

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ВИТЕБСКАЯ ОРДЕНА «ЗНАК ПОЧЕТА» ГОСУДАРСТВЕННАЯ
АКАДЕМИЯ ВЕТЕРИНАРНОЙ МЕДИЦИНЫ»

А. М. Синцерова, А. В. Жалнеровская

**ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«КОРМЛЕНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ
ЖИВОТНЫХ».**

ЗООТЕХНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КОРМОВ

Рабочая тетрадь
для студентов очной и заочной форм
получения высшего образования по специальности
«Производство продукции животного происхождения»

Витебск
ВГАВМ
2026

УДК 636.085.33

ББК 45.451.1

С38

Рекомендовано к изданию методической комиссией
биотехнологического факультета УО «Витебская ордена
«Знак Почета» государственная академия ветеринарной
медицины» от 24 апреля 2026 г. (протокол № 5)

Авторы:

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *А. М. Синцера*;
старший преподаватель *А. В. Жалнеровская*

Рецензенты:

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *О. А. Яцына*;
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *Т. М. Шлома*

Синцера, А. М.

С38 Лабораторные работы по дисциплине «Кормление сельскохозяйственных животных». Зоотехнический анализ кормов : рабочая тетрадь для студентов очной и заочной форм получения высшего образования по специальности «Производство продукции животного происхождения» / А. М. Синцера, А. В. Жалнеровская. – Витебск : ВГАВМ, 2026. – 44 с.
ISBN 978-985-591-311-6.

Рабочая тетрадь составлена в соответствии с учебной программой по дисциплине «Кормление сельскохозяйственных животных» для высших сельскохозяйственных учебных заведений по специальности 6-05-0811-02 «Производство продукции животного происхождения».

В рабочей тетради представлены и изложены все необходимые методики для определения химического состава кормов, исследования качества заготавливаемых кормов с учетом требований ГОСТа. Включает в себя формулы для расчетов показателей питательности и формы для записи результатов.

УДК 636.085.33

ББК 45.451.1

ISBN 978-985-591-311-6

© УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», 2026

ВВЕДЕНИЕ

Зоотехнический анализ кормов является фундаментальным разделом современной зоотехнической науки. Эффективное ведение животноводства невозможно без точки знаний о химическом составе и питательности кормовых средств, так как именно полноценное кормление на 60-70% определяет продуктивность животных и экономическую эффективность.

Данная рабочая тетрадь разработана как методическое руководство для освоения практических навыков лабораторного исследования кормов. В процессе работы студенту предстоит освоить классическую схему полного зоотехнического анализа, включающую определение первоначальной и гигроскопической влаги, сырого протеина, сырого жира, сырой клетчатки, сырой золы и определение кальция, фосфора.

Основная цель тетради – помочь студенту систематизировать полученные теоретические знания и научиться применять их на практике. Самостоятельное выполнение лабораторных работ позволит будущему специалисту не только овладеть методиками химического анализа, но и развить навыки объективной оценки качества кормов, выявления их фальсификации и соответствия государственным стандартам.

Успешное освоение курса «Зоотехнический анализ кормов» является необходимым этапом для дальнейшего изучения дисциплин по кормлению сельскохозяйственных животных и технологии производства продукции животноводства.

ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

БЭВ – безазотистые экстрактивные вещества

ГВ – гигроскопическая влага

К. ед., корм. ед. – овсяная кормовая единица

КДК – кислотнo-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**

Цели занятия: освоить основные правила техники безопасности при работе в лаборатории по исследованию кормов; технику взятия средней пробы кормов (сочных, грубых и концентрированных); технику работы на аналитических весах.

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

Приборы: аналитические весы, кормовая мельница, сито.

ПРОВЕДЕНИЕ ЗАНЯТИЯ

Задание 1. Изучите основные правила техники безопасности при работе в лаборатории по исследованию кормов.

*ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ В ЛАБОРАТОРИИ
ПО ИССЛЕДОВАНИЮ 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%-ным раствором соды или слабым раствором аммиака. При ожогах щелочью необходимо тщательно смыть ее водой, а затем 1%-ным 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 легковоспламеняющимися веществами (серным эфиром, спиртом, бензином, бензолом, ацетоном и др.) необходимо убедиться в том, что поблизости нет открытого огня (пламени горелки, открытой 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 не растворимое в воде вещество (бензин, эфир, скипидар), необходимо применять для тушения песок, кошму, асбест, углекислотные огнетушители, но ни в коем случае не 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 с актом по отбору средней пробы корма в хозяйстве и заполните имеющиеся данные для пробы.

Акт отбора образца (пробы) корма

1. Хозяйство, отделение, бригада _____
2. Вид корма _____
3. Величина партии, от которой берется образец _____
4. Дата взятия образца « _____ » _____ 20 _____ г.
_____ часов
5. Фаза вегетации трав во время их уборки _____
6. Условия хранения, № хранилища, стог, скирда, траншея, башня, яма и пр.

7. Использование консервантов и обогатительных добавок, кг/т

8. Температура заготавливаемого корма _____
9. Погодные условия в период уборки _____
10. Оценка: цвет _____ запах _____ структура _____
11. Примеси песка, земли, плесневелость, ржавчина и пр., % _____
12. Ботанический состав, %: злаковые _____ бобовые _____
разнотравье _____
13. Фамилия и должность лица, отбиравшего образец _____
14. Дата поступления образца в лабораторию « _____ » _____
20 _____ г.

Пробу сдал _____ Подпись _____

Пробу принял _____ Подпись _____

Задание 3. Изучите технику взятия проб кормов.

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

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

Средняя проба отбирается от всего наличного корма.

Сено и солома. 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 1-1,5 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, хлороформ технический, 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 м. Если слой законсервированной массы менее 1,5-2 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 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.

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

Среднюю пробу помещают в пакет из плотной полимерной пленки или стеклянную банку с плотно закрывающейся крышкой, добавляют 5 см³ антисептика (толуол, хлороформ технический, формалин), 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.

Корма животного происхождения. При хранении муки животного происхождения в таре точечные пробы берут чистым сухим щупом по диагонали от 10,0% мест всей партии, но не менее чем из 3, массой около 1,5 кг. При бестарном хранении точечные пробы отбирают с транспортера через равные промежутки времени с 1 т продукта – 250 г, но не менее 1,5 кг муки от партии. Масса объединенной пробы должна составить примерно 1,5 кг. Для зоотехнического анализа достаточно направить 100-150 г муки, которую отбирают из общей пробы общепринятым способом. Корм измельчают, просеивают через сито с диаметром ячеек 0,5 мм и помещают в банку с притертой крышкой.

Кормовые добавки. Отбор средних образцов порошковидных минеральных веществ, фосфатных кормовых добавок, карбамида проводят из разных мест щупом аналогично взятию проб зерновых и мучнистых кормов. Средний образец составляют равным 0,6-0,7 кг.

Комбикорма, мука травяная, отруби, мучка, дрожжи кормовые. На складах из партий рассыпного и гранулированного комбикорма точечные пробы отбирают амбарным щупом, а при его отсутствии – совком из центра квадрата площадью 4-5 м²; при высоте насыпи до 0,75 м – из верхнего и нижнего слоев, свыше 0,75 м – из верхнего, среднего и нижнего. Масса объединенной пробы от партий рассыпного корма должна быть не менее 4 кг, после смешивания из нее выбирают средний образец для анализа (методом квадрата) массой 0,5-1 кг.

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 ковшем 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 кг от партии;

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

– **на складах насыпью** отбирают конусным шупом в шахматном порядке из верхнего, среднего и нижнего слоев через каждый 1 м² для жмыхов и через каждые 2 м² для шротов, но не менее 2 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 шупом 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 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 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 шуп.

Механическим пробоотборником **точечные пробы** отбирают по всей глубине насыпи зерна. Ручным шупом точечные пробы отбирают из верхнего и нижнего слоев, касаясь шупом 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° 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 $2 \pm 0,1$ кг. Если масса объединенной или среднесуточной пробы не превышает 2 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 троекратного 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 $2 \pm 0,1$ кг зерна, **которое и составит среднюю пробу**.

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

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 м^2 , располагая их по диагонали участка. Травостой скашивают (срезают) на высоте 3-5 см.

От зеленой массы, доставленной на фермы для непосредственного скормливания 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 полотно, 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.

Водянистые корма. Образцы водянистых кормов (барда, жом, кормовая патока, пивная дробина, мезга) берут после тщательного перемешивания в таре. Отбор точечных проб можно проводить с помощью специального пробоотборника ПВК-1 конструкции «Агроприбор» из разных мест и разной глубины. Отобранную пробу консервируют смесью хлороформа и толуола в количестве 5 мл на 1 кг корма. Консервант с кормом тщательно перемешивают. Величину среднего образца определяют из расчета, чтобы его масса составляла не менее 150 г на сухое вещество.

Корнеклубнеплоды. Картофель отбирают отдельно из каждой емкости хранения. От партии, хранящейся в буртах, траншеях, средний образец отбирают в каждом хранилище. При хранении картофеля насыпью точечные пробы берут по всей высоте, ширине и длине насыпи из разных мест и слоем через разные промежутки. Число точечных проб отбирают от насыпи с учетом общей массы. Отдельные точечные пробы должны быть одинаковые по размеру, но не менее 3 кг, а для партии свыше 60 т – не менее 10 кг. В лабораторию направляют средний образец массой 2-4 кг.

Средняя проба корнеплодов (морковь, свекла, турнепс и т.д.) берется иначе. При хранении свеклы насыпью в качестве общей пробы следует брать из различных слоев (верхнего, среднего, нижнего) примерно следующее количество корней: из партии корнеплодов до 200 кг – 10 кг, от 201 до 500 кг – 20 кг, от 501 до 1 000 кг – 30 кг и из партии от 1001 до 5 000 кг – 60 кг. Масса средней пробы должна составлять не менее 10% массы исходного образца. Из вскрытых буртов среднюю пробу корнеплодов берут из различных мест партии, откладывают без выбора примерно по 100-150 корней неодинаковой величины. Корни очищают от земли (но не моют) и сортируют на крупные, средние и мелкие. Корнеплоды каждого сорта взвешивают отдельно и рассчитывают их соотношение. Данные записывают в паспорт образца. Из каждого сорта отбирают несколько корнеплодов в качестве среднего образца массой около 5 кг и укладывают в отдельные мешочки. Образец корней различной величины нумеруют одним номером и заносят в один паспорт. При отправке в лабораторию эти мешочки упаковывают в общий мешок или ящик.

ПОДГОТОВКА ПРОБЫ К АНАЛИЗУ

Из точечных проб анализируемых кормов, отобранных пробоотборником или вручную, составляют объединенную пробу, которую помещают на поли-

этиленовую 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.

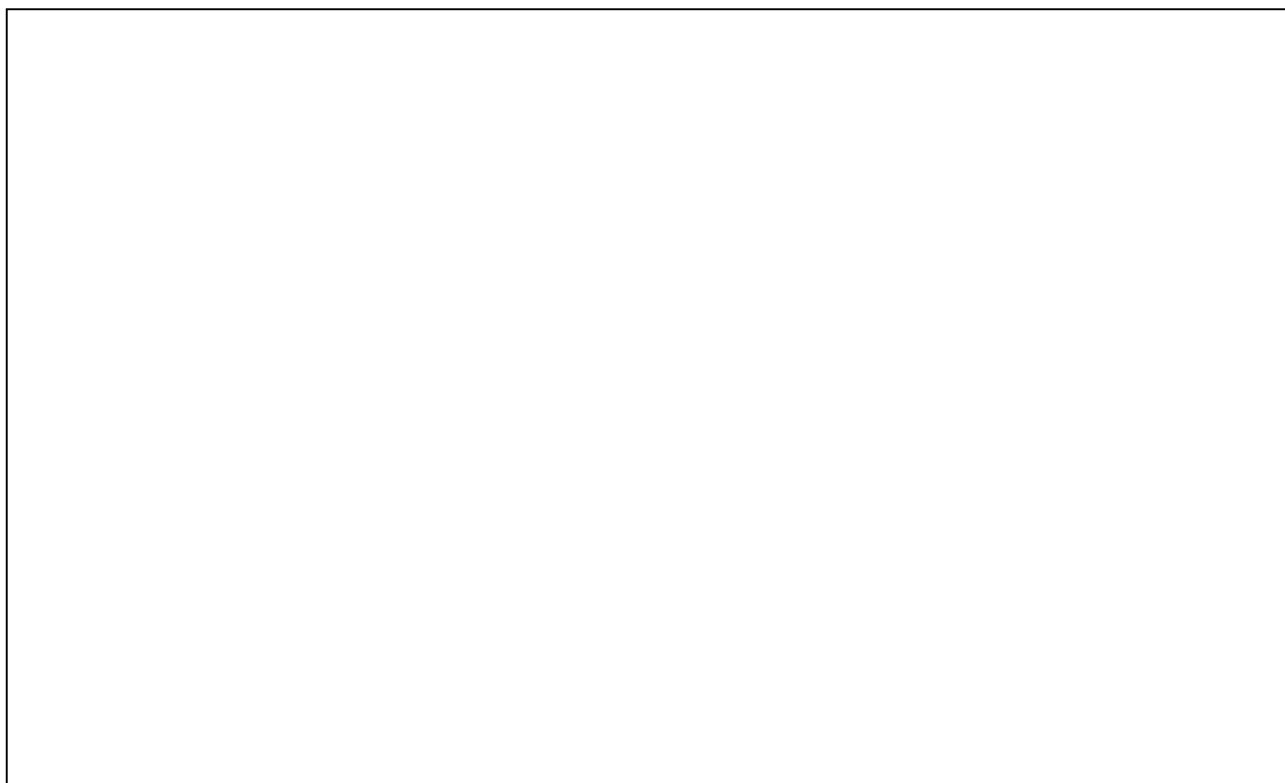
Среднюю пробу сена, соломы, сенной резки, силоса, сенажа или зеленых кормов измельчают на отрезки длиной 1-3 см. Измельченную пробу тщательно перемешивают и методом квартования выделяют часть средней пробы, масса которой после высушивания должна быть не менее 150 г.

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.

Задание 4. Изобразите схему зоотехнического анализа кормов.



Задание 5. Изучите правила работы и овойте технику взвешивания на аналитических весах.

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 балансирующее 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.

ТЕМА 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛАГИ И СЫРОЙ ЗОЛЫ В КОРМАХ

Цели 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 классов 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:

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

где **ПВ** – первоначальная влага, %;

M₂ – масса тары с пробой до высушивания, г;

M₃ – масса тары с пробой после высушивания, г;

M₁ – 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 ± 2 °С 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 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 ± 2 °С 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 ± 2 °С 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, %.

Полученные данные запишите в таблицу 1.

Таблица 1 – Определение влаги в _____
(название корма)

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

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 СО₂ 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±25°C в течение 2 часов; 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 часов при температуре 525 ± 25°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 см³ 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 ± 25°C в течение 1 часа.

10. По окончании прокаливания 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.

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, %	

ТЕМА 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ КАЛЬЦИЯ И ФОСФОРА В КОРМАХ

Цели 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 занесите в таблицу 3.

Оборудование: пипетки на 10 мл с макроконтролером, дозатор, колбы конические с широким горлом вместимостью 250 см³, мерный цилиндр.

Реактивы: хром темно-синий кислотный, эриохром сине-черный Р®, стандарт-титр трилона Б, раствор концентрации 0,01 моль/дм³, кальцеин (флуорексон), натрий лимоннокислый трехзамещенный, 5,5-водный, гидроксиламин гидрохлорид, триэтаноламин 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 см³ исходного раствора золы переносят пипеткой или шприцем-дозатором в широ-

когорлые колбы вместимостью 250 см³, доводят объем раствора дистиллированной водой до 100 см³ (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, гидроксиламин и 10 см³ 20%-ного раствора гидроокиси калия, а также около 30 мг одного из индикаторов (кальцеин, мурексид, эрихром, хром кислый темно-синий).

3. После добавления каждого реагента раствор перемешивают.

4. Титруют не позднее чем через 10 мин. раствором трилона Б концентрации 0,01 моль/дм³ в присутствии «свидетеля» до перехода окраски от краснорозовой 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, гидроксиламина на раствор триэтаноламина, который приливают в количестве 3 см³.

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

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

где V₁ – исходный объем исследуемого раствора, см³;

V₂ – объем раствора трилона Б, израсходованный на титрование исследуемого раствора, см³;

V₃ – объем исследуемого раствора, взятый на титрование, см³;

C – концентрация раствора трилона Б;

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

100 – коэффициент пересчета в проценты.

За окончательный результат испытания принимают среднеарифметическое двух параллельных определений.

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

Данные запишите в таблицу 3.

Таблица 3 – Определение кальция в _____

Показатели	(название корма)	
	Ед.измерения	Результаты
Масса навески (m)	г	
Исходный объем исследуемого раствора (V ₁)	см ³	
Объем исследуемого раствора, взятый для титрования (V ₃)	см ³	
Объем раствора трилона Б, израсходованный на титрование исследуемого раствора (V ₂)	см ³	
Концентрация раствора трилона Б (C)	коэффициент	0,01
Содержание кальция в СВ корма	%	

Задание 2. Ознакомьтесь с методикой определения фосфора в кормах. Проведите анализ определения фосфора в корме. Полученные результаты занесите в таблицу 4.

Оборудование: спектрофотометр или фотоэлектроколориметр с максимумом 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 см³.

Реактивы:

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

– *раствор ванадиевоокислого мета (раствор № 2)* – 2,5 г ванадиевоокислого аммония растворяют в нагретой до кипения дистиллированной воде, охлаждают, добавляют 20 см³ концентрированной азотной кислоты и доводят объем раствора дистиллированной водой до 1000 см³, перемешивают;

– *раствор молибденовоокислого аммония (раствор №3)* – 50 г молибденовоокислого аммония растворяют в горячей (свыше 75°С) воде, охлаждают и доводят объем раствора дистиллированной водой до 1000 см³, 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 – гетерополиоксидов, образующегося в кислой среде в присутствии ванадата 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 см³ и добавляют 5 см³ раствора №1, перемешивают.

2. Прибавляют 15 см³ 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 максимумом светопропускания в области 440-465 нм.

По результатам фотометрирования растворов сравнения строят градуировочный график, откладывая на оси абсцисс содержание фосфора в 100 см³ растворов сравнения в миллиграммах, на оси ординат – соответствующее значение оптической плотности.

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

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

где m_1 – 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.

Данные запишите в таблицу 4.

Таблица 4 – Определение фосфора в _____
(название корма)

Показатели	Результаты
Масса навески, мг (m)	
Показания колориметра (экстинкция)	
Количество фосфора, установленное по градуировочному графику, мг (m_1)	
Содержание фосфора в СВ корма, %	

ТЕМА 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СЫРОГО ЖИРА В КОРМАХ

Цели 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 (свободных жирных кислот, спиртов, альдегидов, провитаминов, пигментов, стероидов, эфирных масел 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, %;

m₂ – масса бюксы с пакетиком и кормом до обезжиривания, г;

m₃ – масса бюксы с пакетиком и кормом после обезжиривания, г;

m₁ – масса высушенной бюксы с пакетиком, г;

100 – коэффициент пересчета в проценты.

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

Полученные результаты записывают в таблицу 5.

Таблица 5 – Определение сырого жира

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

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

Цели 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°C растворимых углеводов (сахаров), последующем гидролизе 1%-ным 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 классов 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 см³; 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°C растворимых углеводов (сахаров), последующем гидролизе 1%-ным 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°C 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 см³; 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 часов (или при 105°C в течение 4 часов).

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.

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, %	

Задание 3. Ознакомьтесь с методикой определения растворимых и легкогидролизуемых углеводов.

Сущность метода заключается в экстракции из корма дистиллированной водой при температуре 50-60°C **растворимых углеводов (сахаров)**, последующем гидролизе 1%-ным 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 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 см³ с метками на 50 и 60 см³ и заливают 60 см³ дистиллированной воды, нагретой до температуры 50°C.
3. Помещают стакан в микроизмельчитель, где содержимое гомогенизируется в течение 2 минут при 3000 мин⁻¹.
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 см³.
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%-ным раствором серной кислоты, подогретым до 70-80°C, в тот же стакан, где проводилась гомогенизация.

2. Общий объем в стакане доводят до метки 50 см^3 1%-ным 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^3 .

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^3 в зависимости от содержания углеводов в анализируемой пробе отбирают:

- $5\text{--}10\text{ см}^3$ из экстракта концентратов, сочных или грубых кормов;
- $1\text{--}2\text{ см}^3$ из экстракта свеклы;
- $5\text{--}20\text{ см}^3$ из гидролизата сочных, грубых кормов;
- от 1 до 5 см^3 из гидролизата концентратов.

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

3. Добавляют по 2 см^3 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^3 , 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^3 антронового реактива.

2. В три пробирки вносят по 2 см^3 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^3 антронового реактива используют 15 см^3 , 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 минут 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 см³ экстракта, определенная по градуировочному графику, мг;

V – объем исходного неосветленного экстракта, см³;

V₁ – объем осветленного экстракта, см³ (100 см³);

V₂ – объем исходного экстракта, взятого для осветления, см³;

2 – объем осветленного экстракта, взятого для окрашивания, см³;

m₁ – масса навески, мг;

100 – коэффициент пересчета в проценты.

2. **Массовую долю легкогидролизуемых углеводов (крахмала)** в испытуемой пробе (X₁) % 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 см³ гидролизата, определенная по градуировочному графику, мг;

V – объем исходного неосветленного гидролизата, см³;

V₁ – объем осветленного гидролизата, см³ (100 см³);

V₂ – объем исходного гидролизата, взятого для осветления, см³;

2 – объем осветленного гидролизата, взятого для окрашивания, см³;

m₁ – 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.

3. **Массовую долю растворимых или легкогидролизуемых углеводов, % СВ** вычисляют по формуле:

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

где $X (X_1)$ – массовые доли растворимых или легкогидролизуемых углеводов в испытуемой пробе, %;

W – массовая доля влаги анализируемой пробы, %;

100 – коэффициент пересчета в проценты.

Задание 4. 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, аминсахаров.

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

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

Расчет безазотистых экстрактивных веществ в натуральном корме, % _____

ТЕМА 6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СЫРОГО ПРОТЕИНА В КОРМАХ

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

ПРОВЕДЕНИЕ ЗАНЯТИЯ

Задание. Ознакомьтесь с методикой определения в кормах сырого протеина.

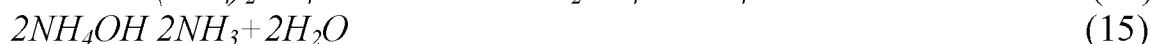
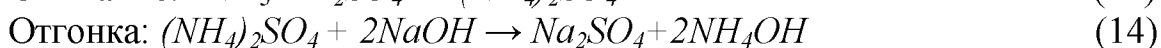
Оборудование: весы лабораторные, установка для титрования с бюреткой, колбы Кьельдаля, мерный цилиндр, химический стакан.

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 см³ 96%-ного 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:



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

- 1 – колба вместимостью 1000 см³;
- 2 – капельная воронка вместимостью 100 см³;
- 3 – каплеуловитель;
- 4 – холодильник;
- 5 – приемная колба вместимостью 250 см³;
- 6 – подъемный столик;
- 7 – колбонагреватель, или электроплитка с регулятором температуры, или газовая горелка;
- 8 – кран;
- 9 – воронка;
- 10 – парообразователь.

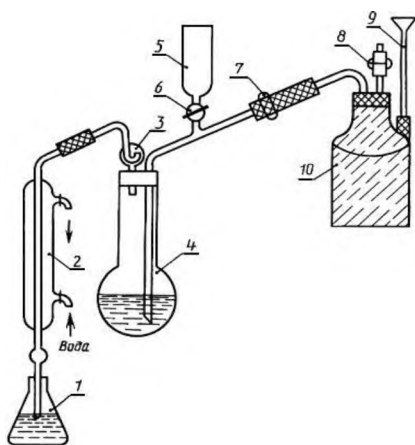


Рисунок 1 – Установка типа Кьельдаля

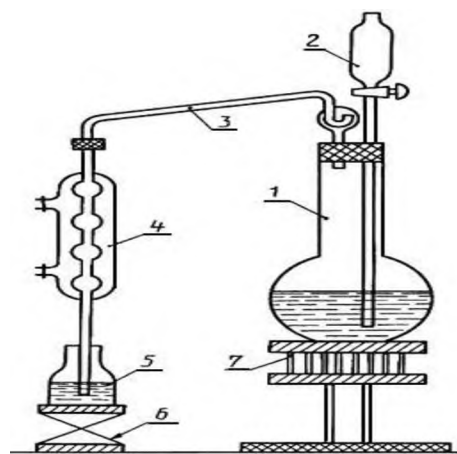


Рисунок 2 – Аппарат для отгонки аммиака с водяным паром

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 см³ 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 см³ раствора борной кислоты с массовой концентрацией 4% и 5 капель смешанного индикатора, который приготавливают следующим образом:

- растворяют 0,20 г метилового красного и 0,10 г метиленового голубого в 100 см³ 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%-ного 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 (А), %, в испытуемой пробе, при проведении отгонки аммиака в борную кислоту вычисляют по формуле:

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

где V_1 – объем серной кислоты, израсходованный на титрование испытуемого раствора, см^3 ;

V_0 – объем серной кислоты, израсходованный на титрование в контрольном опыте, см^3 ;

K – поправка к титру раствора серной кислоты с $(\frac{1}{2}\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,05$ моль/ дм^3 , если он приготовлен не из стандарт-титра;

0,0014 – масса азота, эквивалентная массе серной кислоты, содержащейся в 1 см^3 раствора с $(\frac{1}{2}\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,05$ моль/ дм^3 ;

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.

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 3) и автоматический аппарат Кьельдаля с титратором (рисунок 4).

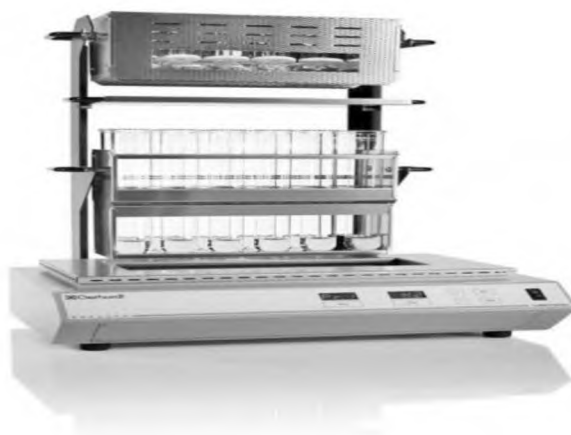


Рисунок 3 – Дигестор для минерализации

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, таблетки. Скорость дигерирования и разрушения образца зависит не только от свойств кислоты, но и от температуры обработки. Чем выше температура, тем меньше времени уходит на реакцию разложения.



Рисунок 4 – Автоматический аппарат Кьельдаля с титратором

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.

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 7.

Таблица 7 – 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	
Массовая доля азота в пробе (A), %	
Массовая доля сырого протеина в СВ корма, %	

ТЕМА 7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАРОТИНА В КОРМАХ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ АКТИВНОЙ КИСЛОТНОСТИ И СОДЕРЖАНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ КИСЛОТ В СЕНАЖЕ И СИЛОСЕ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ КОРМОВ

Цели занятия: ознакомиться с методикой определения каротина в кормах, определения pH, 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-го и 4-го классов точности с пределом взвешивания 500 г; ступка фарфоровая с пестиком; банки бытовые вместимостью 200 см³ (или колбы вместимостью 150-200 см³); крышки полиэтиленовые для банок (или пробки для колб).

Реактивы: кальция окись безводная, алюминия окись безводная, натрий сернокислый безводный, натрий двууглекислый, калий двуххромовокислый, 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 (C₁₀H₅₆) 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 двуххромовокислого калия, единица объема которого (1 мл) соответствует определенному содержанию каротина.

Процесс выполнения:

1. Измельчение проб кормов производят следующим образом:
 - зеленую массу, силос, сенаж или сено измельчают ножницами до отрезков длиной 1-3 см;
 - травяную муку или витаминную муку 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;

– кормовые корнеплоды 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) добавляют 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 см³, приливают 100 см³ 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 часов.

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, см³;

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 8 – Определение каротина в _____

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

Задание 2. Ознакомьтесь с методикой определения pH, общей кислотности и отдельных органических кислот в силосе и сенаже.

Оборудование: установка для отгонки кислот, титровальная установка, весы лабораторные, электроплитка, pH-метр потенциометрический.

Посуда: воронки стеклянные, бюретки вместимостью 10 см³, колбы мерные вместимостью 50, 100, 250 и 1000 см³, колбы круглые плоскодонные вместимостью 500 см³ со шлифом, колбы круглые плоскодонные вместимостью 1000 см³ со шлифом, цилиндры мерные вместимостью 250 и 1000 см³, стаканы стеклянные вместимостью 150 и 1000 см³.

Реактивы: кальция оксид, калий двуххромовокислый, медь сернокислая 5-водная, фиксанал гидроокиси натрия, кислота серная, стандарт-титр гидроксида натрия, фенолфталеин, спирт этиловый ректификованный, пенза прокаленная, тальк.

Процесс выполнения:

1. Среднюю пробу силоса, силосованных кормов из кукурузы или сенажа тщательно перемешивают, а при необходимости измельчают на частицы величиной не более 3 см для силоса (для сенажа – не более 4 см), из нее отбирают навеску массой 100±5 г, помещают в мерный цилиндр вместимостью 1000 см³ и доводят до метки дистиллированной водой.

2. Мерный цилиндр накрывают полиэтиленовой пленкой и встряхивают, после чего оставляют в холодильнике при температуре от 2 до 8 С° для настаивания в течении 10-12 часов (обычно на ночь), по истечении времени вытяжку фильтруют через вату в воронке.

3. Для осаждения сахаров:

– 200 см³ полученного фильтрата поместить в мерную колбу вместимостью 250 см³;

– добавить при помощи цилиндра 20 мл взвеси окиси кальция и 10 мл раствора сернокислой меди, встряхнуть и оставить на 1 час;

– затем довести до метки дистиллированной водой, перемешать и профильтровать через сухой складчатый фильтр.

4. 200 см³ полученного обессахаренного фильтрата поместить в плоскодонную колбу вместимостью 500 см³.

5. Для перевода связанных кислот в свободные прибавить 5 см³ 50%-ного раствора серной кислоты, 4-5 кусочков пемзы (или талька), взболтать.

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

7. К выходной трубке холодильника подставить мерную колбочку вместимостью 100 см³.

8. 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.

9. К остатку жидкости в отгонной колбе прибавить 55 см³ раствора дихромата калия для окисления молочной кислоты в уксусную и 100 см³ дистиллированной воды.

10. Жидкость в колбе нагреть до кипения и отогнать 50 см³ дистиллята в течение 10-15 минут (дистиллят 3).

11. Все дистилляты переносят в конические колбочки (каждый дистиллят в отдельную колбочку). Мерные колбы ополоснуть 10-15 см³ воды (всегда одним и тем же количеством).

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

13. Количество пошедшей на титрование щелочи умножают на 1,25, так как для обессахаривания фильтрата его объем довели реактивами и водой до 250 см³, а для дистилляции взяли только 200 см³.

Обработка результатов:

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.

Качественные показатели консервированных кормов записывают в таблицу 9.

Таблица 9 – 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:

$$X = \frac{a \times (100 - ПВ)}{100}, \quad (22)$$

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:

$$X = \frac{a \times 100}{100 - ГВ}, \quad (23)$$

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

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

ГВ – гигроскопическая влага корма, %.

Таблица 10 – 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 (*ОЭ_{крс}*) в МДж/кг сухого вещества вычисляют по формуле:

$$OЭ_{крс} = 5,59 + \frac{25,09}{СК} + 0,202 СП, \quad (24)$$

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:

$$Корм. ед. = OЭ^2 \times 0,0081, \quad (25)$$

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 (OЭ), МДж, в 1 кг сухого вещества (СВ) корма вычисляют по формуле:

$$OЭ = K_1 - 0,045 СК - 0,015 СЗ + 0,07 СП, \quad (26)$$

где **K₁** – 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:

$$Корм. ед. = OЭ \times K_2, \quad (27)$$

где **K₂** – коэффициент для определения кормовых единиц.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Корма. Комбикормовое сырье. Методы отбора проб : ГОСТ 13496.0-2016. – Взамен ГОСТ 13496.0-80 ; введ. 2018.04.01. – Минск : Госстандарт РБ, 2017. – 14 с.
2. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения массовой доли сырого жира : ГОСТ 13496.15-2016. – Взамен ГОСТ 13496.15-97 ; введ. 2017.06.12. – Минск : Госстандарт РБ, 2017. – 10 с.
3. Корма. Методы определения каротина : ГОСТ 13496.17-2019. – Взамен ГОСТ 13496.17-95 ; введ. 2020.10.01. – Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2019. – 12 с.
4. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения сырой клетчатки : ГОСТ 13496.2-91. – Взамен ГОСТ 13496.2-84 ; введ. 1992.07.01. – Минск : Госстандарт РБ, 2010. – 7 с.
5. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения влаги : ГОСТ 13496.3-92 (ISO 6496-83). – Взамен ГОСТ 13496.3-80 ; введ. 1993.01.01. – Минск : Госстандарт РБ, 2010. – 5 с.
6. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина : ГОСТ 13496.4-93 (ISO 5983.2-2016). – Взамен ГОСТ 13496.4-86 ; введ. 1994.12.30. – Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2019 – 18 с.
7. Зерно Правила приемки и методы отбора проб : ГОСТ 13586.3-2015. – Взамен ГОСТ 13586.3-83 ; введ. 2017.06.01. – Минск : Госстандарт РБ, 2017. – 12 с.
8. Корма для животных. Определение содержания кислотно-детергентной клетчатки (КДК) и кислотно-детергентного лигнина (КДЛ) : ГОСТ ISO 13906-2013. – Введ. 2015.07.01. – Минск : Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2015. – 10 с.
9. Корма, комбикорма методы определения растворимых и легкогидролизуемых углеводов : ГОСТ 26176-2019. – Введ. 2019.07.30. – Минск : Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2019. – 16 с.
10. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения золы : ГОСТ 26226-95. – Взамен ГОСТ 26226-84 ; введ. 1997.01.01. – Минск : Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2003. – 6 с.
11. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания фосфора : ГОСТ 26657-97. – Взамен ГОСТ 26657-85 ; введ. с 1998.08.28. – Минск : Госстандарт РБ, 1999. – 10 с.
12. Корма растительного происхождения. Методы отбора проб : ГОСТ 27262-87. – Введ. 1988.07.01. – Минск : Госстандарт РБ, 2014. – 8 с.
13. Корма растительные. Методы определения содержания влаги : ГОСТ 27548.-97. – Взамен ГОСТ 27548-87 ; введ. 1998.08.28. – Минск : Госстандарт РБ, 2014. – 7 с.
14. Мука и отруби. Приемка и методы отбора проб : ГОСТ 27668-88. – Введ. 1989.07.01. – Минск : Госстандарт РБ, 2011. – 8 с.
15. Корма зеленые. Технические условия : ГОСТ 27978-88. – Введ. 1989.05.01. – Минск : Госстандарт РБ, 2014. – 6 с.
16. Корнеплоды кормовые. Технические условия : ГОСТ 28736-90. – Введ. 1991.05.01. – Минск : Госстандарт РБ, 2011. – 5 с.
17. Определение содержания кальция титриметрическим методом : ГОСТ 32904-2014 (ISO 6490-1:1985). – Введ. 2014.07.30. – Минск : Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2014. – 6 с.
18. Силос и силосованные корма из кукурузы. Общие технические условия : СТБ 1223-2024. – Взамен СТБ 1223-2000 ; введ. 2024.11.27. – Минск : Госстандарт РБ, 2024. – 18 с.
19. Жмыхи и шроты. Отбор проб : ГОСТ ISO 5500-2023. – Введ. 2023.08.31. – Минск : Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2023. – 24 с.
20. Сенаж. Технические условия : СТБ 2662-2024. – Введ. 2024.11.07. – Минск : Госстандарт РБ, 2024. – 15 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	14
Тема 3. Определение содержания кальция и фосфора в кормах	19
Тема 4. Определение сырого жира в кормах	22
Тема 5. Определение сырой клетчатки в кормах. Знакомство с методиками по определению сахара и крахмала в кормах.	
Расчет содержания в кормах безазотистых экстрактивных веществ	24
Тема 6. Определение сырого протеина в кормах	30
Тема 7. Определение каротина в кормах. Определение активной кислотности и содержание органических кислот в сенаже и силосе. Определение энергетической ценности кормов	36
Список рекомендованной литературы	42

Учебное издание

**Синцера Анна Михайловна,
Жалнеровская Алла Васильевна**

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «КОРМЛЕНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ».

ЗООТЕХНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КОРМОВ

Рабочая тетрадь

Ответственный за выпуск А. М. Синцера
Технический редактор Е. А. Алисейко
Компьютерный набор А. В. Жалнеровская
Компьютерная верстка Т. А. Никитенко
Корректор О. А. Никитина

Подписано в печать 22.07.2026. Формат 60×84 1/16.

Бумага офсетная. Ризография.

Усл. печ. л. 2,75. Уч.-изд. л. 2,29. Тираж 412 экз. Заказ 2653.

Издатель: 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.

Ул. 1-я Доватора, 7/11, 210026, г. Витебск.

Тел.: (0212) 48-17-70.

E-mail: rio@vsavm.by

<http://www.vsavm.by>

ISBN 978-985-591-311-6

