

Министерство сельского хозяйства и продовольствия  
Республики Беларусь

Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия  
ветеринарной медицины

**В. Г. Микуленок, А. М. Синцерова, А. В. Жалнеровская**

## **ЗООТЕХНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КОРМОВ**

Учебно-методическое пособие по дисциплине  
«Кормление сельскохозяйственных животных»  
для студентов по специальности 1-74 03 01 «Зоотехния»  
очной и заочной форм получения образования

Витебск  
ВГАВМ  
2020

УДК 636.085.33 (07)  
ББК 45.451.1  
М59

Рекомендовано к изданию методической комиссией биотехнологического факультета УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины» от 27 октября 2020 г. (протокол № 1)

Авторы:

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *В. Г. Микуленок*;  
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *А. М. Синцерова*;  
ассистент *А. В. Жалнеровская*

Рецензенты:

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *И. В. Сучкова*;  
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *Т. М. Шлома*

**Микуленок, В. Г.**

М59 Зоотехнический анализ кормов: учебно-методическое пособие по дисциплине «Кормление сельскохозяйственных животных» для студентов по специальности 1-74 03 01 «Зоотехния» очной и заочной форм получения образования / В. Г. Микуленок, А. М. Синцерова, А. В. Жалнеровская. – Витебск : ВГАВМ, 2020. – 48 с.

Учебно-методическое пособие написано в соответствии с программой по кормлению сельскохозяйственных животных для высших сельскохозяйственных учебных заведений по специальности 1-74 03 01 «Зоотехния» очной и заочной форм получения образования.

Данное пособие предназначено в качестве учебно-методического пособия при лабораторных исследованиях кормов для студентов высших сельскохозяйственных учебных заведений очной и заочной формы получения образования, магистрантов, аспирантов, слушателей ФПК, специалистов кормовых лабораторий АПК и комбинатов хлебопродуктов.

УДК 636.085.33 (07)  
ББК 45.451.1

© УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», 2020

## Введение

Важнейшая задача науки по кормлению сельскохозяйственных животных - совершенствование зоотехнического анализа кормов. Недостаточная осведомленность о фактическом составе кормов в значительной мере осложняет практическое кормление животных. Последствия неполноценного кормления из-за несбалансированности рационов по питательным и биологически активным веществам ведут к глубоким нарушениям обмена веществ, что приводит к нарушению функции воспроизводства, заболеваниям, преждевременной выбраковке. Чтобы избежать этих негативных последствий, необходимо организовывать биологически полноценное кормление животных по детализированным нормам с учетом фактической питательности кормов. Располагая данными о фактическом составе и питательности кормов, можно оперативно изменять состав рациона, разрабатывать рецепты комбикормов, премиксов и кормовых добавок, и, тем самым, предупреждать последствия несбалансированного кормления. Результаты комплексной работы позволяют специалистам избежать потери животноводческой продукции и сократить затраты на их производство.

Главной задачей зоотехнического анализа является достоверное определение фактического содержания основных питательных веществ в объемистых и концентрированных кормах, предназначенных для кормления сельскохозяйственных животных.

Методами зоотехнического анализа определяют группы сырых питательных веществ, содержащихся в кормах.

По системе группового анализа корм исследуют по шести фракциям: влага, сырая зола, сырой протеин, сырой жир, сырая клетчатка и безазотистые экстрактивные вещества.

## ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

- БЭВ** – безазотистые экстрактивные вещества
- ГВ** – гигроскопическая влага
- К.ед., корм.ед.** – овсяная кормовая единица
- КДК** – кислотно-детергентная клетчатка
- КРС, кр.рог.ск.** – крупный рогатый скот
- НДК** – нейтрально-детергентная клетчатка
- ОЭ** – обменная энергия
- МДж** – мегаджоуль
- ПВ** – питательные вещества
- СВ** – сухое вещество
- СП** – сырой протеин
- П.П.** – переваримый протеин
- ОЭ** – обменная энергия
- ОВ** – общая влага
- СЗ** – сырая зола
- СЖ** – сырой жир
- СК** – сырая клетчатка
- Са** – кальций
- Р** – фосфор

## **ТЕМА 1. ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ В ЛАБОРАТОРИИ ПО АНАЛИЗУ КОРМОВ. СХЕМА ЗООТЕХНИЧЕСКОГО АНАЛИЗА КОРМОВ. ТЕХНИКА ВЗЯТИЯ СРЕДНЕЙ ПРОБЫ КОРМОВ. ПОДГОТОВКА ПРОБЫ К АНАЛИЗУ. РАБОТА С АНАЛИТИЧЕСКИМИ ВЕСАМИ**

**Цель занятия:** освоить основные правила техники безопасности при работе в лаборатории по зоотехническому анализу кормов; технику взятия средней пробы кормов (зерновых, силосованных, грубых кормов, корнеклубнеплодов); технику работы на аналитических весах.

Ознакомиться со схемой зоотехнического анализа кормов, подготовкой пробы к анализу (измельчение, высушивание, помол, просеивание).

**Приборы:** аналитические весы.

### **ПРОВЕДЕНИЕ ЗАНЯТИЯ**

**Задание 1. Изучите основные правила техники безопасности при работе в лаборатории по зоотехническому анализу кормов**

#### **ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ В ЛАБОРАТОРИИ ПО ЗООТЕХНИЧЕСКОМУ АНАЛИЗУ КОРМОВ**

1. В лаборатории следует работать в чистом халате, соблюдая чистоту, порядок и правила безопасной работы.

2. При работе с кислотами и щелочами (концентрированными или слабо разведенными) необходимо следить, чтобы они не попадали на одежду, столы. Особенно опасно попадание брызг кислоты в глаза, на руки, так как возникают ожоги. При ожогах кислотой необходимо быстро смыть ее водой, а затем обработать нейтрализующим 2% раствором соды или слабым раствором аммиака. При ожогах щелочью необходимо тщательно смыть ее водой, а затем 1% раствором лимонной или уксусной кислот. При попадании щелочи в глаза нужно, после обильного промывания водой, промыть насыщенным раствором борной кислоты.

3. Пролитую на пол или стол серную кислоту засыпают песком, посыпают содой, а затем моют водой.

4. Все кислоты и щелочи высокой концентрации отмеривают только мерным цилиндром, а не пипеткой во избежание попадания реактивов в ротовую полость и пищевод.

5. При смешивании концентрированных кислот с водой необходимо приливать кислоту в воду небольшими порциями и все время взбалтывать раствор.

6. Запрещается выливать в раковинку концентрированные или слабо разведенные кислоты и щелочи, летучие соединения, сильно пахнущие вещества, легко воспламеняющиеся и другие горючие жидкости. Не засорять раковины осколками стекла, использованными фильтрами, лакмусовыми бумажками и т. д.

7. Анализы, связанные с выделением и образованием вредных, ядовитых, огнеопасных паров проводят только в вытяжном шкафу под тягой.

8. Перед работой с легко воспламеняющимися веществами (серный эфир, спирт, бензин, бензол, ацетон и др.) необходимо убедиться в том, что поблизости нет открытого огня (пламени горелки, обрывной спирали электроплитки), нельзя пользоваться спичками, зажигалками.

9. Все работы с легковоспламеняющимися веществами выполняют только в вытяжном шкафу.

10. Аккуратно обращаться со стеклянной посудой. Небрежное отношение к ней может быть причиной тяжелых травм. Запрещается пользоваться посудой с отбитыми краями и трещинами. Запрещается проводить нагревание в химической посуде из нетермостойкого стекла.

11. При работе на аппаратах Сокслета или Кьельдаля необходимо постоянно следить за их работой и за нормальной работой холодильника. Нельзя оставлять приборы без наблюдения, уходя, нужно выключить нагревательные приборы и воду.

12. Перед началом использования электрических приборов убедиться в их исправности, проверить исправность электропроводки, вилок, шнура. При выключении электрических приборов необходимо отключать прибор из розетки не за шнур, а за вилку. Такое действие предупреждает обрыв шнура и препятствует короткому замыканию.

13. При возникновении пожара необходимо принять меры к его ликвидации: выключить электричество, вентиляцию, закрыть окна, удалить от участков возгорания все горючие вещества. При тушении следует пользоваться сухим песком, кошмой, огнетушителями. Если горит нерастворимое в воде вещество (бензин, эфир, скипидар), необходимо применять для тушения песок, кошму, асбест, углекислотные огнетушители, но ни в коем случае воду, так как она способствует распространению пожара.

14. Если пожар распространяется с большой силой, немедленно покиньте лабораторию, при этом закройте дверь и вызовите пожарную часть по телефону 101 (в т.ч. с мобильного).

15. При переносе сосуда с горючей жидкостью необходимо держать его обеими руками, отстранив от себя и придерживая одной рукой дно, подложив полотенце, ветошь.

16. По окончании работы в лаборатории необходимо привести в порядок свое рабочее место, вымыть руки, внимательно проверить, выключены ли все водораспределительные, газовые краны, электрические приборы.

17. После изучения основных правил и прохождения первичного инструктажа со стороны преподавателя студент обязан расписаться в журнале регистрации прохождения инструктажа по технике безопасности при работе в лаборатории по зоотехническому анализу кормов, который хранится на кафедре.

**Задание 2 . Ознакомьтесь со стандартной формой этикетки по отбору средней пробы корма в хозяйстве и заполните имеющиеся данные для пробы** \_\_\_\_\_

(название корма)

**Этикетка по отбору средней пробы корма**

Наименование корма	
Хозяйство, район, область	
Отделение, бригада, звено	
Ботанический состав и фазы вегетации растений	
Год урожая	№ укоса
Сроки заготовки: начало	окончание
Тип хранилища (способ хранения)	
Партия корма, т	
Добавки, консерванты, используемые при заготовке кормов, кг/т (название, доза)	
Температура силосной, сенажной массы до укрытия, °С	
Вид укрытия	
Погодные условия в период уборки (сухо, пасмурно, дождливо)	
Технология заготовки (измельчение массы, способ сушки, прессование и т.д.)	
Дата отбора пробы	
Органолептическая оценка:	
цвет	
запах	
наличие плесени	
засорённость	
Ответственный за отбор проб:	
Члены комиссии:	

**Задание 3. Изучите технику взятия проб кормов (приложение 1) и кратко опишите технику взятия пробы** \_\_\_\_\_

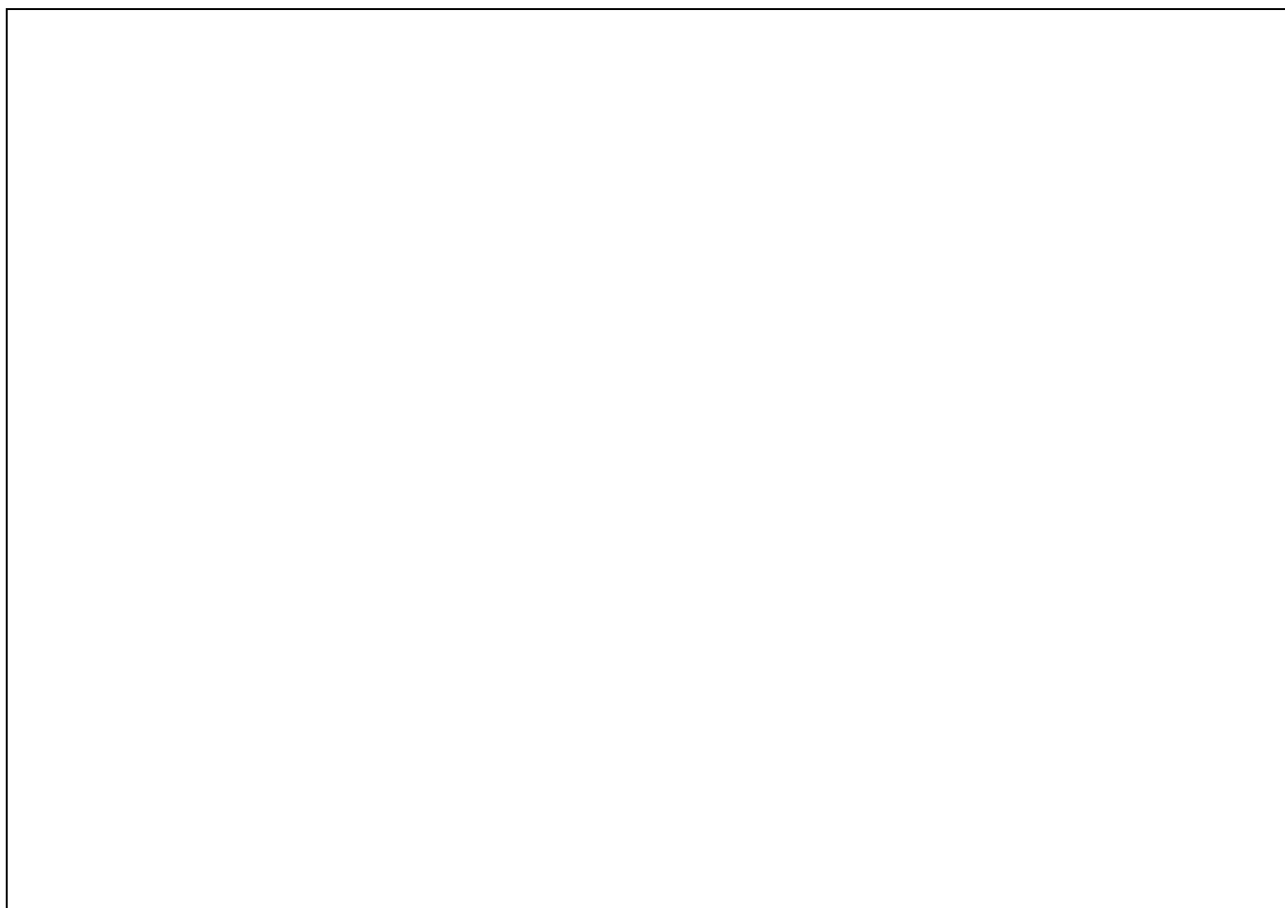
(название корма)

**из** \_\_\_\_\_  
(указать место хранения корма)

<b>Точечная:</b>
<b>Объединенная:</b>
<b>Средняя:</b>

Для анализа:

**Задание 4. Изобразите схему зоотехнического анализа кормов**



**Задание 5. Изучить правила работы и освоить технику взвешивания на аналитических весах (приложение 1).**

## **ТЕМА 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛАГИ И СЫРОЙ ЗОЛЫ В КОРМАХ**

**Литература:** 5, 11, 15, 19.

**Цель занятия:** ознакомиться с методиками определения первоначальной и гигроскопической влаги, сырой золы. Провести анализ определения первоначальной и гигроскопической влаги, сырой золы в образцах корма.

### **ПРОВЕДЕНИЕ ЗАНЯТИЯ**

**Задание 1. Определите первоначальную и гигроскопическую влагу в корме. Полученные результаты занесите в таблицу 1.**



**Сущность методики определения первоначальной и гигроскопической влаги** заключается в последовательном определении в пробе: а) воздушно-сухого состояния, путем определения первоначальной влаги, посредством высушивания пробы при температуре 60-65°C, б) абсолютно сухого вещества корма, путем определения гигроскопической влаги, посредством высушивания пробы воздушно-сухого состояния при температуре (105±2) °С.

#### **Определение первоначальной влаги**

**Оборудование:** весы лабораторные 3-го и 4-го класса точности с наибольшим пределом взвешивания 500 г; мельница лабораторная; шкаф сушильный электрический с терморегулятором; сито с отверстиями диаметром 1 мм; фарфоровые чашки диаметром 12 см или кюветы металлические с сетчатым дном размером 45 см x 26 см x 5 см.

#### ***Процесс выполнения:***

- 1) пронумеровать тару (фарфоровые чашки или кюветы);
- 2) просушить пронумерованную тару;
- 3) взвесить тару на лабораторных весах с погрешностью не более 0,01 г;
- 4) массу тары записать в тетрадь;
- 5) во взвешенную тару положить анализируемую пробу корма (при натуральной влажности) в количестве 200 г;
- 6) поместить в сушильный шкаф;
- 7) высушивать при температуре 60-65°C до воздушно-сухого состояния;
- 8) охлаждение пробы проводят на лабораторном столе в течение 1 ч;
- 9) для проверки полноты высушивания чашку с пробой снова ставят в сушильный шкаф на 1 ч;
- 10) затем охлаждают на лабораторном столе и снова взвешивают. Массу считают постоянной, если разница между первым и вторым взвешиваниями высушенной и охлажденной пробы не превышает 0,5% массы высушенной пробы;
- 11) вычисляют массовую долю влаги по формуле:

$$ПВ = \frac{M_2 - M_3}{M_2 - M_1} \times 100, \quad (1)$$

где **ПВ** – первоначальная влага, %;

**M<sub>2</sub>** – масса тары с пробой до высушивания, г;

**M<sub>3</sub>** – масса тары с пробой после высушивания, г;

**M<sub>1</sub>** – масса пустой тары, г;

**100** – коэффициент пересчета в проценты.

За результат испытания принимают среднее арифметическое значение результатов двух параллельных определений. Результаты вычисляют до третьего десятичного знака и округляют до второго десятичного знака;

12) высушенную пробу размалывают, просеивают через сито с отверстиями диаметром 1 мм;

13) остаток на сите измельчают ножницами или в ступке, добавляют к просеянной части и перемешивают;

14) пробу хранят в сухом месте в чистой стеклянной или пластмассовой банке с плотно закрывающейся крышкой или пробкой.

Масса подготовленной пробы должна быть не менее 150 г.

### **Определение гигроскопической влаги**

**Оборудование:** весы лабораторные 2-го класса точности с наибольшим пределом взвешивания 200 г; шкаф сушильный электрический с терморегулятором; бюксы стеклянные диаметром 20 мм и высотой 35 мм и диаметром 22 мм и высотой 45 мм; щипцы муфельные для тиглей; эксикатор, заправленный хлористым кальцием.

#### ***Процесс выполнения:***

1. Высушивают открытые стеклянные (или алюминиевые) бюксы с крышками в сушильном шкафу при температуре  $(105 \pm 2)^\circ\text{C}$  в течение 1 ч.

2. Стеклянные (или алюминиевые) бюксы закрывают крышками, вынимают щипцами и ставят в эксикатор для охлаждения.

3. Охлажденные стеклянные (или алюминиевые) бюксы взвешивают на лабораторных весах с погрешностью не более 0,001 г.

4. В бюксы помещают навеску размолотой воздушно-сухой пробы массой 2-3 г, взвешенную с погрешностью не более 0,001 г (силос, сенаж, зеленые корма, корнеклубнеплоды).

В бюксы помещаем навеску размолотой воздушно-сухой пробы массой 5,0 г, взвешенную с погрешностью не более 0,005 г (комбикорм, зерно, премикс, жмых, шрот, БВМД).

5. Бюксы с пробами помещают в сушильный шкаф, крышки бюксов снимают и ставят рядом или кладут на бюксы ребром. Высушивание проводят при температуре  $(105 \pm 2)^\circ\text{C}$  в течение 3 ч. (силос, сенаж, зеленые корма, корнеклубнеплоды).

Бюксы с пробами помещают в сушильный шкаф; крышки бюксов снимают и ставят рядом или кладут на бюксы ребром. Высушивание проводят при температуре  $(105 \pm 2)^\circ\text{C}$  в течение 2 ч. (комбикорм, зерно, премикс, жмых, шрот, БВМД).

6. Стеклянные (или алюминиевые) бюксы закрывают крышками, вынимают щипцами и ставят в эксикатор для охлаждения на 40-50 минут. Взвешивают.

7. Вычисляют процент гигроскопической влаги в воздушно-сухом веществе по формуле:

$$ГВ = \frac{M_2 - M_3}{M_2 - M_1} \times 100, \quad (2)$$

где ГВ – гигроскопическая влага, %;

$M_2$  – масса бюкса с пакетом и кормом до высушивания, г;

$M_3$  – масса бюкса с пакетом и кормом после высушивания, г;

$M_1$  – масса бюкса с пакетом, г;

100 – коэффициент пересчета в проценты.

За результат испытания принимают среднее арифметическое результатов двух параллельных определений. Результаты вычисляют до третьего десятичного знака и округляют до второго десятичного знака (силос, сенаж, зеленые корма, корнеклубнеплоды).

За результат испытания принимают среднее арифметическое результатов двух параллельных определений. Результаты вычисляют до второго десятичного знака и округляют до десятых долей процента (комбикорм, зерно, премикс, жмых, шрот, БВМД).

8. Массовую долю общей влаги (ОВ), %, рассчитывают на основании результатов определения первоначальной и гигроскопической влаги по формуле:

$$ОВ = ГВ + \frac{ПВ \cdot (100 - ГВ)}{100}, \quad (3)$$

где **ПВ** – массовая доля первоначальной влаги, %;  
**ГВ** – массовая доля гигроскопической влаги, %.

9. Расчет общей влаги в натуральном корме, %

10. Расчет общей влаги в натуральном корме, г

Полученные данные запишите в таблицу 1.

**Таблица 1 – Определение влаги в**

(название корма)

Показатели		Результаты
№ бюкса		
M <sub>1</sub>	Масса бюкса с пакетом, г	
M <sub>2</sub>	Масса бюкса с пакетом и кормом до высушивания, г	
M <sub>2</sub> - M <sub>1</sub>	Масса навески, г	
M <sub>3</sub>	Масса бюкса с пакетом и кормом после высушивания, г	
Содержание гигроскопической влаги в пробе корма, %		
Содержание общей влаги: в СВ корма, %		
в натуральном корме, %		
в натуральном корме, г		

**Задание 2. Определите содержание сырой золы в кормах. Полученные результаты запишите в таблицу 2.**

*Сущность методики определения сырой золы в кормах* заключается в 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<sub>2</sub> 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).

### **Определение сырой золы в кормах**

**Оборудование:** весы лабораторные 2-го класса точности с наибольшим пределом взвешивания 200 г; печь муфельная с регулируемым нагревом; щипцы для тиглей муфельные; плитка электрическая; тигли фарфоровые №3 или №4; эксикатор; палочки стеклянные.

**Реактивы:** вода дистиллированная; перекись водорода.

### ***Процесс выполнения:***

1. Тигель доводят до постоянной массы прокаливанием в муфельной печи при температуре  $525 \pm 25^\circ\text{C}$  в течение 2 час.; охлаждают в эксикаторе до комнатной температуры и взвешивают на весах 2-го класса точности.

2. Этот процесс повторяют (прокаливая тигель в течение 30 минут) до достижения постоянной массы тигля, т.е. разность результатов двух последовательных взвешиваний не должна превышать 0,001 г.

3. Прокаленный и доведенный до постоянной массы тигель хранят в эксикаторе над хлористым кальцием.

4. В тигель, доведенный до постоянной массы, помещают испытуемую пробу массой 0,5-2 г (количество определяемой золы должно быть не менее 50 мг).

5. Пробу укладывают в тигель без уплотнения, для того, чтобы в ее нижние слои поступал кислород воздуха. Пробой заполняют не более половины тигля.

6. Тигель с пробой взвешивают на лабораторных весах и определяют величину навески по разнице между массой тигля с пробой и пустого тигля.

7. Тигель с пробой помещают на электроплитку в вытяжном шкафу и сжигают (избегая воспламенения пробы) до прекращения выделения дыма.

8. После прекращения выделения дыма тигель помещают в муфельную печь и прокаливают в течение 4-5 час. при температуре  $525 \pm 25^\circ\text{C}$ . Отсутствие частичек угля и равномерно серый цвет золы указывает на полное озоление материала.

9. При наличии частиц угля тигель с золой охлаждают на воздухе (на рабочем столе), прибавляют несколько капель дистиллированной воды и 1 см<sup>3</sup> 3%-ного раствора перекиси водорода. Содержимое тигля выпаривают (в сушильном шкафу, на электроплитке (или другим способом), тигель помещают в печь и прокаливают при температуре  $525 \pm 25^\circ\text{C}$  в течение 1 часа.

10. По окончании прокаливании тигель с золой охлаждают в муфельной

печи, затем в эксикаторе, и взвешивают на лабораторных весах. Прокаливание и взвешивание повторяют до достижения постоянной массы тигля с золой. Постоянство массы считается достигнутым, если разность результатов двух последовательных взвешиваний составляет не более 0,001 г.

11. Определяют массовую долю сырой золы (СЗ) в % по формуле:

$$CЗ = \frac{M_2 - M_0}{M_1 - M_0} \times 100, \quad (4)$$

где  $M_0$ - масса тигля, г;

$M_1$  – масса тигля с пробой до озоления, г;

$M_2$  – масса тигля с золой, г;

**100** – коэффициент пересчета в проценты.

Результаты вычисляют до второго десятичного знака и округляют до первого десятичного знака.

12. Расчет сырой золы в натуральном корме, %

13. Расчет сырой золы в натуральном корме, г

Полученные результаты записывают в таблицу 2.

**Таблица 2 – Определение сырой золы в \_\_\_\_\_**  
(название корма)

Показатели	Результаты
№ тигля	
Масса пустого тигля, г ( $M_0$ )	
Масса тигля с кормом, г ( $M_1$ )	
Масса навески, г ( $M_1 - M_0$ )	
Масса тигля с золой после прокаливания, г ( $M_2$ )	
Содержание сырой золы: в СВ корма, %	
в натуральном корме, %	
в натуральном корме, г	

### ТЕМА 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ КАЛЬЦИЯ И ФОСФОРА В КОРМАХ

**Литература:** 12, 13.

**Цель занятия:** ознакомиться с методикой определения кальция, фосфора в кормах. Провести анализ определения кальция и фосфора в корме.

#### ПРОВЕДЕНИЕ ЗАНЯТИЯ

**Задание 1.** Ознакомьтесь с методикой определения кальция в кормах. Проведите анализ определения кальция в корме. Полученные результаты зане-

сите в таблицу 1.

**Оборудование:** пипетки на 10 мл с макроконтролером, дозатор, колбы конические с широким горлом вместимостью 250 см<sup>3</sup>, мерный цилиндр.

**Реактивы:** хром темно-синий кислотный, эриохром сине-черный Р®, стандарт-титр трилона Б, раствор концентрации 0,01 моль/дм<sup>3</sup>, кальцеин (флуорексон), натрий лимоннокислый трехзамещенный, 5,5-водный, гидроксилламин гидрохлорид, триэтанолламин гидрохлорид, вода дистиллированная.

**Сущность методики определения кальция** заключается в образовании в щелочной среде малодиссоциированного комплексного соединения кальция с динатриевой солью этилендиамина –N', N', N', N' – тетрауксусной кислоты (трилон Б) и определении эквивалентной точки при титровании с использованием металл-индикаторов. Минерализацию проб проводят способом мокрого или сухого озоления.

**Процесс выполнения:**

1. В зависимости от предполагаемого содержания кальция от 5 до 20 см<sup>3</sup> исходного раствора золы переносят пипеткой или шприцем-дозатором в широкогорлые колбы вместимостью 250 см<sup>3</sup>, доводят объем раствора дистиллированной водой до 100 см<sup>3</sup> (на колбах можно сделать метки и в дальнейшем доливать воду, не измеряя цилиндром).

2. Сюда же добавляют на кончике ножа (около 30 мг) лимоннокислый натрий, гидроксилламин и 10 см<sup>3</sup> 20%-ного раствора гидроксида калия, а также около 30 мг одного из индикаторов (кальцеин, мурексид, эрихром, хром кислотный темно-синий).

3. После добавления каждого реагента раствор перемешивают.

4. Титруют не позднее чем через 10 мин. раствором трилона Б концентрации 0,01 моль/дм<sup>3</sup> в присутствии «свидетеля» до перехода окраски от красной в голубую при использовании эриохрома сине-черного Р®, желто-зеленой – в розовую при использовании кальцеина, фиолетовой – в синюю при использовании хрома кислотного темно-синего, от темно-розового до фиолетового – при использовании мурексида.

*Допускается замена сухих солей лимоннокислого натрия, гидроксилламина на раствор триэтанолламина, который приливают в количестве 3 см<sup>3</sup>.*

Массовую долю кальция в исследуемой пробе Ca, %, рассчитывают по формуле:

$$Ca = \frac{V_1 \times V_2 \times \tilde{N} \times 0,040 \times 100}{V_3 \times m}, \quad (5)$$

где V<sub>1</sub> – исходный объем исследуемого раствора, см<sup>3</sup>;

V<sub>2</sub> – объем раствора трилона Б, израсходованный на титрование исследуемого раствора, см<sup>3</sup>;

V<sub>3</sub> – объем исследуемого раствора, взятый на титрование, см<sup>3</sup>;

C – концентрация раствора трилона Б;

m – масса навески (см. определение сырой золы), г;

100 – коэффициент пересчета в проценты.

За окончательный результат испытания принимают среднеарифметиче-

ское двух параллельных определений.

Результаты рассчитывают до третьего десятичного знака и округляют до второго десятичного знака.

5. Расчет кальция в натуральном корме, %

6. Расчет кальция в натуральном корме, г

Данные запишите в таблицу 1.

**Таблица 1 – Определение кальция в**

Показатели	(название корма)	
	Ед.измерения	Результаты
Масса навески (m)	г	
Исходный объем исследуемого раствора ( $V_1$ )	см <sup>3</sup>	
Объем исследуемого раствора, взятый для титрования ( $V_3$ )	см <sup>3</sup>	
Объем раствора трилона Б, израсходованный на титрование исследуемого раствора ( $V_2$ )	см <sup>3</sup>	
Концентрация раствора трилона Б (С)	коэффициент	0,01
Содержание кальция: в СВ корма	%	
в натуральном корме, %		
в натуральном корме, г		

**Задание 2.** Ознакомьтесь с методикой определения фосфора в кормах. Проведите анализ определения фосфора в корме. Полученные результаты занесите в таблицу 2.

**Оборудование:** спектрофотометр или фотоэлектроколориметр с максимум светопропускания в области 440-465 нм; пипетки на 10 мл с макроконтролером или дозаторы с той же вместимостью; мерный цилиндр; кювета с толщиной просвечиваемого слоя 5-20 мм; мерная колба вместимостью 50 см<sup>3</sup>.

**Реактивы:**

– *раствор азотной кислоты (раствор № 1)* – один объем концентрированной азотной кислоты разводят двумя объемами дистиллированной воды, перемешивают;

– *раствор ванадиевокислого мета (раствор № 2)* – 2,5 г ванадиевокислого аммония растворяют в нагретой до кипения дистиллированной воде, охлаждают, добавляют 20 см<sup>3</sup> концентрированной азотной кислоты и доводят объем раствора дистиллированной водой до 1000 см<sup>3</sup>, перемешивают;

– *раствор молибденовокислого аммония (раствор №3)* – 50 г молибденовокислого аммония растворяют в горячей (свыше 75°С) воде, охлаждают и доводят объем раствора дистиллированной водой до 1000 см<sup>3</sup>, перемешивают;

– *окрашивающая смесь (раствор №4)* – равные объемы растворов №1, 2, 3 последовательно смешивают и в случае появления мути отфильтровывают.

**Сущность методики определения фосфора** заключается в

минерализации пробы способом сухого или мокрого озоления с образованием солей ортофосфорной кислоты и последующем фотометрическом определении фосфора в виде окрашенного в желтый цвет соединения – гетерополиокислоты, образующегося в кислой среде в присутствии ванадат- и молибдатионов. В полученном растворе измеряют оптическую плотность на фотоэлектроколориметре при длине волны 440-465 нм (синий светофильтр).

**Процесс выполнения:**

1. 10 мл исходного зольного раствора переносят в мерную колбу вместимостью 50 см<sup>3</sup> и добавляют 5 см<sup>3</sup> раствора №1, перемешивают.

2. Прибавляют 15 см<sup>3</sup> реагирующей смеси (раствор №4), взбалтывают, доводят до метки дистиллированной водой и перемешивают.

3. Через 30 минут испытуемые зольные растворы анализируемых образцов фотометрируют относительно контрольного (холостого) раствора (раствора, не содержащего фосфора, – вместо зольного раствора добавляют дистиллированную воду). Фотометрирование проводят в кюветы с толщиной просвечиваемого слоя 5-20 мм, используя синий светофильтр с максимум светопропускания в области 440-465 нм.

По результатам фотометрирования растворов сравнения строят градуировочный график, откладывая на оси абсцисс – содержание фосфора в 100 см<sup>3</sup> растворов сравнения в миллиграммах, на оси ординат – соответствующее значение оптической плотности.

4. Массовую долю фосфора (P) рассчитывают по формуле, %:

$$P = \frac{m_1 \cdot 100}{m}, \quad (6)$$

где **m<sub>1</sub>** – масса фосфора в навеске, найденная по графику, мг;

**m** – масса навески, мг;

**100** – коэффициент пересчета в проценты.

Результаты вычисляют до третьего десятичного знака и округляют до второго десятичного знака.

5. Расчет фосфора в натуральном корме, %

---

---

6. Расчет фосфора в натуральном корме, г

---

---

Данные запишите в таблицу 2.



**Таблица 2 – Определение фосфора в \_\_\_\_\_** (название корма)

Показатели	Результаты
Масса навески, мг (m)	
Показания колориметра (экстинкция)	
Количество фосфора, установленное по градуировочному графику, мг (m <sub>1</sub> )	
Содержание фосфора: в СВ корма, %	
в натуральном корме, %	
в натуральном корме, г	

#### ТЕМА 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СЫРОГО ЖИРА В КОРМАХ

**Литература:** 2.

**Цель занятия:** ознакомиться с методикой определения сырого жира в кормах. Провести анализ по определению сырого жира в кормах.

#### ПРОВЕДЕНИЕ ЗАНЯТИЯ

**Задание:** ознакомьтесь с методикой определения сырого жира в кормах. Проведите анализ по определению сырого жира в кормах.

**Оборудование:** аппарат Сокслета; аналитические весы; шкаф сушильный электрический вентилируемый; баня водяная с терморегулятором; эксикатор; бумага фильтровальная лабораторная; стеклянные бюксы.

**Реактивы:** диэтиловый или петролейный эфир.

**Сырой жир** – это смесь триглицеридов жирных кислот и сопутствующих веществ (свободные жирные кислоты, спирты, альдегиды, провитамины, пигменты, стерины, эфирные масла и др.), извлекаемых органическими растворителями.

**Сущность метода** заключается в экстракции сырого жира из навески диэтиловым или петролейным эфиром в аппарате Сокслета, удалении растворителя и взвешивании обезжиренного остатка.

**Процесс выполнения:**

1. Подготовленные пакетики (после определения гигроскопической влаги в пробе) поместить в экстрактор аппарата Сокслета вертикально по 4 пакетика в ряд.

2. В экстрактор наливают эфир так, чтобы он покрывал пакетики.

3. Наливают эфир также и в колбу аппарата Сокслета, в таком количестве, чтобы после его слива из экстрактора общий объем растворителя не превышал 2/3 объема колбы.

4. Затем собирают аппарат и оставляют его в таком виде на ночь.

5. Экстракцию проводят на следующий день, предварительно заполнив водой холодильник для охлаждения паров эфира.

6. На водяной бане нагревают аппарат Сокслета. При нормальном кипении эфира должно быть 6-7 сливаний в час. Экстракция должна

продолжаться 5-8 ч (при проведении испытаний проб с высоким содержанием жира, для более полного его извлечения, время экстракции увеличивают до 10-12 ч).

7. По окончании экстракции пакетики вынимают из аппарата Сокслета и кладут их в вытяжной шкаф для испарения эфира.

8. После испарения эфира пакетики помещают в тот же стеклянный бюкс, в котором проводили высушивание; бюкс ставят в сушильный шкаф и сушат при температуре 105°C в течение 1 ч.

9. После охлаждения в эксикаторе бюкс с пакетом взвешивают на аналитических весах.

10. Последующее взвешивание проводят после повторной сушки в течение 30 минут. Сушку и взвешивание повторяют до тех пор, пока разность результатов двух последовательных взвешиваний составит не более 0,001 г.

11. Массовую долю сырого жира в пробе корма определяют по формуле:

$$СЖ = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \cdot 100, \quad (7)$$

где **СЖ** – массовая доля сырого жира, %;

**m<sub>2</sub>** – масса бюксы с пакетиком и кормом до обезжиривания, г;

**m<sub>3</sub>** – масса бюксы с пакетиком и кормом после обезжиривания, г;

**m<sub>1</sub>** – масса высушенной бюксы с пакетиком, г;

**100** – коэффициент пересчета в проценты.

Вычисления проводят до третьего десятичного знака с последующим округлением до второго десятичного знака.

12. Расчет фосфора в натуральном корме, %

13. Расчет фосфора в натуральном корме, г

Полученные результаты записывают в таблицу.

**Таблица – Определение сырого жира**

(название корма)	
Показатели	Результаты, г
№ бюкса	
Масса высушенной бюксы с пакетиком (M <sub>1</sub> )	
Масса бюксы с пакетиком и кормом до обезжиривания (M <sub>2</sub> )	
Масса бюксы с пакетиком и кормом после обезжиривания (M <sub>3</sub> )	
Масса навески корма (M <sub>2</sub> - M <sub>1</sub> )	
Содержание сырого жира : в СВ корма, %	
в натуральном корме, %	

## ТЕМА 5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СЫРОЙ КЛЕТЧАТКИ В КОРМАХ. ЗНАКОМСТВО С МЕТОДИКАМИ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ САХАРА И КРАХМАЛА В КОРМАХ. РАСЧЕТ СОДЕРЖАНИЯ В КОРМАХ БЕЗАЗОТИСТЫХ ЭКСТРАКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

**Литература:** 4, 8.

**Цель занятия:** ознакомиться с методикой определения в кормах сырой клетчатки, растворимых и легкогидролизуемых углеводов. Провести анализ определения сырой клетчатки в корме. Ознакомиться с методикой расчета содержания в кормах безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ).

### ПРОВЕДЕНИЕ ЗАНЯТИЯ

**Задание 1.** Ознакомьтесь с методикой определения в кормах сырой клетчатки. Проведите анализ определения сырой клетчатки в корме.

Метод основан на удалении из пробы корма кислотно-щелочерастворимых веществ и определении массы остатка, условно принимаемого за клетчатку. Сырой ее называют потому, что реагенты не полностью удаляют сопутствующие вещества – лигнин, гемицеллюлозы, пентозаны, минеральные вещества и др.

**Сущность метода** по определению сырой клетчатки в кормах (по Геннебергу и Штоману) заключается в экстракции из продукта дистиллированной водой при температуре 50-60 °С растворимых углеводов (сахаров), последующем гидролизе 1 % раствором серной кислоты легкогидролизуемых углеводов (крахмала) в остатке, дегидратации сахаров экстракта и гидролизата, окрашивании растворов антроновым реактивом и фотометрическом определении оптической плотности растворов.

**Оборудование:** весы лабораторные 3-го и 4-го класса точности; насос электрический с разрежением 13 Па или водоструйный, или Комовского; эксикатор; стаканчики (бюксы) стеклянные для взвешивания или алюминиевые диаметром 4-5 см, высотой 4-5 см; воронка Джандиери (в расширенной части ее находится плоская стеклянная пластинка с отверстиями диаметром 1-1,5 мм); воронка Бюхнера диаметром 8-10 см; воронка стеклянная диаметром 5 см; стаканы химические вместимостью 300-400 см<sup>3</sup>; колбы Бунзена для фильтрования под вакуумом; палочки стеклянные длиной 20 см с резиновым наконечником; бумага фильтровальная лабораторная, ткань для капронового сита диаметром отверстий не более 0,1 мм, ткань шелковая для сит.

**Реактивы:** диэтиловый эфир; кислота серная концентрированная; кислота соляная концентрированная; калия гидроокись; кальций хлористый; спирт этиловый ректификованный или технический (гидролизный); вода дистиллированная.

**Задание 2.** Ознакомьтесь с методикой определения в кормах сахаров и крахмала.

Метод основан на определении растворимых и легкогидролизуемых углеводов с антроновым реактивом. Наиболее распространенные сахара в

растительных кормах - моносахариды (глюкоза и фруктоза) и дисахариды (сахароза и мальтоза).

**Сущность метода** заключается в экстракции из продукта дистиллированной водой при температуре 50-60 °С растворимых углеводов (сахаров), последующем гидролизе 1% раствором серной кислоты легкогидролизуемых углеводов (крахмала) в остатке, дегидратации сахаров экстракта и гидролизата, окрашивании растворов антроновым реактивом и фотометрическом определении оптической плотности растворов.

**Оборудование:** фотоэлектроколориметр; аппарат для встряхивания; весы лабораторные; микроизмельчитель проб; шкаф сушильный лабораторный; дозатор, шприц или пипетка с макроконтролером; водяная баня.

**Реактивы:** серная кислота, цинк сернокислый 7-водный, цинк уксуснокислый 2-водный, калий железистосинеродистый 3-водный, антрон, глюкоза безводная, толуол, бензол, эфир петролейный, тиомочевина.

**Процесс выполнения:**

1. В занумерованный бюкс поместите бумажный фильтр, высушите в сушильном шкафу при температуре 105°С в течение 1 часа; охладите в эксикаторе; взвесьте на аналитических весах.

2. Возьмите навеску испытуемой пробы массой 1,5 г - для грубых и сочных кормов, около 2 г – для комбикормового сырья, 1 г - для комбикорма, взвешенную с точностью до 0,001 г.

3. Навеску испытуемой пробы поместите в стакан вместимостью 300-400 см<sup>3</sup>; корм в стакане залейте 4 %-ным раствором серной кислоты (200 мл - для грубых и сочных кормов; 100 мл - для комбикормов). Уровень жидкости в стакане зафиксируйте восковым карандашом.

4. Смесь тщательно перемешайте стеклянной палочкой и доведите до слабого кипения на электроплитке.

5. Кипячение продолжайте в течение 5 минут, считая от начала кипения, при периодическом помешивании палочкой. При сильном кипении под стакан необходимо положить асбест.

6. Стакан снимите с плитки, смойте со стенок приставшие частицы.

7. Дайте отстояться осадку, и, еще горячий раствор, отделите от осадка при помощи водоструйного насоса или насоса Комовского.

Для этого можно использовать:

– воронку диаметром 5 см, обтянутую шелковой тканью (или тканью из капронового сита) с диаметром отверстий ткани не более 0,1 мм;

– или воронку Джандиери с бумажным фильтром для проб с содержанием клетчатки не менее 3 %.

Воронка посредством толстостенной трубки соединяется с колбой Бунзена вместимостью 3-5 мл. Колба Бунзена соединена в свою очередь с электровакуумным, водоструйным насосом или насосом Комовского.

Насос приведите в действие и осторожно введите воронку в стакан до соприкосновения с поверхностью горячей жидкости (не рекомендуется погружать глубоко в жидкость) – раствор будет отсасываться в колбу Бунзена.

По мере отсасывания раствора воронку следует опускать таким образом, чтобы она все время касалась жидкости. Отсасывание продолжайте до тех пор, пока высота слоя над осадком не останется примерно 10 мм.

8. По окончании отсасывания воронку необходимо вынуть из стакана, перевернуть фильтры вверх и дать оставшейся в воронке жидкости стечь в колбу Бунзена.

9. Затем следует выключить насос и тщательно обмыть фильтр горячей дистиллированной водой, используя при этом стеклянную палочку с резиновым наконечником для снятия частиц с ткани.

10. Воронку промойте над стаканом.

11. Процесс отсасывания проведите три раза.

12. После промывания осадка дистиллированной водой от серной кислоты в стакан следует налить 100 мл 5 %-ного раствора гидроокиси калия и долить горячей дистиллированной водой до метки 200 мл (концентрация щелочи в стакане составит 2,5 %).

13. Содержимое стакана тщательно перемешайте и кипятите 5 минут на электроплитке при периодическом помешивании.

14. После кипячения осадок перенесите в воронку Бюхнера с бумажным фильтром, который должен быть предварительно высушен в сушильном шкафу при температуре 160°C, в течение 15 мин (или при 105°C в течение 1 часа) и взвешен вместе с бюксом.

15. Осадок на фильтре тщательно отмойте горячей дистиллированной водой от щелочи (проба на лакмус), затем промойте 15 мл спирта и 15 мл эфира. При фильтровании используйте электровакуумный или водоструйный насос.

16. Промытый таким образом осадок перенесите вместе с фильтром из воронки Бюхнера в тот же бюкс, в котором высушивали пустой фильтр, и высушивайте в сушильном шкафу при температуре 170°C в течение 1,5-2 час. (или при 105°C в течение 4 час.).

17. По окончании высушивания бюкс с фильтром и клетчаткой охладите в эксикаторе до комнатной температуры и взвесьте на аналитических весах.

18. Определите массу сырой клетчатки путем вычитания из массы бюкса с фильтром и клетчаткой массу бюкса с пустым фильтром.

19. Вычислите массовую долю (%) клетчатки (СК) в испытуемой пробе по формуле:

$$СК = \frac{m_1 \cdot 100}{m}, \quad (8)$$

где  $m_1$  – масса сырой клетчатки, г;

$m$  – масса навески, г;

**100** – коэффициент пересчета в проценты.

Результаты вычисляют до второго десятичного знака и округляют до первого десятичного знака.

Расчет сырой клетчатки в натуральном корме, %

20. Расчет сырой клетчатки в натуральном корме, г

Данные запишите в таблицу 6.

**Таблица 6 – Определение сырой клетчатки в**

(название корма)

Показатели	Результаты, г
№ мешочка	
Масса пустого мешочка ( $m_3$ )	
Масса мешочка с пробой корма ( $m_4$ )	
Масса навески ( $m$ ) = ( $m_4 - m_3$ )	
Масса мешочка с клетчаткой после высушивания ( $m_2$ )	
Масса сырой клетчатки ( $m_1$ ) = ( $m_2 - m_3$ )	
Содержание сырой клетчатки: в СВ корма, %	
в натуральном корме, %	
в натуральном корме, г	

**Задание 2.** Ознакомьтесь с методикой определения растворимых и легко-гидролизуемых углеводов.

**Сущность метода** заключается в экстракции из корма дистиллированной водой при температуре 50-60 °С **растворимых углеводов (сахаров)**, последующем гидролизе 1 % раствором серной кислоты **легкогидролизуемых углеводов (крахмала)** в остатке, дегидратации сахаров экстракта и гидролизата, окрашивании растворов антроновым реактивом и фотометрическом определении оптической плотности растворов.

**Оборудование:** фотоэлектроколориметр; аппарат для встряхивания; весы лабораторные; микроизмельчитель проб; шкаф сушильный лабораторный; дозатор, шприц или пипетка с макро контролером; водяная баня.

**Реактивы:** серная кислота, цинк серноокислый 7-водный, цинк уксуснокислый 2-водный, калий железистосинеродистый 3-водный, антрон, глюкоза безводная, толуол, бензол, эфир петролейный, тиомочевина.

**Процесс выполнения:**

**Получение экстрактов растворимых углеводов**

1. Берут навеску испытуемой пробы массой 0,5 г, взвешенную с точностью до 0,001 г.
2. Помещают в стакан вместимостью 250 см<sup>3</sup> с метками на 50 и 60 см<sup>3</sup> и заливают 60 см<sup>3</sup> дистиллированной воды, нагретой до температуры 50°С.
3. Помещают стакан в микроизмельчитель, где содержимое гомогенизируется в течение 2 минут при 3000 мин<sup>-1</sup>.
4. После гомогенизации винты размельчителя обмывают дистиллированной водой в тот же стакан и раствор фильтруют через стеклянную воронку с бумажным фильтром в мерную колбу вместимостью 100 см<sup>3</sup>.
5. Осадок переносят на фильтр и промывают небольшим количеством дистиллированной воды.

6. После охлаждения раствор доводят до метки дистиллированной водой и тщательно перемешивают. Получают исходный неосветленный экстракт растворимых углеводов.

#### **Получение гидролизатов легкогидролизуемых углеводов**

1. Осадок с фильтра после удаления растворимых углеводов тщательно смывают с помощью промывалки 1% раствором серной кислоты, подогретым до 70-80 °С, в тот же стакан, где проводилась гомогенизация.

2. Общий объем в стакане доводят до метки 50 см<sup>3</sup> 1% раствором серной кислоты и кипятят содержимое стакана в течение 5 минут при периодическом перемешивании стеклянной палочкой.

3. Затем содержимое стакана в горячем состоянии фильтруют через стеклянную воронку с бумажным фильтром в мерную колбу вместимостью 100 см<sup>3</sup>.

4. Стакан и осадок на фильтре промывают дистиллированной водой. После охлаждения фильтрата объем в колбе доводят до метки дистиллированной водой и тщательно перемешивают. Получают неосветленный гидролизат легкогидролизуемых углеводов.

*\*Экстракт и гидролизат хранят в холодильнике не более суток.*

#### **Осветление растворов**

1. Для осветления растворов в мерные колбы вместимостью 100 см<sup>3</sup> в зависимости от содержания углеводов в анализируемой пробе отбирают:

- 5-10 см<sup>3</sup> из экстракта концентратов, сочных или грубых кормов;
- 1-2 см<sup>3</sup> из экстракта свеклы;
- 5-20 см<sup>3</sup> из гидролизата сочных, грубых кормов;
- от 1 до 5 см<sup>3</sup> из гидролизата концентратов.

2. Приливают дистиллированную воду до заполнения около 2/3 объема колбы.

3. Добавляют по 2 см<sup>3</sup> растворов сернокислого или уксуснокислого цинка и раствора железистосинеродистого калия.

4. Растворы с выпавшим аморфным осадком доводят до метки дистиллированной водой, тщательно перемешивают и оставляют на 20 минут при периодическом перемешивании. Фильтруют через бумажный фильтр в сухие конические колбы вместимостью 100 см<sup>3</sup>, отбрасывая первые порции фильтрата.

*\*Осветленные растворы хранят в холодильнике не более суток.*

#### **Окрашивание растворов и измерение их оптической плотности**

Окрашивание осветленных растворов экстракта и гидролизата, а также растворов сравнения проводят в термостойких пробирках с притертыми пробками.

1. В пробирки дозатором, шприцем или пипеткой с макроконтролером вливают 10 см<sup>3</sup> антронового реактива.

2. В три пробирки вносят по 2 см<sup>3</sup> следующие растворы: в первую – осветленные растворы экстракта, в другую – гидролизат и в третью – раствор глюкозы (для сравнения). Пробирки закрывают притертыми пробками и содержимое тщательно встряхивают.

3. Следует помнить, что растворы должны быть прозрачными. Если раствор

мутный, то вместо 10 см<sup>3</sup> антронового реактива используют 15 см<sup>3</sup>, повторяя окрашивание.

4. Пробирки открывают и помещают в кипящую водяную баню, устанавливая штатив с пробирками так, чтобы его дно не касалось дна бани. При нагревании появляется голубовато-зеленое или зеленое окрашивание.

5. Через 20 мин. пробирки вынимают из бани, охлаждают в водопроводной воде и через 30 минут измеряют оптическую плотность растворов относительно нулевого раствора сравнения при длине волны 625 нм (красный светофильтр), используя кюветы с толщиной поглощающего свет слоя 10 или 20 мм.

6. Содержание углеводов в исследуемой пробе определяют по градуировочному графику, построенному по результатам измерения оптической плотности растворов сравнения глюкозы.

### **Обработка результатов**

**1 – Массовую долю растворимых углеводов (сахаров)** в испытуемой пробе (X)% вычисляют по формуле:

$$X = \frac{m \times V \times V_1 \times 100}{m_1 \times V_2 \times 2}, \quad (9)$$

где **m** – масса сахара, содержащаяся в 2 см<sup>3</sup> экстракта, определенная по градуировочному графику, мг;

**V** – объем исходного неосветленного экстракта, см<sup>3</sup>;

**V<sub>1</sub>** – объем осветленного экстракта, см<sup>3</sup> (100 см<sup>3</sup>);

**V<sub>2</sub>** – объем исходного экстракта, взятого для осветления, см<sup>3</sup>;

**2** – объем осветленного экстракта, взятого для окрашивания, см<sup>3</sup>;

**m<sub>1</sub>** – масса навески, мг;

**100** – коэффициент пересчета в проценты.

**2 – Массовую долю легкогидролизуемых углеводов (крахмала)** в испытуемой пробе (X<sub>1</sub>) % вычисляют по формуле:

$$X_1 = \frac{m \times V \times V_1 \times 100 \times 0,9}{m_1 \times V_2 \times 2}, \quad (10)$$

где **m** – масса сахара, содержащаяся в 2 см<sup>3</sup> гидролизата, определенная по градуировочному графику, мг;

**V** – объем исходного неосветленного гидролизата, см<sup>3</sup>;

**V<sub>1</sub>** – объем осветленного гидролизата, см<sup>3</sup> (100 см<sup>3</sup>);

**V<sub>2</sub>** – объем исходного гидролизата, взятого для осветления, см<sup>3</sup>;

**2** – объем осветленного гидролизата, взятого для окрашивания, см<sup>3</sup>;

**m<sub>1</sub>** – масса навески, мг;

**100** – коэффициент пересчета в проценты;

**0,9** – коэффициент пересчета массовой доли растворимых углеводов (сахаров) на массовую долю легкогидролизуемых углеводов (крахмала).



За окончательный результат испытания принимают среднеарифметическое результатов двух параллельных определений.

Результаты вычисляют до второго десятичного знака и округляют до первого десятичного знака.

**З – Массовую долю растворимых или легкогидролизуемых углеводов, % СВ** вычисляют по формуле:

$$X_2 = \frac{X(X_1) \times 100}{100 - W}, \quad (11)$$

где **X (X<sub>1</sub>)** – массовые доли растворимых или легкогидролизуемых углеводов в испытуемой пробе, %;

**W** – массовая доля влаги анализируемой пробы, %;

**100** – коэффициент пересчета в проценты.

**Задание 3. Ознакомиться с методикой расчета содержания в кормах безазотистых экстрактивных веществ.**

Фракция безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ) включает все органические вещества корма, не учтенные при определении сырого протеина, сырой клетчатки и сырого жира.

В состав БЭВ входят сахара, декстрины, фруктозаны, камеди, крахмал, пектины, инулин, некоторые органические кислоты, часть целлюлозы, гемицеллюлозы и лигнина, другие вещества. Если корма предназначены для силосования, специально определяют в них содержание сахаров–глюкозы, фруктозы, сахарозы, лактозы, трисахаридов, тетрасахаридов, аминосахаров.

Долю БЭВ в сухом веществе определяют расчетным путем как разницу между 100 % и суммой долей сырого протеина, сырой клетчатки, сырого жира и сырой золы, (%):

$$100 \% - (СП \% + СК\% + СЖ \% + СЗ\%) = БЭВ\% \quad (12)$$

---

Расчет безазотистых экстрактивных веществ в натуральном корме, %

---

Расчет безазотистых экстрактивных веществ в натуральном корме, г

---

Данные занесите в таблицу 7.

**Таблица 7 – Комплексная оценка корма** \_\_\_\_\_

(название корма)

Показатели	Результаты		
	сухое вещество, % / кг	натуральный корм, % / кг	натуральный корм, г/кг
Сухое вещество			
Сырой протеин			

Сырая клетчатка			
Сырой жир			
Сырая зола			
БЭВ			

## ТЕМА 6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СЫРОГО ПРОТЕИНА В КОРМАХ

Литература: 6.

**Цель занятия:** ознакомиться с методикой определения в кормах сырого протеина. Провести анализ определения сырого протеина в корме.

### ПРОВЕДЕНИЕ ЗАНЯТИЯ

**Задание 1. Ознакомьтесь с методикой определения в кормах сырого протеина.**

Для определения протеина используются установка типа Кьельдаля (рисунок 1) или аппарат для отгонки аммиака с водяным паром (рисунок 2)

1 – колба вместимостью 1000 см<sup>3</sup>;

2 – капельная воронка вместимостью 100 см<sup>3</sup>;

3 – каплеуловитель;

4 – холодильник;

5 – приемная колба вместимостью 250 см<sup>3</sup>;

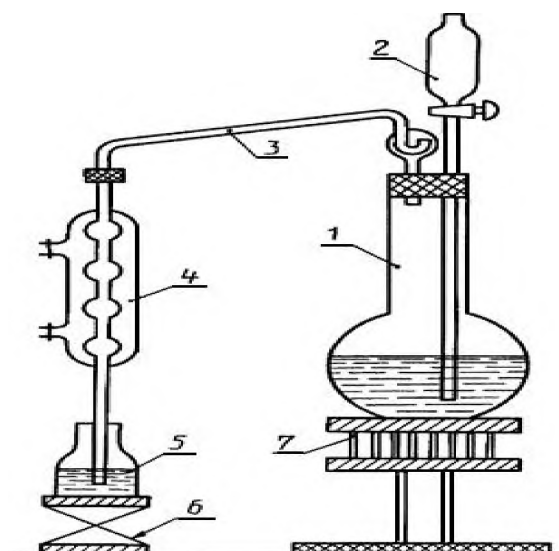
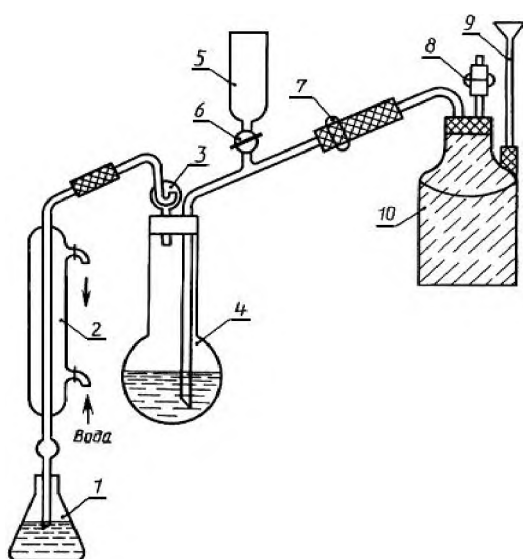
6 – подъемный столик;

7 – колбонагреватель или электроплитка с регулятором температуры, или газовая горелка;

8 – кран;

9 – воронка;

10 – парообразователь.



а типа

**Рисунок 2 – Аппарат для отгонки аммиака с водяным паром**

**Оборудование:** весы лабораторные; установка для титрования с

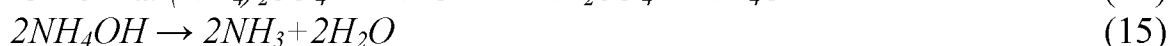
бюреткой; колбы Кьельдаля; мерный цилиндр; химический стакан.

**Реактивы:** кислота серная концентрированная; катализатор (серноокислая медь + серноокислый калий, перемешанные в ступке в соотношении 1:10); натрия гидроокись (водный раствор с массовой долей 33-40%); 0,01 Н раствор серной кислоты; смешанный индикатор (0,2 г метилового красного, 0,1 г метилового голубого и 100 см<sup>3</sup> 96 % этилового спирта); 0,01 Н раствор гидроокиси натрия.

**Сущность метода** заключается в разложении органического вещества пробы корма кипящей концентрированной серной кислотой с образованием солей аммония, переведении аммония в аммиак, отгонке его в раствор кислоты, количественном учете аммиака титриметрическим методом и расчете содержания азота в исследуемом материале.

Согласно титриметрическому методу (по Кьельдалю) определяется общий азот, т.к. именно он является характерной составной частью сырого протеина. Найденное количество азота умножают на коэффициент 6,25, с учетом того, что в сыром протеине содержится в среднем 16 % азота (100 : 16 = 6,25).

Реакция протекает по следующим уравнениям:



**Процесс выполнения:**

1. Отбор средней пробы исследуемого образца производят в длинную сухую пробирку в следующем количестве: кормов растительного происхождения и комбикормов – 0,7-1,0 г; кормов животного происхождения – 0,3-0,5 г; дрожжей – 0,4-0,5 г; взвешивание производят на лабораторных весах с погрешностью не более 0,001 г.

2. Пробирку с пробой вставляют в горизонтальном положении в колбу Кьельдаля как можно глубже; высыпают содержимое пробирки и взвешивают пустую пробирку.

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

4. **Минерализация.** Добавляют в колбу примерно 8 г катализатора и осторожно приливают 10-12 см<sup>3</sup> концентрированной серной кислоты (в зависимости от массы навески).

5. Содержимое колбы тщательно перемешивают легкими круговыми движениями, обеспечивая полное смачивание навески.

6. Колбу устанавливают на нагреватель так, чтобы ее ось была наклонена под углом 30-45° к вертикали, закрывают стеклянной воронкой или втулкой для уменьшения улетучивания кислоты во время минерализации. Вначале колбу нагревают умеренно, чтобы предотвратить бурное пенообразование.

7. При нагревании навеску время от времени помешивают вращательными движениями колбы. После исчезновения пены нагрев усиливают, 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.

8. После охлаждения минерализат количественно переносят в мерную колбу на 250 мл, три раза ополоснув колбу Кьельдаля дистиллированной водой в количестве 20–30 мл.

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

В химический стакан берут 20 см<sup>3</sup> раствора борной кислоты с массовой концентрацией 4 % и 5 капль смешанного индикатора, который приготавливают следующим образом:

– растворяют 0,20 г метилового красного и 0,10 г метиленового голубого в 100 см<sup>3</sup> 96 %-ного раствора этилового спирта;

– смешивают 3 объема 0,1 %-ного раствора бромкрезолового зеленого в этиловом спирте и 1 объем 0,2 %-ного раствора метилового красного в этиловом спирте. Хранят индикаторы в темной склянке.

10. Приемный стакан подставляют под стеклянную трубку холодильника отгонного аппарата Кьельдаля таким образом, чтобы кончик трубки был погружен в раствор борной кислоты на глубину не менее чем 1 см. Через холодильник пропускают холодную воду.

11. 25 мл разбавленного минерализата из мерной колбы переносят в колбу отгонного аппарата, закрывают пробкой, добавляют 5 мл 33-40 % гидроокиси натрия и включают парообразователь.

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

13. По окончании отгонки обмывают трубку холодильника дистиллированной водой, собирая промывные воды в приемный стакан.

14. Содержимое приемного стакана (избыток 0,01 Н раствора серной кислоты) оттитровывают 0,01 Н раствором гидроокиси натрия до перехода окраски в зеленый цвет.

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

*Массовую долю азота (A) % в испытуемой пробе, при проведении отгонки аммиака в борную кислоту, вычисляют по формуле:*

$$A = \frac{(V_1 - V_0) \times E \times 0,0014 \times 100}{m}, \quad (16)$$

где  $V_1$  – объем серной кислоты, израсходованный на титрование испытуемого

раствора, см<sup>3</sup>;

$V_0$  – объем серной кислоты, израсходованный на титрование в контрольном опыте, см<sup>3</sup>;

$K$  – поправка к титру раствора серной кислоты с  $(\frac{1}{2}H_2SO_4)=0,05$  моль/дм<sup>3</sup>, если он приготовлен не из стандарт-титра;

**0,0014** – масса азота, эквивалентная массе серной кислоты, содержащейся в 1 см<sup>3</sup> раствора с  $(\frac{1}{2}H_2SO_4)=0,05$  моль/дм<sup>3</sup>;

$m$  – масса навески, г;

**100** – коэффициент пересчета в проценты.

Массовую долю сырого протеина (СП) в % в испытуемой пробе вычисляют по формуле:

$$СП=6,25 \cdot A \quad (17)$$

Результаты вычисляют до третьего десятичного знака и округляют до второго десятичного знака.

Массовая доля сырого протеина в натуральном корме, % :

---

Массовая доля сырого протеина в натуральном корме, г :

---

Метод Кьельдаля является одним из самых точных методов определения азота и белка в широкой группе продуктов, но, к сожалению, имеет ряд существенных недостатков – это низкая скорость, большое количество возможных потерь в процессе проведения анализа, громоздкое оборудование, использование агрессивных реагентов (концентрированная серная кислота и раствор щелочи). Уменьшить или полностью исключить данные недостатки метода позволяет применение автоматизированного оборудования для определения азота (белка).

В настоящее время для определения азота используют более современное оборудование – это дигестор для минерализации (рисунок 13), и автоматический аппарат Кьельдаля с титратором (рисунок 14).

Метод Кьельдаля включает в себя три основных этапа:

- дигерирование;
- дистилляцию;
- титрование.

**Цель процедуры** дигерирования – полное разрушение в образце химических связей азота и преобразование всего азота в ионы аммиака. До настоящего времени не найдена замена серной кислоте, которая используется для вышеуказанной цели. Однако использовать для дигерирования чистую серную кислоту нецелесообразно из-за низкой скорости протекания процесса. Время дигерирования можно значительно уменьшить добавлением соли и катализаторов.

Мы советуем использовать стандартизированные изделия, например таб-

летки. Скорость разрушения образцов только от свойств температуры образцов. Чем выше температура, времени уходит на жения.



дигерирования и ца зависят не кислоты, но и от ботки. Чем вы- тем меньше реакцию разло-

### Рисунок 3 – Дигестор для минерализации

Максимальная рабочая температура дигесторов фирмы составляет 450°C, что позволяет значительно сократить время, требующееся для подготовки образца. Благодаря инфракрасным лучам процесс нагрева происходит практически моментально, что дает возможность экономить время, а это немаловажный фактор, особенно если предстоит большое количество анализов. Колбы в дигесторе размещены в ряд, что позволяет проводить нагрев инфракрасными лучами со всех сторон, таким образом, происходит воздействие на все колбы одновременно и, как следствие, равномерное поддержание температуры во всех образцах.

Дополнительно поставляется система для удаления и нейтрализации паров, настолько эффективная, что прибор может эксплуатироваться без вытяжного шкафа.

Вторым важным этапом анализа является перегонка с паром. Использование автоматических устройств позволяет не только значительно ускорить сам анализ, но и повысить воспроизводимость получаемых результатов. Во всех моделях дистилляторов используются твердотельные парогенераторы на дистиллированной воде, не требующие обслуживания в процессе работы. Производительность дистиллятора до 3 кг водяного пара в час, отгонка образца осуществляется за считанные минуты. Обычно отгонка при анализе по Кьельдалю продолжается 2-4 минуты.



**Рисунок 4 – Автоматический аппарат Кьельдаля с титратором**

Конечной стадией анализа является определение в отогнанной пробе аммонийного азота методом титрования. При помощи встроенного автоматического титратора получается полностью автоматизировать процесс титрования и заметно улучшить воспроизводимость получаемых результатов анализа.

Результаты расчетов записывают в таблицу 8.

**Таблица 8 – Определение азота и сырого протеина в \_\_\_\_\_**

(название корма)	
Показатели	Результаты
Колба Кьельдаля, №	
Масса пробирки с пробой корма, г	
Масса пустой пробирки, г	
Масса навески корма (m), г	
Объем раствора серной кислоты, израсходованный на титрование (V), см <sup>3</sup>	
Массовая доля азота в пробе (A), %	
Массовая доля сырого протеина: в СВ корма, %	
в натуральном корме, %	
в натуральном корме, г	

## ТЕМА 7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАРОТИНА В КОРМАХ. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СЕНАЖА И СИЛОСА

**Литература:** 3, 10, 20, 21.

**Цель занятия:** ознакомиться с методикой определения каротина в кормах, определения рН, общей кислотности и отдельных органических кислот в силосе и сенаже. Приобрести навыки определения содержания каротина в кормах, определения качества силоса и сенажа в соответствии с существующим стандартом.

## ПРОВЕДЕНИЕ ЗАНЯТИЯ

**Задание 1. Ознакомьтесь с методикой определения каротина в кормах. Определите содержание каротина в предлагаемом корме.**

**Оборудование:** мельница лабораторная; фотоэлектроколориметр с синим светофильтром и максимумом светопропускания 440-450 нм (или спектрофотоколориметр); весы лабораторные 2-го класса точности с пределом взвешивания 200 г; весы лабораторные 3 и 4-го классов точности с пределом взвешивания 500 г; ступка фарфоровая с пестиком; банки бытовые вместимостью 200 см<sup>3</sup> (или колбы вместимостью 150-200 см<sup>3</sup>); крышки полиэтиленовые для банок (или пробки для колб).

**Реактивы:** кальция окись безводная; алюминия окись безводная; натрий сернокислый безводный; натрий двууглекислый; калий двухромовокислый; эфир петролейный, фракция температурой кипения 40-70°C (или 70-100 °C), бензин авиационный марки Б-70 (или нефрас–С 50/170).

**Сущность фотометрического метода** состоит в способности каротина (C<sub>10</sub>H<sub>56</sub>) растворяться в петролейном эфире или бензине, давая при этом желтую краску, интенсивность которой пропорциональна содержанию каротина. Для удаления сопутствующих пигментов, экстрагируемых вместе с каротином (хлорофилла, ксантофилла и др.), в качестве адсорбентов добавляют оксиды металлов (Mg, Al, Ca). В полученном бензиновом экстракте измеряют оптическую плотность на фотоэлектроколориметре (ФЭК) при длине волны 440-450 нм (синий светофильтр). Полученный каротиновый экстракт сравнивается со стандартным раствором двухромовокислого калия, единица объема которого (1 мл) соответствует определенному содержанию каротина

### **Процесс выполнения:**

1. Измельчение проб кормов производят следующим образом:

– зеленой массы, силоса, сенажа или сена – измельчают ножницами до отрезков длиной 1-3 см;

– травяной муки или витаминной муки из древесной зелени, гранул или брикетов – тщательно перемешивают на полиэтиленовой пленке и методом квартования выделяют часть пробы массой 100-200 г, которую размалывают на мельнице в течение 2-4 мин.; травяную муку размером частиц 1-2 мм анализируют без предварительного размола;

– кормовых корнеплодов – измельчают на мезгообразователе или растирают на терке.

2. Из подготовленной пробы зеленой массы, силоса или сенажа, после тщательного перемешивания, из разных мест берут навеску корма массой 1-5 г с погрешностью не более 0,05 г. Размер навески определяют в зависимости от ожидаемого содержания каротина.

3. Навеску зеленой массы, силоса или сенажа переносят в фарфоровую ступку, добавляют 5 г песка или мелко измельченного стекла, 15 г сернокислого натрия (при навеске 4-5 г добавляют 20-25 г). В навеску силоса (сенажа) до-



бавляют на кончике ножа двууглекислый натрий.

4. Смесь тщательно растирают не менее 3-4 минут.

5. Хорошо растертый и обезвоженный корм без потерь переносят в бытовую банку или колбу вместимостью 200 см<sup>3</sup>, приливают 100 см<sup>3</sup> петролейного эфира или бензина, обмыв ступку и пестик его минимальным количеством.

6. Добавляют в колбу (банку) 10 г окиси алюминия 10 %-ной влажности и 0,5 г растертой до порошкообразного состояния окиси кальция, перемешивают стеклянной палочкой, плотно закрывают банку полиэтиленовой крышкой (колбу – пробкой).

7. Плотно закрытые банки (колбы) оставляют в темном месте на 14-18 час.

8. После настаивания, не взмучивая, отбирают шприцом прозрачный отстоявшийся раствор и переносят в кювету фотоэлектроколориметра.

9. Фотометрирование экстрактов каротина проводят относительно петролейного эфира или бензина, используя кювету на 5, 10, 20 мм. Используя синий светофильтр и максимум светопропускания 440-450 нм.

#### **Обработка результатов:**

Содержание каротина ( $X$ ), мг/кг, в корме натуральной влажности вычисляют по формуле:

$$X = \frac{0,00416 \times V \times 1000}{m}, \quad (18)$$

где  $V$  – объем основного раствора, найденный по графику, см<sup>3</sup>;

$m$  – масса навески, г;

**0,00416** – коэффициент перевода основного раствора двуххромовокислого калия в эквивалентное количество миллиграммов каротина;

**1000** – коэффициент пересчета на 1 кг корма.

За окончательный результат испытания принимают среднее арифметическое результатов двух параллельных определений. Результаты вычисляют до первого десятичного знака и округляют до целого числа.

Полученные данные записывают в таблицу 8.

**Таблица 9 – Определение каротина в \_\_\_\_\_**

(название корма)	
Показатели	Результаты
Колба, №	
Масса навески, г	
Показания колориметра (экстинкция)	
Содержание каротина по графику, мг	
Содержание каротина в 1 кг натурального корма, мг	

**Задание 2. Ознакомьтесь с методикой определения рН, общей кислотности и отдельных органических кислот в силосе и сенаже. Определите качество силоса (сенажа) в соответствии с существующим**

**стандартом.**

**Оборудование:** установка для отгонки кислот; титровальная установка; весы технические; банки вместимостью 500 (или 1000) см<sup>3</sup> с пробками; колба плоскодонная вместимостью 500 (или 750) см<sup>3</sup>; цилиндры мерные вместимостью 250 см<sup>3</sup>; электроплитка.

**Реактивы:** кальция окись; дихромат калия; 50 % раствор серной кислоты; 1 % раствор фенолфталеина; 0,05 н раствор гидроокиси натрия; 10 % раствор сульфата меди.

**Сущность метода** заключается в том, что при нагревании настоя силоса с водяным паром отгоняются уксусная и масляная кислоты в строго определенных количествах. Количество свободных и связанных молочной, уксусной и масляной кислот определяют **методом Леннера-Флига**.

Молочная кислота под действием двуххромовокислого калия и серной кислоты окисляется до уксусной кислоты, которая также отгоняется.

Содержание кислот определяют титрованием точных объемов дистиллятов, полученных в результате их последовательной отгонки. Метод используется при анализе проб, консервированных без добавления кислот.

**Процесс выполнения:**

Навеску измельченного (длина резки не более 4 см) силоса, сенажа или зерносенажа массой (100±5) г при его натуральной влажности поместить в колбу вместимостью 1000 см<sup>3</sup> и довести до метки дистиллированной водой.

1. Колбу закрыть пробкой и встряхнуть, после чего поставить в прохладное место для настаивания на 10-12 час. (обычно на ночь).

2. На следующий день вытяжку из силоса (сенажа, зерносенажа) профильтровать через вату в широкогорлой воронке.

3. Для осаждения сахаров:

– 200 см<sup>3</sup> полученного фильтрата поместить в мерную колбу вместимостью 250 см<sup>3</sup>;

– добавить цилиндром из бюретки 20 мл взвеси окиси кальция и 10 мл раствора серноокислой меди, встряхнуть и оставить на 1 час;

– затем довести до метки дистиллированной водой, перемешать и профильтровать через сухой складчатый фильтр (*Данный пункт для сенажа и зерносенажа*).

4. 200 см<sup>3</sup> полученного обессахаренного фильтрата поместить в плоскодонную колбу вместимостью 500 см<sup>3</sup>.

5. Для перевода связанных кислот в свободные прибавить 5 см<sup>3</sup> 50 % раствора серной кислоты, 4-5 кусочков пемзы, взболтать.

6. Присоединить к установке для отгонки кислот и включить нагрев.

7. К выходной трубке холодильника подставить мерную колбочку вместимостью 100 см<sup>3</sup>.

8. Для сенажа и зерносенажа. Провести отгон первых 100 мл в течение 20-30 минут с момента закипания (дистиллят 1). Затем, не прерывая отгона, в другую мерную колбу отогнать еще 50 мл в течение 10-15 минут (дистиллят 2).

Колбы после отгона сразу закрывают.

К остатку жидкости в отгонной колбе прибавить 55 см<sup>3</sup> раствора дихромата калия для окисления молочной кислоты в уксусную и 100 см<sup>3</sup> дистиллированной воды.

Жидкость в колбе нагреть до кипения и отогнать 50 см<sup>3</sup> дистиллята в течение 10-15 минут (дистиллят 3).

Для силоса. Провести отгон первых 100 мл в течение 20-30 минут с момента закипания (дистиллят 1). В перегонную колбу через воронку добавляют 100 мл дистиллированной воды и отгоняют еще 100 мл (дистиллят 2). Повторно добавляют через воронку 100 мл дистиллированной воды и отгоняют еще 100 мл (дистиллят 3).

9. Все дистилляты переносят в конические колбочки (каждый дистиллят в отдельную колбочку). Мерные колбы ополоснуть 10-15 см<sup>3</sup> воды (всегда одним и тем же количеством).

10. Титруют 0,05 н раствором гидроокиси натрия в присутствии фенолфталеина до слабо-розового, не исчезающего в течение 1 минуты, окрашивания.

11. Количество пошедшей на титрование щелочи умножают на 1,25, так как для обессахаривания фильтрата его объем довели реактивами и водой до 250 см<sup>3</sup>, а для дистилляции взяли только 200 см<sup>3</sup>.

#### **Обработка результатов:**

Зерносенаж, сенаж. Массовую долю уксусной, масляной и молочной кислот в корме в процентах вычисляют по формулам:

$$\text{Уксусная кислота, \%} = 0,096 \cdot V_2 - 0,021 \cdot V_1; \quad (19)$$

$$\text{Молочная кислота, \%} = 0,123 \cdot V_3 - 0,046 \cdot V_2 + 0,006 \cdot V_1; \quad (20)$$

$$\text{Масляная кислота, \%} = 0,043 \cdot V_1 - 0,068 \cdot V_2; \quad (21)$$

где  $V_1, V_2, V_3$  – количество 0,05 н. раствора гидроокиси натрия, пошедшее на титрование первого, второго и третьего дистиллятов соответственно.

**0,096; 0,021; 0,043; 0,068; 0,123; 0,046; 0,006** – постоянные коэффициенты.

Силос. Массовую долю масляной кислоты в корме в процентах вычисляют по формуле:

$$\text{Масляная кислота, \%} = 2,0641 \cdot V_1 - 1,9920 \cdot (V_2 + V_3), \quad (22)$$

где  $V_1, V_2, V_3$  – количество 0,05 н. раствора гидроокиси натрия, пошедшее на титрование первого, второго и третьего дистиллятов соответственно;

**2,0641 и 1,9920** – постоянные коэффициенты.

За окончательный результат испытания принимают среднеарифметическое результатов двух параллельных определений.

Допустимое абсолютное отклонение между результатами двух параллельных определений не должно превышать 0,03 %.

Массовую долю масляной кислоты (М) в силосе по методу Вигнера-Богоявленского вычисляют по формуле:

$$M, \% = 2,0641 \times Y_1 - 1,9920 \times (Y_2 + Y_3), \quad (23)$$

где  $Y_1, Y_2, Y_3$  - количество 0,05 н раствора гидроокиси натрия, израсходованного на титрование дистиллятов 1, 2 и 3, см<sup>3</sup>;

**2,0641** и **1,9920** – постоянные коэффициенты.

Качественные показатели консервированных кормов записывают в таблицу 10.

**Таблица 10 – Качественные показатели**

Наименование корма	рН	(название корма)						
		Количество кислот, %			Сумма кислот, %	Соотношение кислот, %		
		молочная	уксусная	масляная		молочная	уксусная	масляная

### ПЕРЕСЧЕТ РЕЗУЛЬТАТОВ ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА КОРМОВ

Химический анализ проб кормов в лаборатории проводится в воздушно-сухом веществе. Для пересчета этих показателей на корм натуральной влажности используют формулу:

$$X = \frac{a \times (100 - ПВ)}{100}, \quad (24)$$

где **X** – содержание определяемого вещества в корме при натуральной влажности, %;

**a** – содержание этого вещества в воздушно-сухом веществе, %;

**ПВ** – первоначальная влага корма, %.

Для пересчета показателей на абсолютно сухое вещество корма используют формулу:

$$X = \frac{a \times 100}{100 - ГВ}, \quad (25)$$

где **X** – содержание определяемого вещества в абсолютно сухом веществе, %;

**a** – содержание этого вещества в воздушно-сухом веществе, %;

**ГВ** – гигроскопическая влага корма, %.

**Таблица 11 – Результаты химического анализа**

Показатель	Содержание питательных веществ, %		
	в воздушно-сухом веществе	в абсолютно сухом веществе	в корме натуральной влажности
Первоначальная влага	-	-	
Гигроскопическая влага		-	
Общая влага	-	-	
Сухое вещество			
Сырая зола			
Сырой жир			
Сырая клетчатка			
Сырой протеин			
БЭВ			

## Определение энергетической питательности сенажа и силоса

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

$$OЭ_{крс} = 5,59 + \frac{25,09}{СК} + 0,202 СП, \quad (26)$$

где СК – % сырой клетчатки в СВ;

СП – % сырого протеина в СВ;

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

Результаты вычисляют до второго десятичного знака и округляют до первого десятичного знака.

Количество кормовых единиц (корм.ед.) в килограмме сухого вещества сенажа определяют по формуле:

$$Корм.ед. = OЭ^2 \times 0,0081, \quad (27)$$

где  $OЭ_{крс}$  – количество обменной энергии, МДж/кг сухого вещества;

**0,0081** – постоянный коэффициент.

Результаты вычисляют до третьего десятичного знака и округляют до второго десятичного знака.

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

$$OЭ = K_1 - 0,045 СК - 0,015 СЗ + 0,07 СП, \quad (28)$$

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 (корм. ед.) в килограмме сухого вещества силоса определяют по формуле:

$$Корм. ед. = OЭ \times K_2, \quad (29)$$

где  $K_2$  – коэффициент для определения кормовых единиц.

**Таблица 12** – По данным лабораторного анализа определите класс качества  
силоса \_\_\_\_\_

Показатели	Содержание	Балл
Массовая доля сухого вещества (СВ), %		
Массовая доля сырого протеина в СВ, %		
Массовая доля сырой клетчатки в СВ, %		
Массовая доля сырой золы в СВ, %		
рН		
Массовая доля масляной кислоты, %		
Обменной энергии в 1 кг СВ, МДж		
Кормовых единиц в 1 кг СВ		
Среднеарифметический показатель		
Класс качества силоса		

**Таблица 13** – По данным лабораторного анализа определите класс качества  
сенажа \_\_\_\_\_

Показатели	Содержание	Класс
Массовая доля сухого вещества (СВ), %		
Массовая доля сырого протеина в СВ, %		
Массовая доля сырой клетчатки в СВ, %		
Массовая доля масляной кислоты		
Обменной энергии в 1 кг СВ, МДж		
Кормовых единиц в 1 кг СВ		
Среднеарифметический показатель		
Класс качества сенажа		

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ КОЛЛОКВИУМА

1. Правила техники безопасности при работе в лаборатории по определению зоотехнического анализа кормов.
2. Техника взятия средней пробы кормов (зерновых, силосованных, грубых кормов, корнеклубнеплодов и жидких).
3. Какие данные необходимо указывать в этикетке при отборе проб кормов на зоотехнический анализ?
4. Сущность методики определения первоначальной влаги в кормах.
5. Сущность методики определения гигроскопической влаги в кормах.
6. Сущность методики определения сырой золы в кормах.
7. Сущность методики определения кальция в кормах.
8. Сущность методики определения фосфора в кормах.
9. В чем заключается принцип метода определения сырого жира?
10. В чем заключается принцип метода определения сырой клетчатки?
11. В чем заключается принцип метода определения сахара и крахмала?
12. В чем заключается принцип метода определения азота по Кьельдалю?
13. Какие вещества входят в состав безазотистых экстрактивных веществ?
14. В чем заключается принцип метода определения каротина в кормах?
15. Какие органические кислоты определяют в силосе и сенаже?
16. В чем заключается принцип метода определения органических кислот в силосе и сенаже?
17. Какова величина рН у качественного силоса, сенажа в соответствии со стандартом?



## ПРАВИЛА РАБОТЫ И ТЕХНИКА ВЗВЕШИВАНИЯ НА АНАЛИТИЧЕСКИХ ВЕСАХ

Приступая к взвешиванию, нужно помнить, что аналитические весы - это точный, чувствительный прибор, обращение с которым требует аккуратности и осторожности.

*Чтобы весы не портились и взвешивание давало точный результат, необходимо строго **соблюдать следующие правила:***

1. Перед каждым взвешиванием необходимо проверить состояние весов.
2. Нельзя пытаться исправлять весы самостоятельно, необходимо обратиться к преподавателю.
3. Нельзя сдвигать весы с занимаемого места.
4. Нельзя опираться на стол, где установлены весы, во избежание нарушений условий их работы.
5. Нельзя допускать прикосновения к неарретированным весам. Взвешиваемый предмет и разновески следует класть или снимать предварительно арретировав весы. (Арретирное, или балансировочное устройство повышает надежность и стабильность показаний весов).
6. Нельзя нагружать весы сверх установленного предела, следует предварительно взвешивать предмет на технических весах.
7. Нельзя ставить на чашки весов влажные и грязные предметы.
8. Нельзя взвешивать горячие или холодные предметы. Это вызывает изменение длины коромысла весов, что приводит к неправильным показаниям.
9. Нельзя касаться весов и разновесок руками. Разновески следует брать специальным пинцетом с роговыми кончиками.
10. Нельзя путать разновески.
11. При взвешивании сыпучих веществ следует использовать либо часовое стекло, либо специальный стакан для взвешивания.
12. Гигроскопичные вещества, выделяющие едкие пары, следует взвешивать в герметично закрытых сосудах (бюксах).
13. Желательно проводить взвешивание на одних и тех же весах, пользуясь одним и тем же комплектом разновесов, для ослабления влияния погрешностей взвешивания на результат анализа.

***Факторы, необходимые для достоверности результатов взвешивания:***

- правильная установка весов;
- поддержание в весовой комнате постоянной температуры и влажности;
- строгое соблюдение правил работы с весами;
- регулярная калибровка;
- устранение в максимальной мере посторонних воздействий на весы.

## ТЕХНИКА ВЗЯТИЯ СРЕДНЕЙ ПРОБЫ КОРМОВ

Для отбора проб сена и соломы используют пробоотборники грубого корма; мешки бумажные по ГОСТ 2226; полог из брезента или полимерной пленки размером 2х2 м.

Отбор проб сена производят *путем взятия точечных проб не ранее чем через 30 дней после его заготовки.*

Точечные пробы из партий сена или соломы, хранящихся *в скирдах, стогах*, отбирают с помощью пробоотборника или вручную по периметру скирд, стогов на равных расстояниях друг от друга на высоте 1,0-1,5 м от поверхности земли со всех доступных сторон с глубины не менее 0,5 м.

Отбор проб сена, предназначенного для хранения *под навесом*, свободный доступ к которому исключен, производят во время загрузки (выгрузки) хранилищ. Для этого отобранные точечные пробы сена складывают в мешок, закрывают слоем сена толщиной около 0,6 м до окончания завоза всей партии сена. Масса точечной пробы должна составлять от 0,1 до 0,5 кг в зависимости от количества отбираемых точечных проб.

Отбор точечных проб *из тюков* сена и соломы совершают, не нарушая целостности сена, и из каждого тюка отбирают по одному пласту в следующей последовательности: из первого тюка - пласт с края, из второго тюка – рядом с крайним, из третьего – следующий и т.д.

Из точечных проб *составляют объединенную пробу*. Масса объединенной пробы должна быть не менее 2 кг. Для этого точечные пробы сена складывают тонким слоем (3-4 см) на брезенте или пленке и осторожно перемешивают, не допуская ломки растений и образования трухи.

*Из объединенной пробы сена выделяют среднюю пробу для анализа*, для чего не менее, чем из 10 различных мест по всей площади и толщине слоя отбирают пучки сена массой 100-120 г таким образом, чтобы осыпавшиеся части растений также были включены в пробу. Выделенную среднюю пробу массой не менее 1 кг упаковывают в плотную бумагу, бумажный пакет или пакет из полимерной пленки. На пакет с пробой корма *наклеивают этикетку*.

Для отбора проб силоса и сенажа используют пробоотборники ручные и механические типа ПСЭ-1; ПОС-2; холодильник; пакеты из полимерной пленки; банки с плотно закрывающимися крышками; полог из брезента или полимерной пленки размером 2 х 2 м; вату. Антисептики: толуол по ГОСТ 5789-78; хлороформ технический по ГОСТ 20015-74; формалин.

*Отбор точечных проб* образцов силоса и сенажа производят не ранее, чем через 4 недели после закладки кормов на хранение, и не менее, чем за 15 дней до скармливания. В местах отбора точечных проб удаляют слой укрытия до пленки. На освобожденную от укрытия пленку ставят режущую кромку рабочего органа пробоотборника и начинают отбор пробы. Массы силоса или

сенажа, взятого из траншеи с верхнего 20 сантиметрового слоя, в пробу для анализа не включают.

Из траншей пробы отбирают на глубину 1,5-2,0 м. Если слой законсервированной массы менее 1,5-2,0 м, то пробы отбирают на всю толщину слоя.

*Допускается отбор проб по срезу массы в траншеях после их вскрытия.*

Одну из точечных проб берут в центре траншеи, вторую - в месте перехода горизонтальной поверхности массы в наклонную, на расстоянии 0,5 м от стены – в траншеях с прямыми стенами, на расстоянии 1,0 м от стены – в траншеях с наклонными стенами, последующие – в точках, выбранных произвольно по ширине и равномерно расположенных по длине траншеи.

**Из точечных проб составляют объединенную пробу.** Для этого точечные пробы собирают вместе на полог, расположенный на ровной площадке, и тщательно перемешивают. *Масса объединенной пробы должна составлять не менее 2 кг.* В объединенной пробе определяют цвет, запах корма, наличие плесени. Результаты определений указывают в этикетке (см. приложение).

Из объединенной пробы методом деления квадрата **выделяют среднюю пробу** силоса или сенажа массой 0,5-1,0 кг.

Среднюю пробу помещают в пакет из плотной полимерной пленки или стеклянную банку с плотно закрывающейся крышкой, добавляют 5 см<sup>3</sup> антисептика, внося его равными частями на дно пакета или банки, в середину пробы и сверху с помощью ватных тампонов, оставляя их в отобранной массе до поступления пробы на анализ. **Пакет с пробой завязывают, предварительно вытеснив воздух, и направляют в лабораторию для анализа.** Пробы в банках тщательно уплотняют. **Среднюю пробу сопровождают этикеткой.**

Пробы кормов, предназначенные для токсикологического анализа, не консервируют и отправляют на экспертизу в тот же день.

Пробы силоса и сенажа отправляют на анализ в течение 24 часов с момента отбора.

Допускается хранение законсервированных проб в холодильнике до 3 суток с момента поступления в лабораторию.

**Для отбора проб жмыхов и шротов** используют пробоотборник автоматический; щуп конусный; ковш ручной вместимостью 0,25 кг; измельчитель лабораторный; поднос из дюралюминия с вырезом в одной стенке.

**Точечные пробы производят:**

– при погрузке (выгрузке) жмыхов и шротов **в вагоны, склады и силосы элеватора** отбирают путем пересечения, в местах перепада вертикально падающей струи ковшом или автоматическим пробоотборником через равные промежутки времени. Периодичность отбора точечных проб устанавливают в зависимости от скорости продукта из расчета 100 г на каждую тонну, но *не менее 2,0 кг от партии;*

– **из автотранспорта** отбирают конусным щупом из пяти точек, отступая по 0,5 м от борта в четырех углах и в середине из верхнего и нижнего слоев, касаясь щупом дна.

– **на складах насыпью** отбирают конусным щупом в шахматном порядке из верхнего, среднего и нижнего слоев через каждый 1 м<sup>2</sup> для жмыхов и через каждые 2 м<sup>2</sup> для шротов, но не менее 2,0 кг от партии.

*От каждой партии жмыха отбирают 20 % мест, от каждой партии шрота – 10 % мест, но не менее трех мест при малых партиях.*

Из каждого выбранного мешка отбирают одну точечную пробу, для чего из расшитых мешков отбирают конусным щупом около 0,5 кг жмыха или шрота. Из первого очередного мешка пробу берут сверху, из второго – из середины, из третьего – снизу.

При отгрузке жмыха и шрота с завода-изготовителя отобранные точечные пробы ссыпают в чистую тару, тщательно перемешивают и **получают объединенную пробу – совокупность точечных проб.**

**Среднюю пробу жмыхов и шрота** выделяют из объединенной пробы вручную путем диагонального деления. Для этого объединенную пробу высыпают на поднос, хорошо перемешивают при помощи двух деревянных планок со скошенным ребром и разравнивают в виде квадрата. Полученный квадрат делят по диагонали на четыре равные части, из которых берут две противоположные части, а две другие части отбрасывают. Взятые части снова тщательно перемешивают и разравнивают в виде квадрата. Указанным выше способом проводят повторное деление на четыре части по диагонали и отбрасывают две другие противоположные части. Таким методом пробу сокращают до 2,0 кг (средняя проба) и помещают в банку с плотно закрывающейся крышкой.

**Среднюю пробу** жмыхов и шротов предварительно измельчают в ступке или на лабораторной мельнице до прохода через сито с отверстиями диаметром 3 мм.

Из средней пробы жмыхов и шрота выделяют 1,0 кг для определения содержания металлопримесей, а оставшийся 1 кг делят на три равные части и каждую помещают в чистую, сухую банку с плотно закрывающейся крышкой или в бутылку, плотно закрывающуюся пробкой.

Одну из них используют для анализа, вторую - в случае возникшей необходимости в повторных испытаниях при приемке партий, поступающих в железнодорожных вагонах и автотранспортом, а третью - опечатывают и хранят не менее 1 месяца на случай разногласий в оценке качества продукции.

К емкости с частями средней пробы **прикрепляют этикетку** с указанием.

**Для отбора проб зерна и кукурузы в початках** используют:

– **из автомобилей** – механический, пневматический пробоотборник или щуп.

Механическим пробоотборником **точечные пробы** отбирают по всей глубине насыпи зерна. Ручным щупом точечные пробы отбирают из верхнего и

нижнего слоев, касаясь щупом дна.

**Общая масса точечных проб** может составлять от 1 до 2 кг.

**Масса одной точечной пробы** должна быть не менее 100 г.

– **из мешков** точечные пробы отбирают мешочным щупом в трех доступных точках мешка. Щуп вводят по направлению к средней части мешка желобком вниз, затем поворачивают его на  $180^\circ$  и вынимают. Образовавшееся отверстие заделывают крестообразными движениями острия щупа, сдвигая нити мешка. **Общая масса точечных проб** должна быть не менее 2 кг.

**Объединенную пробу** получают как совокупность точечных проб. Все точечные пробы ссыпают в чистую, крепкую, не зараженную вредителями хлебных запасов тару, исключаящую изменение качества зерна.

Масса **средней пробы** должна быть  $(2,0 \pm 0,1)$  кг. Если масса объединенной или среднесуточной пробы не превышает 2,0 кг, то она одновременно является и **средней пробой**.

Если масса объединенной или среднесуточной пробы превышает 2,0 кг, то выделение средней пробы из объединенной проводят на делителе.

Допускается **составление средней пробы ручным способом**. Для этого объединенную пробу высыпают на стол с гладкой поверхностью, распределяют зерно в виде квадрата и смешивают его при помощи двух коротких деревянных планок со скошенным ребром.

Смешивание проводят так, чтобы зерно, захваченное с противоположных сторон квадрата на планки в правой и левой руках, ссыпалось на середину одновременно, образуя после нескольких перемешиваний валик. Затем зерно захватывают с концов валика и одновременно с обеих планок ссыпают на середину. Такое перемешивание проводят три раза. После трехкратного перемешивания объединенную пробу снова распределяют ровным слоем в виде квадрата и планкой делят по диагонали на четыре треугольника. Из двух противоположных треугольников зерно удаляют, а в двух оставшихся собирают вместе, перемешивают указанным способом и вновь делят на четыре треугольника, из которых два идут для следующего деления до тех пор, пока в двух треугольниках не будет  $(2,0 \pm 0,1)$  кг зерна, **которое и составит среднюю пробу**.

**Отбор проб зеленого корма (травы)** осуществляют при помощи косы, серпа или ножниц по шаблону -  $1\text{ м}^2$ , мешочек из полимерной пленки; полог брезентовый или из полимерной пленки размером  $2 \times 2$  м.

**Точечные пробы** травы с пастбищ или сенокосных угодий отбирают непосредственно перед выпасом животных или скашиванием, для чего на выбранном для отбора проб участке выделяют 8-10 учетных площадок размером 1 или  $2\text{ м}^2$ , располагая их по диагонали участка. Травостой скашивают (срезают) на высоте 3-5 см.

От зеленой массы, доставленной на фермы для непосредственного скармливания животным или для приготовления силоса, сенажа, искусственно высушенных кормов, точечные пробы берут вручную не менее чем из 10 разных мест порциями по 400-500 г.

Полученные разовые пробы с учетных площадок собирают на полог,

тщательно перемешивают и расстилают ровным слоем, получая, таким образом, *объединенную пробу*.

Из объединенной пробы зеленой массы *выделяют среднюю пробу* для анализа. Для составления средней пробы, масса которой должна быть 1,5-2 кг, траву берут порциями по 150-200 г из 10 различных мест. Половину средней пробы используют для определения ботанического состава, вторую половину средней пробы используют для химического анализа. Среднюю пробу травы помещают в мешочек из полимерной пленки, *вкладывают туда этикетку* и сразу же *направляют в лабораторию для подготовки к анализу*.

*Следует помнить, что после дождя или полива пробу зеленой массы отбирать нельзя.*

### **ПОДГОТОВКА ПРОБЫ К АНАЛИЗУ**

Из точечных проб анализируемых кормов, отобранных пробоотборником или вручную, составляют объединенную пробу, которую помещают на полиэтиленовую пленку, перемешивают, затем разравнивают тонким слоем и делят по диагонали на четыре треугольника (метод квартования), из которых два противоположных удаляют, а из двух оставшихся образуют среднюю пробу.

Среднюю пробу сена, соломы, сенной резки, силоса, сенажа или зеленых кормов измельчают на отрезки длиной 1-3 см, Измельченную пробу тщательно перемешивают и методом квартования выделяют часть средней пробы, масса которой после высушивания должна быть не менее 150 г.

Среднюю пробу комбикормов, зерна, премикса, жмыхов, шрота, БВМД размалывают без предварительного подсушивания. Размолотый материал просеивают через сито с отверстиями диаметром 3 мм. Остаток на сито измельчают, добавляют к пробе и перемешивают.

Пробы хранят в сухом месте в чистой стеклянной или пластмассовой банке с плотно закрывающейся крышкой или пробкой.

Дальнейший анализ образцов проводится по общепринятой схеме зоотехнического анализа.

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **ГОСТ 13496.0–2016.** Корма. Комбикормовое сырье. Методы отбора проб. – Взамен ГОСТ 13496.0–80 ; введ. 2018–04–01. – Офиц. изд. – Минск : Госстандарт РБ, 2017. – 14 с.
2. **ГОСТ 13496.15–2016.** Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения массовой доли сырого жира. – Взамен ГОСТ 13496.15–97 ; введ. 2017–06–12. – Офиц. изд. – Минск : Госстандарт РБ, 2017. – 10 с.
3. **ГОСТ 13496.17–95.** Корма Методы определения каротина. – Взамен ГОСТ 13496.17–84 ; введ. 1997–07–01. – Офиц. изд. – Минск : Госстандарт РБ, 2011. – 6 с.
4. **ГОСТ 13496.2–91.** Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения сырой клетчатки. – Взамен ГОСТ 13496.2–84 ; введ. 1992–07–01. – Офиц. изд. – Минск : Госстандарт РБ, 2010. – 7 с.
5. **ГОСТ 13496.3–92 (ISO 6496–83.)** Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения влаги. – Взамен ГОСТ 13496.3–80 ; введ. 1993–01–01. – Офиц. изд. – Минск : Госстандарт РБ, 2010. – 5 с.
6. **ГОСТ 13496.4–93.** Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина. – Взамен ГОСТ 13496.4–86 ; введ. 1994–12–30. – Офиц. изд. – Минск : Госстандарт РБ, 2010. – 16 с.
7. **ГОСТ 13586.3–2015.** Зерно Правила приемки и методы отбора проб. – Взамен ГОСТ 13586.3–83 ; введ. 2017–06–01. – Офиц. изд. – Минск : Госстандарт РБ, 2017. – 12 с.
8. **ГОСТ ISO 13906–2013.** Корма для животных. Определение содержания кислотно-детергентной клетчатки (КДК) и кислотно-детергентного лигнина (КДЛ). – Введ. 2015–07–01. – Офиц. изд. – Минск : Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2015. – 10 с.
9. **ГОСТ 13979.0–86.** Жмыхи, шроты и горчичный порошок. Правила приемки и методы отбора проб. – Введ. 1988–01–01. – Офиц. изд. – Минск : Госстандарт РБ, 2014. – 4 с.
10. **ГОСТ 23637–90.** Сенаж Технические условия. – Взамен ГОСТ 23637–79 ; введ. 1991–05–01. – Офиц. изд. – Минск : Госстандарт РБ, 2017. – 7 с.
11. **ГОСТ 26226–95.** Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения золы. – Взамен ГОСТ 26226–84 ; введ. 1997–01–01. – Офиц. изд. – Минск : Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2003. – 6 с.
12. **ГОСТ 26570–95.** Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения кальция. – Взамен ГОСТ 26570–85 ; введ. 1996–02–29. – Офиц. изд. – Минск : Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2003. – 14 с.
13. **ГОСТ 26657–97.** Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания фосфора. – Взамен ГОСТ 26657–85 ; введ. 1998–08–28. – Офиц. изд. – Минск : Госстандарт РБ, 1999. – 10 с.
14. **ГОСТ 27262–87.** Корма растительного происхождения. Методы отбора проб. – Введ. 1988–07–01. – Офиц. изд. – Минск : Госстандарт РБ, 2014. – 8 с.
15. **ГОСТ 27548.–97.** Корма растительные. Методы определения содержания влаги. – Взамен ГОСТ 27548–87 ; введ. 1998–08–28. – Офиц. изд. – Минск : Госстандарт РБ, 2014. – 7 с.
16. **ГОСТ 27668–88.** Мука и отруби. Приемка и методы отбора проб. – Введ. 1989–07–01. – Офиц. изд. – Минск : Госстандарт РБ, 2011. – 8 с.
17. **ГОСТ 27978–88.** Корма зеленые. Технические условия. – Введ. 1989–05–01. – Офиц. изд. – Минск : Госстандарт РБ, 2014. – 6 с.
18. **ГОСТ 28736–90.** Корнеплоды кормовые. Технические условия. – Введ. 1991–05–01. – Офиц. изд. – Минск : Госстандарт РБ, 2011. – 5 с.
19. **ГОСТ 32045–2012 (ISO 5985–1:2002).** Корма, комбикорма, комбикормовое сырье Методы определения содержания золы, не растворимой в соляной кислоте. – Взамен ГОСТ 13496.14–87 ; введ. 2016–02–01. – Офиц. изд. – Минск : Госстандарт РБ, 2016. – 10 с.
20. **СТБ 1223–2000.** Силос из кормовых растений. Общие технические условия. – Взамен ГОСТ 23638–90 ; введ. 2000–08–01. – Офиц. изд. – Минск : Госстандарт РБ, 2000. – 10 с.
21. **СТБ 2015–2009.** Зерносенаж. Общие технические условия. – Введ. 2010–07–01. – Офиц. изд. – Минск : Госстандарт РБ, 2010. – 10 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Перечень условных обозначений	4
Тема 1. Основные правила техники безопасности при работе в лаборатории по анализу кормов. Схема зоотехнического анализа кормов. Техника взятия средней пробы кормов. Подготовка пробы к анализу. Работа с аналитическими весами	5
Тема 2. Определение влаги и сырой золы в кормах	8
Тема 3. Определение содержания кальция и фосфора в кормах	13
Тема 4. Определение сырого жира в кормах	17
Тема 5. Определение сырой клетчатки в кормах. Знакомство с методиками по определению сахара и крахмала в кормах. Расчет содержания в кормах безазотистых экстрактивных веществ	19
Тема 6. Определение сырого протеина в кормах	26
Тема 7. Определение каротина в кормах. Оценка качества сенажа и силоса	31
Контрольные вопросы для коллоквиума	39
ПРИЛОЖЕНИЯ	40
Список рекомендованной литературы	46



Учебное издание

**Микуленок** Валентина Гордеевна,  
**Синцера** Анна Михайловна,  
**Жалнеровская** Алла Васильевна

## **ЗООТЕХНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КОРМОВ**

Учебно-методическое пособие

Ответственный за выпуск В. Г. Микуленок  
Технический редактор О. В. Луговая  
Компьютерный набор А. В. Жалнеровская  
Компьютерная верстка Е. В. Морозова  
Корректор Е. В. Морозова

Подписано в печать 08.12.2020. Формат 60×84 1/16.  
Бумага офсетная. Ризография.  
Усл. печ. л. 3,0. Уч.-изд. л. 2,37. Тираж 1025 экз. Заказ 2099.

Издатель и полиграфическое исполнение:  
учреждение образования «Витебская ордена «Знак Почета»  
государственная академия ветеринарной медицины».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий № 1/ 362 от 13.06.2014.  
ЛП №: 02330/470 от 01.10.2014 г.  
Ул. 1-я Доватора, 7/11, 210026, г. Витебск.  
Тел.: (0212) 51-75-71.  
E-mail: rio\_vsavm@tut.by  
<http://www.vsavm.by>