2,8
Силос подсолнечный	77,3	0,4	1,0	6,7	9,8	2,8
Сенаж из люцерны	43,3	7,5	2,6	16,8	29,2	0,6
Корнеклубнеплоды						
Картофель	77,7	1,9	0,1	0,6	18,7	1,0
Морковь красная	87,7	1,2	0,2	1,1	8,9	0,9
Свекла кормовая	87,6	1,3	0,1	0,9	9,1	1,0
Свекла сахарная	76,8	1,6	0,2	1,4	19,0	1,0
Тыква	90,2	1,3	0,4	1,3	6,2	0,6
Зерновые корма						
Горох	13,6	22,2	1,9	5,4	54,1	2,8
Кукуруза	14,8	10,2	4,7	2,7	66,1	1,5
Овес	13,3	10,7	4,1	9,9	58,7	3,3
Просо	12,0	12,3	3,3	8,3	60,8	3,3
Пшеница	12,0	14,7	2,4	2,6	66,8	1,8
Рожь	13,0	12,7	1,9	2,2	68,4	1,8
Сорго	13,0	12,5	2,9	3,5	65,8	2,3
Ячмень	13,0	10,5	2,3	5,5	65,7	3,0
Соя	11,4	33,2	15,3	7,3	27,6	5,2
Отходы технических производств						
Отруби пшеничные	14,8	15,5	3,2	8,4	53,2	4,9

Отруби ржанные	14,0	15,5	3,4	8,1	53,7	5,3
Жмых подсолнечный	8,8	39,2	10,2	13,0	22,5	6,3
Жмых соевый	12,9	38,5	7,6	4,8	30,7	5,5
Шрот подсолнечный	9,8	41,1	3,6	14,1	21,9	6,5
Шрот соевый	14,6	40,0	2,0	6,4	31,9	5,4
Барда хлебная свежая	91,9	1,9	0,4	0,9	4,5	1,3
Дробина пивная свежая	76,4	5,9	1,7	3,9	10,7	1,1
Дрожжи гидролизные	11,5	43,7	2,2	1,4	33,9	7,3
Дрожжи пекарские	73,2	13,0	0,8	0,1	10,6	2,3
Жом свежий	88,8	1,2	0,3	3,3	5,7	0,7
Патока кормовая	19,6	9,9	-	-	63,0	7,5
Корма животного происхождения						
Молоко коровье цельное	87,0	3,6	3,8	-	4,9	0,7
Обрат свежий	90,9	3,3	0,3	-	4,8	0,7
Обрат сушеный	9,6	30,6	3,3	-	49,4	7,4
Пахта свежая	90,5	3,5	0,7	-	4,6	0,7
Сыворотка	94,1	1,0	0,9	-	3,4	0,6
Творог свежий (обезжиренный)	81,3	15,0	0,9	-	1,9	0,9
Мясокостная мука (золы 30%)	9,2	46,7	14,0	-	3,8	23,3
Мясокостная мука (золы 20%)	10,0	50,8	15,6	-	3,6	16,3

Мясная мука	8,5	57,0	15,6	-	4,2	14,7
Рыбная мука	17,6	41,6	3,9	-	12,7	24,2

Содержание

1. Правила поведения студентов в химической лаборатории ...	3
2. Основные правила безопасности в лаборатории	3
3. Взятие средней пробы.....	4
4. Определение первоначальной и гигроскопической влаж - ности..	7
5. Определение общей влажности и сухого вещества.....	11
6. Определение «сырой» золы.....	12
7. Методика определения кальция.....	14
8. Методика определения фосфора.....	16
9. Определение «сырого» жира.....	17
10.Определение сырого протеина.....	17
11.Определение сырой клетчатки.....	22
12.Определение БЭВ.....	25
13.Определение каротина.....	26

Составители:

Васильев Алексей Алексеевич

Коробов Александр Петрович

Москаленко Сергей Петрович

Сивохина Любовь Александровна

Кузнецов Максим Юрьевич

Зоотехнический анализ кормов

Методические указания для студентов очной и заочной форм обучения по специальности «Ветеринария» и направлению подготовки «Зоотехния»