

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Красноярский государственный аграрный университет

*Е.А. Козина*

## ***ЗООТЕХНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КОРМОВ***

*Рекомендовано Сибирским региональным учебно-методическим центром  
высшего профессионального образования для межвузовского использования  
в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по направлениям  
подготовки бакалавров 111100.62 и магистров 111100.68 «Зоотехния»  
и по специальности 111801.65 «Ветеринария»*

Красноярск 2012

ББК 45.451.1я73  
К 59

*Рецензенты:*

*А.И. Голубков, доктор сельскохозяйственных наук,  
заведующий Красноярской лабораторией разведения крупного  
рогатого скота ВНИИплем*

*Л.В. Ефимова, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,  
ведущий научный сотрудник лаборатории скотоводства  
ГНУ Красноярский НИИЖ Россельхозакадемии*

К59

**Козина, Е.А. Зоотехнический анализ кормов: учеб. пособие**  
/ Е.А. Козина; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2012. –  
116 с.

В лабораторном практикуме приводятся методы анализа кормов для определения содержания влаги, азотистых веществ, жира, углеводов, золы, макроэлементов, энергетической питательности.

Предназначено для студентов очной, заочной и сокращенной форм обучения по направлениям 111100.62, 111100.68 «Зоотехния», по специальности 111801.65 «Ветеринария» по дисциплине «Кормление сельскохозяйственных животных» для использования на лабораторных занятиях, а также в период учебно-исследовательской работы и самостоятельных исследований, проводимых в студенческом в научном кружке.

ББК 45.451.1я73

©Козина Е.А., 2012  
©Красноярский государственный  
аграрный университет, 2012

## Оглавление

Введение.....	5
Правила по технике безопасности и пожарной безопасности в лаборатории анализа кормов.....	7
Оказание первой помощи при работе в химической лаборатории	8
Лабораторное занятие 1. Отбор средней пробы корма.....	9
Лабораторное занятие 2. Определение массовой доли первоначальной влаги корма.....	18
Лабораторное занятие 3. Измельчение кормов.....	22
Лабораторное занятие 4. Определение массовой доли гигроскопической и общей влаги корма.....	23
Лабораторное занятие 5. Определение массовой доли «сырой» золы и приготовление раствора золы.....	27
Лабораторное занятие 6. Определение массовой доли кальция в корме.....	31
Лабораторное занятие 7. Определение массовой доли фосфора в корме ванадомолибдатным методом .....	34
Лабораторное занятие 8. Определение массовой доли фосфора фосфорнованадомолибдатным способом и методом сжигания навески по Гинсбургу .....	37
Лабораторное занятие 9. Определение массовой доли «сырой» клетчатки ускоренным методом Кюршнера-Ганека в модификации Коган .....	40
Лабораторное занятие 10. Определение общего азота и массовой доли «сырого» протеина методом Кьельдаля.....	43
Лабораторное занятие 11. Определение азота фотоколориметрическим методом с использованием реакции индолфенольной зелени.....	48
Лабораторное занятие 12. Определение массовой доли «сырого» жира .....	51
Лабораторное занятие 13. Определение каротина в кормах.....	55
Лабораторное занятие 14. Определение содержания сахаров (общее количество) центрифужным методом Бертрана-Бьери...	58
Лабораторное занятие 15. Определение массовой доли безазотистых экстрактивных веществ.....	62
Лабораторное занятие 16. Определение нитратов и нитритов.....	63

Лабораторное занятие 17. Ускоренный метод определения нитратов в сухих кормах и растениях.....	66
Лабораторное занятие 18. Определение качества силоса и сенажа	71
Лабораторное занятие 19. Оценка качества мучнистых кормов....	75
Лабораторное занятие 20. Определение энергетической питательности кормов расчетным путем по данным химического анализа.....	77
Контрольные вопросы.....	79
Тестовые задания.....	81
Заключение.....	96
Приложения.....	98
Глоссарий.....	111
Библиографический список.....	116

## ВВЕДЕНИЕ

Под зоотехническим анализом (зооанализом) кормов понимают определение в кормах химическими и другими методами и количества органических, минеральных веществ и витаминов. Химический состав является первичным показателем питательности кормов. В зависимости от ряда факторов (агротехники, сроков уборки, погоды и др.) в кормах содержится неодинаковое количество питательных веществ. Поэтому для организации полноценности кормления животных необходимо периодически анализировать на химический состав заготовленные корма.

Правильно сбалансированное кормление животных по фактической питательности кормов способствует повышению их продуктивности и предупреждению заболеваний.

Зооинженер, ветеринарный врач должны правильно отбирать средние пробы кормов, владеть методами и техникой их химического анализа на содержание питательных веществ.

При зоотехническом анализе содержание в кормах питательных веществ определяется с некоторым количеством примесей. Например, в клетчатке кормов остаются лигнин, часть гемицеллюлоз, часть зольных элементов и др. Поэтому вещества называются «сырыми» – сырой протеин, сырой жир, сырая зола, сырая клетчатка.

В соответствии со схемой зоотехнического анализа в кормах определяют первоначальную влажность, воздушно-сухое вещество, «сырой» протеин, «сырой» жир, «сырую» клетчатку, «сырую» золу, безазотистые экстрактивные вещества (БЭВ), кальций, фосфор, каротин. Оценивают по качеству силос, сенаж, мучнистые корма.

На основании данных химического состава корма (рис. 1) рассчитывают общую питательность корма в овсяных кормовых единицах и энергетическую питательность в энергетических кормовых единицах (ЭКЕ).

Настоящий лабораторный практикум по зоотехническому анализу кормов служит руководством для студентов зооинженерных и ветеринарных специальностей при выполнении ими лабораторных заданий, а также в период учебно-исследовательской работы и самостоятельных исследований, проводимых в студенческом научном кружке.



**Рисунок 1 – Схема зоотехнического анализа химического состава кормов**

## **ПРАВИЛА ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ И ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ЛАБОРАТОРИИ АНАЛИЗА КОРМОВ**

При работе в лаборатории по зоотехническому анализу студент обязан соблюдать следующие правила по технике безопасности:

1. В лаборатории работать в чистом халате, соблюдая чистоту, порядок и правила безопасной работы. В лаборатории нельзя пить воду, принимать пищу, курить.

2. Концентрированные кислоты и щелочи отмеривать цилиндром, а не пипеткой (во избежание попадания в рот).

3. При работе с кислотами и щелочами следить за тем, чтобы они не попадали на одежду, столы, руки, лица.

4. Перед тем как смешивать концентрированные кислоты с водой, необходимо надеть защитные очки и резиновые перчатки. При этом необходимо лить кислоту в воду, а не наоборот.

5. Дымящиеся соляную и азотную кислоты переливать обязательно в вытяжном шкафу, нос и рот должны быть закрыты марлей, смоченной слабым раствором соды.

6. Нагревание легковоспламеняющихся веществ (серный эфир, бензин, бензол, ацетон и др.) необходимо проводить на предварительно нагретой водяной бане при строго определенной температуре.

7. Во время перегонки следить за прибором и нормальной работой холодильника. Нельзя оставлять прибор без наблюдения даже на короткое время; уходя, выключайте источник нагрева.

9. По окончании работы в лаборатории следует привести в порядок рабочее место, выключить электрические и газовые приборы.

## **ОКАЗАНИЕ ПЕРВОЙ ПОМОЩИ ПРИ РАБОТЕ В ХИМИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ**

1. При ожогах кислотой пораженное место в течение 5–10 минут промывают водой, а затем обрабатывают 2%-м раствором соды или слабым раствором аммиака.

2. При ожогах щелочью пораженное место надо быстро промыть водой, а затем 1%-м раствором лимонной или уксусной кислоты.

3. При попадании щелочи в глаз после обильного промывания водой еще дополнительно надо промыть насыщенным раствором борной кислоты.

4. При термических ожогах сделать примочку из свежеприготовленных растворов 1–2%-й  $\text{KMnO}_4$  или  $\text{NaHCO}_3$ , при ожогах I степени использовать примочки из 96°-го этилового спирта.

5. Пролитую на стол или на пол кислоту засыпать песком, который потом собрать совком, пораженное место промыть раствором соды, а затем чистой водой.

6. При возникновении пожара принять все меры к его тушению. Использовать песок, огнетушитель, войлок, кошму.

## *Лабораторное занятие 1* **ОТБОР СРЕДНЕЙ ПРОБЫ КОРМА**

По химическому составу и основным свойствам *средняя проба* должна быть по возможности копией всей партии корма.

*Партией* считают любое количество однородного корма, изготовленного по одному рецепту, предназначенное к одновременному приему, отгрузке, сдаче или хранению.

В зависимости от назначения отобранные от партии корма пробы подразделяют на разовые (точечные), исходные (генеральная проба), средние.

*Разовая проба* – небольшое количество корма, отобранное от партии за один прием для составления исходной пробы.

*Исходная проба* (генеральная) – совокупность всех выемок от одной партии корма, взятых из различных мест хранилища, скирды и т.д.

*Среднюю пробу* отбирают из исходной пробы после тщательного перемешивания корма, при этом проба обязательно должна быть однородна по составу.

На отбираемую для анализа среднюю пробу корма оформляют паспорт, в котором указывают сведения о хозяйстве, районе, области, о ботаническом составе, фазе вегетации, технологии, сроках приготовления и основных показателях органолептической оценки. Ниже приведена примерная форма паспорта, общая для всех видов кормов, производимых в хозяйствах. Качество кормов разных групп характеризуется органолептическими, морфологическими и другими признаками. Их следует вносить в паспорт в зависимости от вида корма, руководствуясь указаниями, приведенными в соответствующих стандартах.

При возникновении разногласий в оценке качества корма по признакам плесневелости, затхлости и гнилостности проба должна быть отобрана специальной комиссией и отослана для заключения в агрохимическую лабораторию или Россельхознадзор.

По завершении лабораторных анализов в паспорт вносят результаты исследований качества корма и данные о содержании в нем питательных веществ.

Паспорт подписывают лица, отбиравшие пробы и производившие оценку. Копию паспорта отсылают в хозяйство, из которого был взят корм.

Образец \_\_\_\_\_

1. Точное и полное наименование корма \_\_\_\_\_

2. Название и адрес хозяйства, в котором взят образец \_\_\_\_\_

3. Дата взятия образца \_\_\_\_\_

4. Характеристика условий произрастания, заготовки и хранения корма (заполняется в месте взятия образца):

а) характер угодья, с которого получен корм, \_\_\_\_\_

б) место культуры в севообороте \_\_\_\_\_

в) характеристика почвы и обработки \_\_\_\_\_

г) удобрение (какое, сколько и когда вносилось, способ внесения и заделки и т.д.) \_\_\_\_\_

д) метеорологические условия вегетативного периода \_\_\_\_\_

е) время уборки и погода при уборке \_\_\_\_\_

ж) способ уборки, сушки, силосования и др. \_\_\_\_\_

з) фаза вегетации при уборке \_\_\_\_\_

и) урожайность с 1 га, ц \_\_\_\_\_

к) условия хранения корма (сена, корнеклубнеплодов, зерна) \_\_\_\_\_

5. Характеристика качества корма по органолептической оценке, морфологическим и физиологическим признакам (заполняется в месте взятия образца или в лаборатории) \_\_\_\_\_

6. Питательность корма на основании химического состава или табличных данных (заполняется в лаборатории) \_\_\_\_\_

7. Дополнительные данные о консервировании образца и др. \_\_\_\_\_

8. Общая оценка качества и питательности корма \_\_\_\_\_

Подписи:

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

### Принцип действия пробоотборника для сыпучих кормов Bürkle Silo

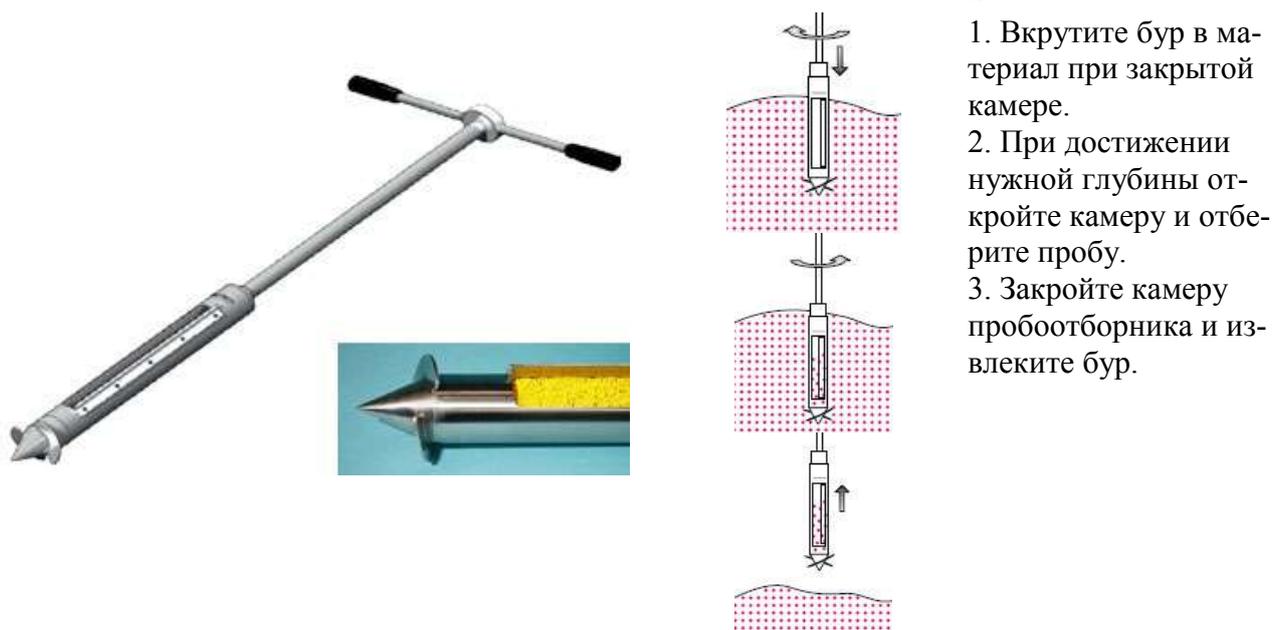


Рисунок 2 – Пробоотборник для сыпучих кормов

Из прессованных сена и соломы разовые пробы отбирают из 3% кип, а для больших партий – из 1% кип. Тюки распаковывают и осторожно, без разрыва корма и осыпания трухи, берут пласты из разных слоев тюка: из первого тюка – пласт с края, из второго – рядом с крайним, из третьего – следующий пласт и т.д.

В зимне-стойловый период образцы отбирают при вскрытии скирды, при погрузке корма на транспорт или его разгрузке. Взятие повторяют 4–5 раз, чтобы характеризовать всю массу корма. В исходный образец берут не менее 4–5 кг на каждые 25 т из 20 отдельных мест разовыми пробами по 200–250 г.

Отобранную генеральную пробу неизмельченного сена раскладывают на брезенте (2×2 м) без ломки и образования трухи, из 10–15 мест по 70–100 г отбирают среднюю пробу так, чтобы не оставалось трухи. Пробу весом 1,0–1,5 кг помещают в пакет из плотной бумаги или полиэтилена и доставляют в лабораторию.

**Отбор средней пробы силоса и сенажа.** Пробы силоса и сенажа берут пробоотборником из мест хранения (башни, траншеи): из траншеи не позднее чем за 10 дней, из башен – не позднее чем за 5 дней до скармливания животным или передачи другим хозяйствам, но не ра-

нее чем через 4 недели после закладки силоса (сенажа) на хранение и окончания процесса консервирования.

Из траншей пробы отбирают на глубине не менее 2 м, при слое сенажа менее 2 м их пробу берут на всю толщину слоя. Отбирают три точечные пробы, первую – в центре одной из наклонных частей на расстоянии 5 м от торцовых сторон сооружений, вторую – в траншеях с прямыми стенами на расстоянии 0,5 м, а в траншеях с наклонными стенами – на расстоянии 1 м от одной из стен в средней части по длине траншеи, третью – в центре траншеи. Массу каждой точечной пробы сенажа помещают в отдельный пакет из полиэтиленовой пленки.

Из башен пробы отбирают вначале из верхнего 2-метрового слоя, а после его выемки – из оставшейся части сенажа на глубине менее 2 м. При каждом отборе проб берут три точечные пробы весом 0,5 кг каждая: первую – в центре, вторую – на расстоянии 2 м и третью – 0,5 м от стены башни. Масса каждой точечной пробы должна быть не менее 0,5 кг. Перед взятием точечных проб снимают слой укрытия до пленки. Не включают силос и сенаж из верхних слоев из траншей на глубине 20 см, а из башни – 50 см. Точечные пробы сенажа из башни объединяют в одну пробу, помещают в пакет из полимерной пленки и тщательно перемешивают.

Генеральную пробу силоса и сенажа, взятые из траншей, перемешивают и методом треугольников берут среднюю пробу весом около 1 кг. Объединенную пробу сенажа и силоса перемешивают, определяют цвет, наличие плесени и запах. Результаты записывают в паспорт качества. Пробу помещают в полиэтиленовые мешочки или в стеклянные банки с притертыми пробками. На дно тары, в середину средней пробы и сверху приливают хлороформ или смесь хлороформа и толуола (1:1) из расчета 5 мл на каждый кг силоса. Пакет с пробой завязывают, предварительно вытеснив воздух, банки должны быть полностью заполнены пробой корма.

Проба должна поступить на исследование в течение 24 ч с момента отбора. До анализа пробы силоса и сенажа хранят в холодильнике. Допускается хранить такие пробы в замороженном виде в течение 24 ч с момента их поступления в лабораторию.

**Отбор средней пробы зеленого корма.** При взятии образца травы учитывают характер травостоя и рельефа. Рекомендуется разбить все угодья на однотипные участки. Взятие одного образца с разно-

типных пастбищных, луговых угодий не допускается. Пробы зеленого корма отбирают в период скармливания его животным или при заготовке сена, травяной резки, сенажа и т.д. На каждом однотипном участке выделяют один гектар земли. На этом гектаре в разных местах разбивают 10 делянок, размером 1 м<sup>2</sup> каждая. Траву скашивают на высоте 3–5 см отдельно с каждой пробной делянки, затем ее взвешивают, складывают в одну тару. Среднюю пробу в количестве 2,5–3 кг составляют из всего образца тем же способом, как отбирают ее для грубых кормов без предварительного измельчения. Среднюю пробу травы берут в сухую погоду после спада росы до захода солнца и немедленно доставляют в лабораторию.

**Отбор средней пробы корнеклубнеплодов.** В среднюю пробу пропорционально отбирают от партии крупные, средние и мелкие корнеклубнеплоды. Вначале из каждой партии отбирают исходный образец. Если в партии до 100 мест (контейнеры, ящики и т.д.), то пробы берут из трех упакованных мест. Если более 100 мест, то на каждые 50 дополнительных мест пробу берут еще из одного упакованного места.

Из разных мест исследуемой партии отбирают подряд 100–150 корнеклубнеплодов. Их очищают от земли и сортируют на крупные, мелкие и средние. Корнеклубнеплоды каждой группы взвешивают и определяют их соотношение в образце. Исходный образец уменьшают в 10–12 раз, сохраняя соотношение корнеклубнеплодов. В лабораторию отсылают 6–8 кг.

При исходном образце массой 80 кг крупных корнеклубнеплодов в среднюю пробу должно войти 3,5 кг, средних – 3 и мелких 1,5 кг.

При упаковке в ящик корнеплоды обкладывают влажным мхом или опилками.

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

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

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

**Таблица 1 – Число выемок картофеля, доставленного разным транспортом**

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

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

**Таблица 2 – Число выемок картофеля, хранящегося в таре**

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

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

**Отбор средней пробы жидких и водянистых остатков технических производств.** Барда, пивная дробина, мезга, жом свежий, патока (меласса). Образцы берут черпаком или пробоотборником водянистых кормов ПВК 1 после тщательного перемешивания в таре из десяти мест и разной глубины в течение 5–7 дней, каждый раз приливая консервирующую смесь хлороформа и толуола или ксилола и толуола (1:1), или 5 %-й раствор формалина (3–5 мл на 1 кг корма). При определении сахара консервировать формалином нельзя. Генеральную пробу (10 кг) составляют из ежедневных. Тщательно перемешав, отбирают среднюю пробу весом 2–3 кг и помещают в стеклянные банки с притертыми пробками. Из расчета, что масса средней пробы в воздушно-сухом состоянии должна быть не менее 150 г.

**Отбор средней пробы концентрированных кормов.** При хранении зерна в складах насыпью (высота насыпи до 1,5 м) для его выемки используют вагонный щуп. Поверхность зерна на складе разделяют на секции площадью около 100 м<sup>2</sup> каждая. Разовые пробы делают в середине и четырех точках по углам. В каждой из пяти точек разовые пробы берут из верхнего, среднего и нижнего слоев на расстоянии 1 м от границ. Из каждой секции масса зерна должна быть 2 кг.

Из автомашин разовые пробы зерна берут щупом в четырех точках кузова (с поверхности и нижних слоев или по всей глубине насыпи) на расстоянии 0,5 м от бортов. Общая масса должна быть не менее 1 кг.

Из вагонов разовые пробы зерна берут из его струи, падающей с транспортных лент. Общая масса выемок должна быть не менее 0,1 кг в расчете на 1 т перемещаемого зерна. При неполной загрузке вагонов выемку зерна делают щупом в каждом двухосном вагоне в четырех углах и в середине, а в четырехосном – в восьми точках по продольным сторонам на некотором расстоянии от стен и в трех точках в середине. В каждой точке разовые пробы берут из трех слоев насыпи: из верхнего – на глубине 10 см, посередине глубины и нижнего – у пола вагона. Общая масса выемок зерна из двухосного вагона – 2 кг, а из четырехосного – 4,5 кг.

Выемки зерна, затаренного в мешки, делают щупом в трех местах: вверху, в середине и внизу.

Если зерно исходного образца весит не более 2 кг, оно может быть средней пробой. При большей массе исходного образца все зерно высыпает на стол с ровной поверхностью, перемешивают и рассыпают ровным слоем 1–2 см в виде квадрата, делят по диагонали на четыре треугольника. Два противоположных отбрасывают, а другие снова перемешивают, рассыпают, делят. Так делают до тех пор, пока не останется около 2 кг зерна, которые и составляют среднюю пробу.

Перед отбором проб шнекпрессованных жмыхов при хранении насыпью на площадках или в амбарах поверхность насыпи условно делят на секции площадью 1 м<sup>2</sup>. Точечные пробы отбирают от секций, расположенных в определенном порядке, из верхнего, среднего и нижнего слоев по 1,5 кг.

При погрузке и выгрузке вагонов образцы берутся автоматическими пробоотборниками – 0,25 кг на 1 т продукции, не менее 2,5 кг от партии.

Ручной способ – путем пересечения потока жмыха по всей ширине при его свободном падении через равные промежутки времени (не менее 10 раз).

Для составления средней пробы жмыхов, упакованных в мешки, отбирают разовые пробы массой около 0,5 кг из каждого десятого мешка. Объединенная проба при ручном отборе на каждые 16 т корма должна быть массой не менее 16 кг.

Если жмых в виде плиток, то рекомендуется брать 16 плиток на 80 т, из них выбрать 4 типичных, раздробить их, тщательно перемешать и отобрать 0,6–0,8 кг.

Из генеральной пробы методом треугольников отбирают среднюю пробу массой около 1 кг для химического анализа.

**Отбор средней пробы кормов животного происхождения.** Образец кормовой муки животного происхождения, костной муки для минеральной подкормки животных и птиц, технической роговой муки отбирают от партии одного вида и сорта, оформленной одним документом, удостоверяющим ее качество.

При хранении муки в таре точечные пробы отбирают чистым сухим щупом по диагонали от 10% мест всей партии массой не менее 1,5 кг. При бестарном хранении – с транспортера через равные промежутки времени из расчета 250 г от 1 т, не менее 15 кг от партии. Генеральную пробу тщательно перемешивают и методом треугольников отбирают среднюю пробу 1,5 кг в банку с притертой крышкой.

Молоко перед взятием пробы тщательно перемешивают. Пробником, погружаемым до дна, отбирают среднюю пробу 250–500 мл.

В случае хранения молока его нужно охладить или консервировать. Консервант (10 мл 10%-го двуххромовокислого калия на 1 л молока) добавляют сразу при взятии пробы и через каждые 3–4 суток при хранении. Консервированное молоко сохраняется до 10–15 суток.

**Отбор средней пробы кормовых добавок.** Отбор средней пробы порошковидных и мелкокристаллических минеральных веществ, кар-

бамида, солей аммония проводят аналогично взятию проб зерновых и мучнистых кормов. Если минеральный корм находится в виде кусков, куски дробят и методом треугольников отбирают среднюю пробу 0,6–0,7 кг.

Молотый мел и рассыпную поваренную соль отбирают лопатой из 10 разных мест партии. Объединенная проба медного купороса и других добавок, используемых как источники микроэлементов, составляется из отдельных точечных проб, которые отбирают из 5 % бочек полученной партии, но не менее чем из трех.

Точечные пробы смешивают, рассыпают ровным слоем в виде четырехугольника и путем деления на равные квадратики составляют среднюю пробу – 100 г, упаковывают в полиэтиленовые мешочки, банки.

**Отбор средней пробы комбикормов, травяной муки, муки из древесной зелени, отрубей, мучек, сечек, шротов, муки кормовой, дрожжей кормовых (рассыпных, брикетированных, гранулированных).** При производстве рассыпного и гранулированного комбикорма точечные пробы берут железным ковшом из-под смесителя после магнитной защиты, из самотека, ведущего в силос, после проливающей машины и т.п. путем пересечения струи комбикорма железным ковшом каждые 2 ч работы агрегата (для травяной муки 15 мин).

В складах точечные пробы отбирают щупом в центре квадрата площадью 4–5 м<sup>2</sup> каждый. При высоте насыпи 0,75 м комбикорм берут из верхнего и нижнего слоев, а при высоте насыпи свыше 0,75 м – из верхнего, среднего и нижнего слоев.

Из автомашин, возов и небольших россыпей на складах и амбарах пробы берут щупом из пяти различных мест (по схеме конверта) на расстоянии 0,5 м от бортов по всей глубине насыпи.

Масса генеральной пробы должна быть не менее 4 кг, после смешивания методом треугольников отбирают среднюю пробу для анализа – 0,5–1 кг.

**Задание 1.** Отобрать среднюю пробу корма для зоотехнического анализа и заполнить паспорт.

## *Лабораторное занятие 2*

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАССОВОЙ ДОЛИ ПЕРВОНАЧАЛЬНОЙ ВЛАГИ КОРМА

Содержание воды – важный показатель питательности кормов и степени зрелости растений. Вода в кормах находится в свободной и связанной формах. Свободная вода – растворитель сахаров, аминокислот, органических кислот и других веществ растительных клеток. Она более подвижна, чем связанная вода, которая входит в состав мицелия различных гидрофильных коллоидов.

Определение первоначальной влажности основано на испарении воды в процессе высушивания корма в сушильных шкафах или термостатах при определенной температуре. Перед определением первоначальной влажности корма подготавливают.

### **Оборудование и посуда:**

1. Термостат, сушильный шкаф.
2. Соломорезка лабораторная.
3. Ножницы лабораторные.
4. Чашка фарфоровая, эмалированный противень.
5. Химико-технические весы.
6. Водяная баня.
7. Шпатель.
8. Нитки прочные с иглой.
9. Нож с тонким лезвием.

Из средних проб, поступивших в лабораторию для анализа, следует немедленно взять лабораторную пробу и определить в ней первоначальную влагу.

**Ход определения.** Среднюю пробу *грубого корма* измельчают на соломорезке или ножницами на частицы длиной 1–2 см. А после измельчения пробу корма тщательно перемешивают, раскладывают на чистом гладком столе или клеенке в форме прямоугольника и делят по диагонали на 4 треугольника. Два угольника, лежащие друг против друга, отбрасывают, а два других оставляют и смешивают. Затем снова повторяют то же самое до тех пор, пока вес лабораторной пробы не будет равняться 150–200 г.

Отобранную пробу помещают в предварительно взвешенную на химико-технических весах фарфоровую чашку или металлический

противень. После этого тару с кормом взвешивают и ставят на 8–10 ч в термостат с температурой 60–65°C для высушивания и определения первоначальной влажности.

После высушивания пробу охлаждают на воздухе в течение 3 ч и снова взвешивают.

Сушку и взвешивание навески продолжают до тех пор, пока разница в весе будет не более 0,5 г.

Если проба пересушена, то вес ее в одно из последующих взвешиваний может увеличиться вследствие поглощения влаги из воздуха. В этом случае навеску еще на 1 ч оставляют на воздухе, а затем снова взвешивают. Так поступают до тех пор, пока разница в последних двух взвешиваниях будет не больше 0,5 г. Затем корм оставляют в чашке в условиях лаборатории на 4–6 ч для приведения в воздушно-сухое состояние.

Массовую долю первоначальной влаги корма вычисляют по формуле

$$X = \frac{(B - B_1) - 100}{B},$$

где – X – первоначальная влажность корма, %;

B – масса корма с полной влажностью, г;

B<sub>1</sub> – масса корма в воздушно-сухом состоянии, г;

100 – коэффициент перевода в проценты.

При подготовке к анализу средней пробы **силоса и сенажа** принесенный в лабораторию корм перекалывают при помощи шпателя в эмалированный противень и крупные куски измельчают ножницами на мелкие кусочки величиной не более 0,5 см. Измельченную пробу силоса или сенажа перемешивают, берут навеску 800–1000 г и помещают последнюю в заранее взвешенную на химико-технических весах фарфоровую чашку или эмалированный противень. Тару с силосом (сенажом) взвешивают на химико-технических весах и по разности в весе между ней и пустой тарой определяют навеску корма. Затем высушивают корма и определение их первоначальной влажности производят так же, как и для грубых кормов.

Среднюю пробу **травы** быстро измельчают на соломорезке или ножницами, перемешивают, раскладывают на гладкой поверхности

стола или клеенки в форме треугольника и по принципу треугольника отбирают на взвешенный противень 0,5–0,8 кг корма.

Пробу травы весом 0,5–0,8 кг после взвешивания на химико-технических весах и определения величины навески помещают в сушильный шкаф при температуре 80°C на 30–40 мин. Затем противень с кормами переносят в термостат с температурой 60–65°C. Определение первоначальной влажности травы проводят так же, как и в грубых кормах.

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

Высушивание и определение первоначальной влажности в *корнеплодах* (свекла, морковь, турнепс, брюква) имеют некоторые особенности. Корнеплоды средней пробы отмывают водой, насухо вытирают так же, как картофель, вдоль разрезают на 8, а иногда и на 16 частей. Из этих частей составляют лабораторную пробу или навеску 1,0–1,2 кг (из расчета 100–150 г сухого вещества, необходимого для анализа).

Взятые доли корнеплода для лабораторной пробы измельчают на тонкие пластинки (чем тоньше, тем лучше), нанизывают их на крепкую нитку и взвешивают в фарфоровой чашке на химико-технических весах. Фарфоровую чашку предварительно взвешивают без корма. Затем чашку с кормом ставят на 30–40 мин в сушильный шкаф с температурой 80°C. Вынув из сушильного шкафа, корм развешивают в лаборатории на 6–7 дней, пока пластинки на ощупь не будут казаться сухими.

После этого лабораторную пробу корма помещают в ту же фарфоровую чашку, в которой взвешивали ее первый раз, и досушивают в

термостате при 60–65°C. Первоначальная влажность вычисляется способом, описанным выше.

Среднюю пробу *водянистых* кормов (барды, пивной дробины, жома, мезги) из банки с притертой пробкой переносят во взвешенную фарфоровую чашку, последнюю взвешивают вместе с кормом на химико-технических весах и ставят на водяную баню для выпаривания влаги. Когда проба подсохнет, ее помещают в термостат с температурой 60–65°C. Дальнейшее высушивание и определение первоначальной влажности ведут так же, как и для других видов корма.

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

**Задание 2.** Определить первоначальную влажность корма, записать дату определения. Результаты взвешиваний и вычислений первоначальной влажности корма записать в таблицу 3.

**Таблица 3 – Результаты определения массовой доли первоначальной влажности корма**

№ п/п	Показатель	Ед. изм.	Параллельные пробы		Средние данные
			1	2	
1	Номер тары	г			
2	Масса пустой тары	г			
3	Масса тары с кормом	г			
4	Масса навески	г			
5	Масса тары с кормом после высушивания при 60-65 °С:				
	1-е взвешивание	г			
	2-е взвешивание	г			
	3-е взвешивание	г			
6	Масса корма в воздушно-сухом состоянии	г			
7	Количество испарившейся воды	г			
8	Первоначальная влажность корма	%			

### *Лабораторное занятие 3*

## **ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ КОРМОВ**

Измельчение кормов позволяет сделать их более однородными, более доступными воздействию химических реактивов.

#### **Оборудование и посуда:**

1. Электрическая мельница.
2. Набор сит.
3. Фарфоровые и пластмассовые ложки.
4. Банки с притертыми пробками.
5. Шпатель.
6. Фарфоровые чашки.

После высушивания и определения первоначальной влажности корм измельчают на мельнице. Однородность частиц достигается просеиванием молотого корма через сито с отверстиями 0,5 мм. Просеянный корм помещают в фарфоровую чашку, а оставшиеся на сите более крупные частицы снова размалывают несколько раз, пока весь корм пройдет через сито. Затем его весь собирают в фарфоровую чашку, тщательно перемешивают и пересыпают в стеклянную банку с притертой пробкой. На банку наклеивают этикетку с названием корма, места взятия, даты отбора образца, процентом первоначальной влажности, фамилией студента и номером группы (рис. 3).



**Рисунок 3 – Корма в воздушно-сухом состоянии в банках с притертыми крышками**

**Задание 3.** Измельчить высушенную до первоначальной влажности пробу корма.

## *Лабораторное занятие 4*

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАССОВОЙ ДОЛИ ГИГРОСКОПИЧЕСКОЙ И ОБЩЕЙ ВЛАГИ КОРМА**

Высушенный при температуре 65°C и размолотый корм содержит в себе еще некоторое количество влаги и носит название воздушно-сухого корма.

Влага, содержащаяся в воздушно-сухом корме, называется гигроскопической влагой.

**Оборудование, посуда и реактивы** (рис. 4):

1. Сушильный шкаф на 100–105°C.
2. Аналитические весы с разновесами.
3. Металлические щипцы.
4. Весовые стаканчики (бюксы).
5. Ложечки для взятия кормов.
6. Эксикатор.
7. Хлористый кальций (гранулированный) для зарядки эксикатора.

**Ход определения.** 1. Предварительно высушенный и охлажденный в эксикаторе бюкс с бумажным пакетом взвешивают на аналитических весах с точностью до 0,0001 г.

2. В пакет насыпают 1,5–2,5 г исследуемого корма, помещают в бюкс, закрывают крышку.

3. Взвешивают бюкс с кормом на аналитических весах.

4. Бюкс с навеской ставят в сушильный шкаф при температуре 100–105°C на 3 ч с открытой крышкой.

5. Через 3 ч вынимают из сушильного шкафа бюкс, закрывают крышкой и помещают в эксикатор на 30 мин. После охлаждения взвешивают.

6. Взвешенный бюкс с пакетом ставят в сушильный шкаф на 1 час и после охлаждения снова взвешивают на аналитических весах.

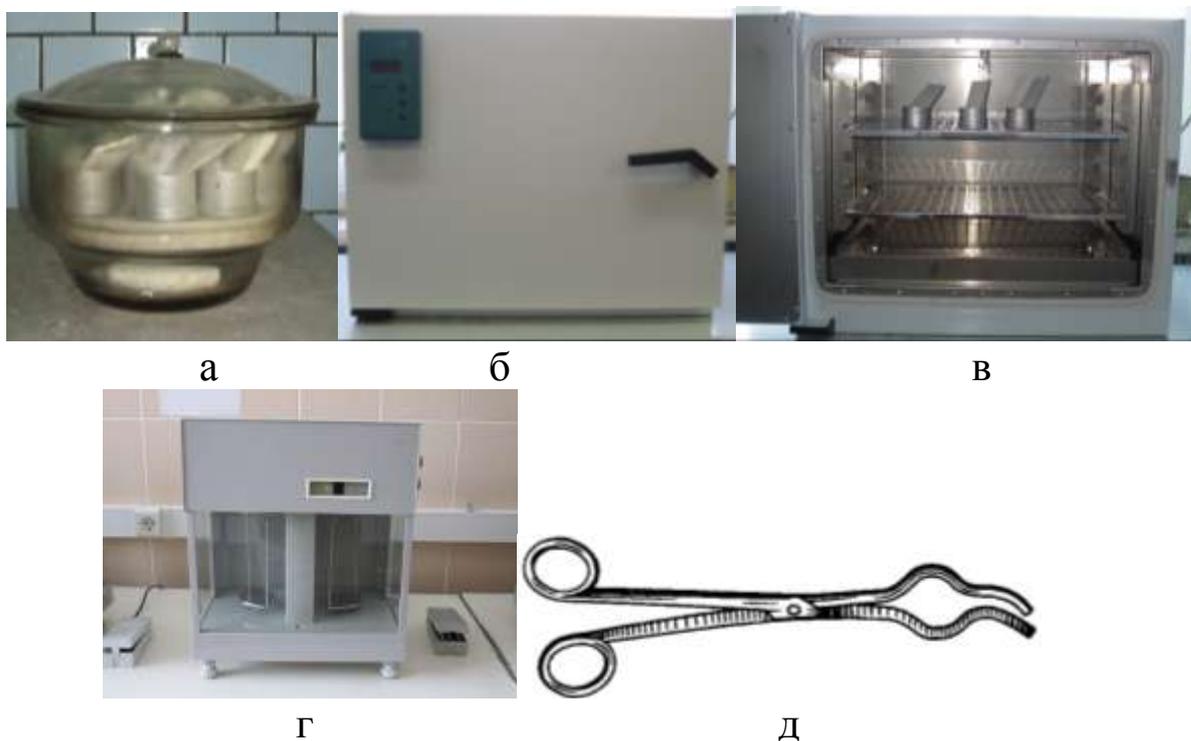
7. Высушивание, охлаждение и взвешивание повторяют до тех пор, пока предыдущее взвешивание будет отличаться от последующего на 0,001 г.

8. После этого вычисляют массовую долю гигроскопической влаги в воздушно-сухом состоянии корма по формуле

$$X = \frac{a \cdot 100}{B},$$

где  $X$  – гигроскопическая влага в корме, %;  
 $a$  – масса испарившейся воды, г;  
 $B$  – навеска корма, г;  
100 – коэффициент пересчета в проценты.

Для определения содержания массовой доли сухого вещества корма необходимо точно определить количество содержащейся в корме воды. Оно складывается из двух показателей: первоначальной влажности и количества гигроскопической воды.



**Рисунок 4 – Посуда, оборудование для определения гигроскопической влаги в корме:**

а – эксикатор; б – сушильный шкаф; в – бюксы с пакетиками в сушильном шкафу; г – аналитические весы; д – металлические щипцы

Вычисление производят по следующей формуле:

$$A = \frac{X \cdot (100 - a)}{100} + a,$$

где  $A$  – общее количество воды в корме, %;  
 $a$  – первоначальная влажность корма, %;  
 $X$  – гигроскопическая влажность корма, %;  
100 – коэффициент пересчета в проценты.

Массовую долю сухого вещества данного корма (в %) определяют вычитанием процента общей влаги от ста:

$$У = 100 - A,$$

где  $У$  – абсолютно-сухое вещество.

Химический анализ обычно проводят в пробе корма в воздушно-сухом состоянии. Полученные данные химического анализа следует перевести на показатели корма с той же влажностью, при которой он хранится в условиях хозяйства (т.е. при натуральной влажности). Если анализ проводят без предварительного высушивания, то пересчет анализов не нужен. Для перевода данных необходимо знать первоначальную влажность и содержание питательных веществ в воздушно-сухом корме в процентах:

$$X = \frac{b \cdot (100 - A)}{100},$$

где  $X$  – содержание питательного вещества в корме натуральной влажности, %;  
 $A$  – первоначальная влажность анализируемого корма, %;  
 $b$  – содержание питательного вещества в воздушно-сухом корме, %.

Для сравнения полученных данных химического анализа различных кормов их также переводят на абсолютно–сухое вещество по формуле

$$X = \frac{100 \cdot \bar{b}}{100 - \Gamma},$$

где  $X$  – искомый процент вещества в абсолютно–сухом корме;

100 – выражение в процентах;

$\Gamma$  – содержание в исследуемом корме гигроскопической влаги, %;

$\bar{b}$  – содержание питательного вещества в воздушно-сухом корме, %.

**Задание 4.** Определить гигроскопическую и общую влажность корма, записать дату определения. Результаты взвешиваний и вычислений записать в таблицу 4.

**Таблица 4 – Результаты определения массовой доли гигроскопической и общей влажности корма**

№ п/п	Показатель	Ед. изм.	Параллельные пробы		Средние данные
			1	2	
1	Номер бюкса				
2	Масса пустого бюкса с пакетиком после высушивания при 100–105 °С	г			
3	Масса бюкса с пакетиком и кормом	г			
4	Масса корма	г			
5	Масса бюкса с пакетиком и кормом после высушивания:				
	1-е взвешивание	г			
	2-е взвешивание	г			
	3-е взвешивание	г			
6	Масса испарившейся воды	г			
7	Гигроскопическая влажность	%			
8	Первоначальная влажность	%			
9	Общая влажность	%			
10	Абсолютно-сухое вещество	%			

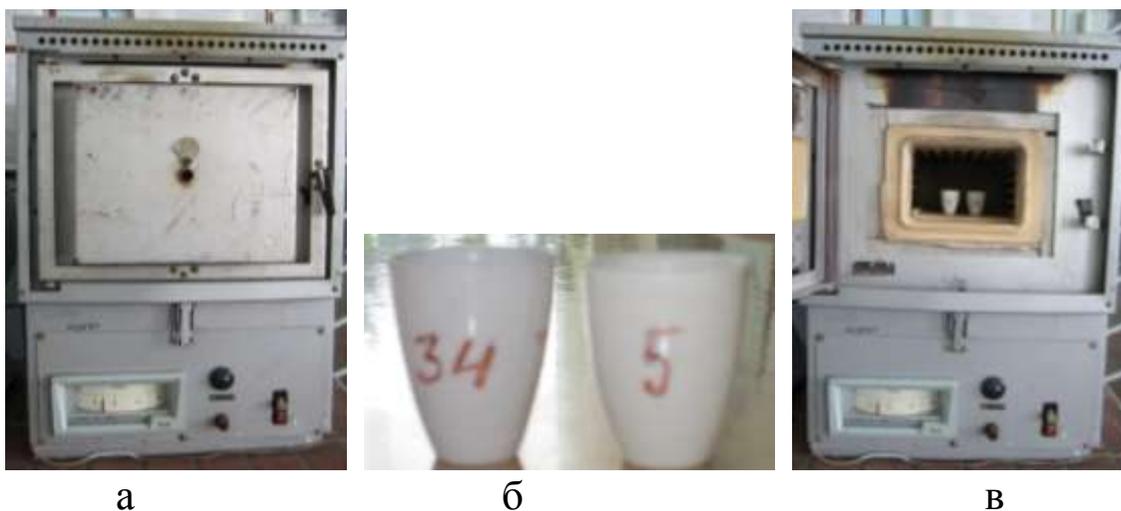
*Примечание: разница между параллельными пробами не должна превышать 0,12 %.*

*Лабораторное занятие 5*  
**ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАССОВОЙ ДОЛИ «СЫРОЙ» ЗОЛЫ  
И ПРИГОТОВЛЕНИЕ РАСТВОРА ЗОЛЫ**

Остаток, полученный после сжигания и прокаливания навески корма в муфельной печи, называется «сырой» золой. Так его называют потому, что кроме несгораемой части органическое вещество содержит посторонние примеси: несгораемые частицы угля, песок и др. Сжигание следует вести при возможно низкой температуре, что способствует более полному сгоранию органических веществ. В противном случае легкоплавкие соли обволакивают неозоленное вещество и препятствуют полному сгоранию.

**Оборудование, приборы, реактивы (рис. 5):**

1. Муфельная печь.
2. Тигли фарфоровые.
3. Тигельные щипцы.
4. Эксикатор.
5. Аналитические весы.
6. Электроплитка.
7. Роговая ложка, дистиллированная вода, 25%-й раствор соляной кислоты.



**Рисунок 5 – Оборудование и посуда для определения в корме содержания «сырой» золы:**

а – муфельная печь; б – фарфоровые тигли; в – муфельная печь с тиглями

**Ход определения.** Чисто вымытый, занумерованный хлорным железом фарфоровый тигель прокаливают в муфельной печи в течение 0,5–1 ч, охлаждают в эксикаторе 1 ч и взвешивают на аналитических весах. Затем прокаливают и взвешивают повторно до постоянной массы (до четвертого знака) и записывают вес тигля.

В тигель, доведенный до постоянной массы, помещают навеску исследуемого корма 2–5 г в воздушно-сухом состоянии и опять взвешивают.

По разности между массой тигля с кормом и пустого определяют величину навески корма.

Тигель с кормом ставят на электроплитку в вытяжном шкафу и сжигают корм (сухая перегонка).

После окончания сухой перегонки (прекращения выделения газов) тигель переносят в муфельную печь для прокаливания при температуре 450–500°C. Здесь озоление продолжают в течение 3–6 ч.

При полном сгорании органических веществ корма зола имеет белый или слегка сероватый цвет. Иногда от присутствия большого количества солей меди и марганца окраска золы бывает голубого или зеленого оттенка. Когда озоление закончено, на что указывает отсутствие частиц в зольном остатке, тигель вынимают из печи, помещают в эксикатор, а затем взвешивают.

Процент озоления считается законченным, если при повторном взвешивании тигля с навеской масса его не меняется. Массу «сырой» золы определяют по разности между массой тигля с золой и массой пустого тигля.

Содержание массовой доли «сырой» золы в воздушно-сухом корме рассчитывают по формуле

$$X = \frac{a \cdot 100}{B},$$

где  $X$  – содержание «сырой» золы в воздушно-сухом корме, %;

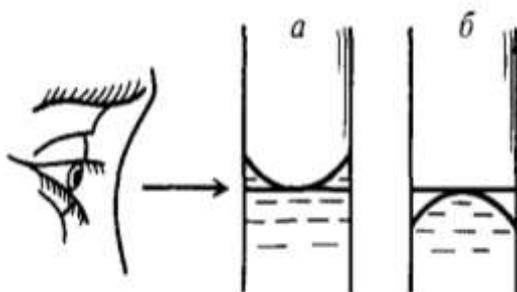
$a$  – масса золы, г;

$B$  – навеска воздушно-сухого корма, г;

100 – коэффициент пересчета в проценты.

Данные химического анализа корма в воздушно-сухом состоянии пересчитывают на корм с натуральной влажностью.

**Приготовление раствора золы.** Полученную золу растворяют в 25%-й соляной кислоте. Для этого золу, охлажденную в эксикаторе, нужно смочить несколькими каплями дистиллированной воды и растворить в 2,5 мл 25%-й соляной кислоте, помешивая содержимое стеклянной палочкой. Соляно-кислый раствор золы через воронку из тигля переносят в мерную колбу на 100 мл (рис. 6, 7). В эту же колбу многократно смывают водой стеклянную палочку в тигель. Содержимое колбочки доводят до метки, закрывают пробкой, осторожно взбалтывают и дают отстояться. В дальнейшем раствор используют для определения кальция.



**Рисунок 6 – Отсчет уровня жидкости по мениску:**

а – жидкость смачивает стекло; б – жидкость не смачивает стекло



**Рисунок 7 – Раствор сырой золы в мерной колбе на 100 мл**

**Задание 5.** Определить содержание массовой доли «сырой» золы в корме, записать дату определения. Результаты взвешиваний и расчетов указать в таблице 5.

**Таблица 5 – Результаты определения массовой доли «сырой» золы в корме**

№ п/п	Показатель	Ед. изм.	Параллельные пробы		Средние данные
			1	2	
1	Номер тигля				
2	Масса пустого тигля	г			
4	Масса воздушно-сухого корма	г			
5	Масса тигля с навеской после прокаливания: 1-е взвешивание	г			
	2-е взвешивание	г			
	3-е взвешивание	г			
6	Масса золы	г			
7	Содержание «сырой» золы в воздушно-сухом корме	%			
8	Содержание «сырой» золы в корме с полной влажностью	%			
9	Содержание «сырой» золы в абсолютно-сухом веществе	%			
10	Органическое вещество	%			

## *Лабораторное занятие 6*

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАССОВОЙ ДОЛИ КАЛЬЦИЯ В КОРМЕ

Помимо других веществ при обработке золы растений соляной кислотой в растворе будет находиться хлористый кальций. Кальций образуется из других соединений путем перевода его из раствора в осадок (оксалат кальция) прибавлением щавелевокислого аммония. Осадок отмывают дистиллированной водой до избытка прибавленного реактива и разных растворимых солей, содержащихся в воде. Затем растворяют в серной кислоте. В результате растворения взаимодействуют оксалат кальция и серная кислота и освобождается щавелевая кислота в количестве, эквивалентном находящемуся в осадке кальцию. Щавелевую кислоту оттитровывают перманганатом калия и рассчитывают, сколько содержалось кальция в навеске корма.

#### **Реактивы, оборудование, посуда:**

1. Мерная колба на 100 мл.
2. Пипетка на 50 мл.
3. Химический стакан.
4. Химическая воронка.
5. Фильтр беззольный.
6. Стеклянная палочка.
7. Коническая колба на 750 мл для фильтрования.
8. 4%-й раствор щавелевокислого аммония, 0,05, н раствор перманганата калия, 10%-й раствор уксусной кислоты, 10%-й раствор серной кислоты, индикатор метилоранж.

**Ход определения.** Из раствора, полученного при растворении золы, пипеткой осторожно берут 50 мл раствора и переносят в химический стакан, прибавляют 1–2 капли метилоранжа, сюда же прибавляют 20–25 мл 4%-го раствора щавелевокислого аммония и 10 мл 10%-го раствора уксусной кислоты. Жидкость разбавляют водой до 100–150 мл, нагревают на плитке до кипения и приливают по каплям 10%-го раствор аммиака до перехода розовой окраски в желтую (рис. 8).



**Рисунок 8 – Осаждение кальция в виде оксалата**

Раствор прокипятить 5 мин и оставить на 2 ч в теплом месте. Кальций выпадет в осадок в виде оксалата. Затем осадок отфильтровать через беззольный фильтр, промыть теплой водой 3–4 раза. Промытый осадок с фильтром перенести в тот же стакан, в котором проводилось осаждение кальция.

В стакан добавить 20 мл 10%-го раствора серной кислоты и долить воды, доводя общий объем раствора примерно до 100–150 мл. Раствор довести до кипения и титровать перманганатом калия до слабо-розовой окраски, не исчезающей в течение минуты.

Расчет массовой доли кальция в воздушно-сухом корме проводится по формуле

$$X = \frac{0,001 \cdot A \cdot T \cdot 2 \cdot 100}{H},$$

где  $X$  – содержание кальция в воздушно-сухом корме, %;

0,001 – граммов кальция связывает 1 мл 0,05 н. перманганата калия в виде щавелевой кислоты;

$A$  – количество перманганата калия, пошедшего на титрование, мл;

2 – коэффициент пересчета на всю золу;

$H$  – навеска корма в воздушно-сухом состоянии, г;

$T$  – поправка на нормальность 0,05 н. раствора перманганата калия (равна 1).

**Задание 6.** Определить содержание массовой доли кальция в корме, записать дату определения. Результаты анализа и расчетов указать в таблице 6.

**Таблица 6 – Результаты определения содержания массовой доли кальция в корме**

№ п/п	Показатель	Ед. изм.	Параллельные пробы		Средние данные
			1	2	
1	Объем зольной вытяжки	мл			
2	Взято зольной вытяжки для анализа	мл			
3	Пошло на титрование перманганата калия	мл			
4	Масса корма, взятого для озоления	г			
5	Содержание кальция в воздушно-сухом корме	%			
6	Содержание кальция в корме с полной влажностью	%			
7	Содержание кальция в абсолютно-сухом корме	%			

*Лабораторное занятие 7*  
**ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАССОВОЙ ДОЛИ ФОСФОРА В КОРМЕ  
ВАНАДОМОЛИБДАТНЫМ МЕТОДОМ**

Метод основан на образовании в кислой среде фосфорно-ванадомолибдатного комплекса желтого цвета. При концентрации 1–20 мг/л интенсивность окраски пропорциональна содержанию фосфора. Реакцию следует проводить в 0,5–0,9 н (до 1,5) растворе азотной кислоты.

**Реактивы, посуда, оборудование:**

1. Концентрированная азотная кислота и ее растворы в дистиллированной воде (1:2), ванадиевокислый аммоний-мета и его 0,25%-й раствор, 5%-й раствор молибденовокислого аммония, реагирующая смесь, растворы смешивают в соотношении 1:1:1.

2. Мерные колбы на 50 мл.

3. Пипетка на 5, 10 мл.

4. Мерные цилиндры.

5. Фотоэлектроколориметр (рис. 9).

6. Электроплитка с закрытой спиралью.



**Рисунок 9 – Фотоэлектроколориметр**

**Ход определения.** Из исходного зольного раствора берут 5 – 20 мл (в зависимости от содержания фосфора в исследуемом материале) и переносят в мерную колбу вместимостью 50 мл. Добавляют 5 мл азотной кислоты (1:2). На электрической плите раствор доводят до кипения, ополаскивают стенки колбочки и к горячему раствору приливают 15 мл реагирующей смеси. Охлаждают, взбалтывают, доводят дистиллированной водой до метки. Одновременно окрашивают стандартный раствор (рис. 10).

Через 30 мин фотометрируют при синем светофильтре с максимумом пропускания 450–460 нм и кюветы с толщиной просвечиваемого слоя 20–30 мм.

Контрольный раствор содержит те же основные элементы, за исключением зольного раствора.



**Рисунок 10 – Готовый раствор в мерных колбах на 50 мл для определения содержания фосфора в кормах**

Измерив оптическую плотность исследуемых растворов, находят содержание фосфора по градуировочному графику и вычисляют содержание массовой доли фосфора по формуле

$$P = \frac{A \times 100 \times V_1}{H \times V_2} ,$$

где  $A$  – количество фосфора, в 50 мл анализируемого раствора, найденное по графику, мг;

$H$  – навеска корма, взятая для сжигания, г;

$V_1$  – объем исходного раствора, мл;

$V_2$  – количество исходного раствора, взятое для окрашивания, мл.

**Задание 7.** Определить содержание массовой доли фосфора фосфорнованадомолибдатным методом, записать дату определения. Результаты анализа и расчетов указать в таблице 7.

**Таблица 7 – Результаты определения содержания массовой доли фосфора ванадомолибдатным методом**

№ п/п	Показатель	Ед. изм.	Параллельные пробы		Средние данные
			1	2	
1	Навеска воздушно-сухого корма для озоления	г			
2	Объем исходного раствора	мл			
3	Взято раствора для колориметрирования	мл			
4	Оптическая плотность или светопропускание				
5	Количество фосфора, найденное по графику	мг			
6	Содержание фосфора в воздушно-сухом корме	%			
7	Содержание фосфора в корме с полной влажностью	%			
8	Содержание фосфора в абсолютно-сухом корме	%			

*Лабораторное занятие 8*  
**ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАССОВОЙ ДОЛИ ФОСФОРА  
ФОСФОРНОВАНАДО-МОЛИБДАТНЫМ СПОСОБОМ  
И МЕТОДОМ СЖИГАНИЯ НАВЕСКИ ПО ГИНСБУРГУ**

Принцип определения основан на том, что в присутствии ванадия фосфорная кислота образует с молибдатами желтое соединение. Интенсивность желтой окраски фосфорнованадомолибдатного комплекса пропорциональна содержанию в растворе фосфора. На этой особенности и основан колориметрический способ его определения.

**Реактивы, оборудование, посуда:**

1. Термостойкие конические колбы на 100 мл.
2. Мерные колбы на 100 мл.
3. Мерный цилиндр.
4. Бюретка.
5. Пипетки на 50 мл.
6. Фотоэлектроколориметр.
7. Азотная кислота 1:2, реагирующая смесь, раствор фенолфталеина, раствор едкой щелочи, концентрированная серная кислота, 57–64 % хлорная кислота.

**Ход определения.** Берут навеску 0,1 на плотную бумагу и высыпают, не касаясь стенок, в термостойкую колбу для сжигания методом Гинсбурга. Добавляют 5,5 мл смеси серной и хлорной кислот (смесь готовят из расчета на каждое определение 5 мл серной кислоты, удельный вес 1,84 и 0,4 мл 57–64 %-й или 0,8 мл 35–37 %-й хлорной кислоты). Колбу подогревают до 60 °С на плитке, покрытой асбестом, до появления легкой пены у стенок колбы. Затем колбу снимают и оставляют на 30–60 мин при комнатной температуре (лучше оставить на ночь). После этого колбу ставят на хорошо подогретую плитку без асбеста и кипятят до обесцвечивания содержимого. Если через 20–30 мин не произойдет обесцвечивания, колбу снимают, слегка охлаждают и добавляют 1–2 капли хлорной кислоты. Затем колбу снова нагревают 30 мин. В случае

необходимости операцию повторяют. После обесцвечивания кипячение продолжают еще 7–10 мин до полного разложения хлорной кислоты. После окончания озоления смесь охлаждают и доводят до метки. Тщательно перемешивают.

Данный раствор служит исходным для определения азота, фосфора и калия.

Из полученного раствора берут 50 мл и переносят в мерную колбу емкостью 100 мл. Для устранения мешающего действия серной кислоты на раствор его нейтрализуют 30 %-м раствором щелочи по фенолфталеину. Затем избыток щелочи нейтрализуют азотной кислотой, разведения 1:2, до обесцвечивания. После этого в раствор вносят 5 мл азотной кислоты 1:2, добавляют 15 мл реагирующей смеси. Раствор доводят до метки дистиллированной водой. Через 30 мин колориметрируют при синем светофильтре.

Контрольный раствор содержит те же основные элементы за исключением фосфора. Измерив оптическую плотность исследуемых растворов, находят содержание фосфора по калибровочному графику и вычисляют содержание массовой доли фосфора по формуле

$$X = \frac{a \cdot B \cdot 2 \cdot 100}{H},$$

где  $X$  – количество фосфора в 100 г воздушно-сухого корма, мг;

$a$  – количество фосфора в 1 мл раствора по графику, мг;

$B$  – объем раствора, в котором определялась концентрация фосфора (100 мл);

$H$  – навеска корма, взятая для сжигания, г.

**Задание 8.** Определить содержание массовой доли фосфора фосфорованадомолибдатным способом и методом сжигания навески по Гинсбургу, записать дату определения. Результаты взвешиваний и вычислений заполнить в таблице 8.

**Таблица 8 – Результаты определения содержания массовой доли фосфора фосфорнованадомолибдатным способом и методом сжигания навески по Гинсбургу**

№ п/п	Показатель	Ед. изм.	Параллельные пробы		Средние данные
			1	2	
1	Масса кальки	г			
2	Масса кальки с кормом	г			
3	Масса корма	г			
4	Объем исходного раствора	мл			
5	Взято раствора для колориметрирования	мл			
6	Содержание фосфора в 1 мл раствора по графику	мг			
7	Содержание фосфора в воздушно-сухом корме	%			
8	Содержание фосфора в корме с полной влажностью	%			
9	Содержание фосфора в абсолютно сухом корме	%			

*Лабораторное занятие 9*  
**ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАССОВОЙ ДОЛИ «СЫРОЙ» КЛЕТЧАТКИ  
УСКОРЕННЫМ МЕТОДОМ КЮРШНЕРА-ГАНЕКА  
В МОДИФИКАЦИИ КОГАН**

Сущность метода заключается в окислении и гидролизе навески корма смесью, состоящей из концентрированной уксусной и азотной кислот, в результате чего сопутствующие целлюлозе вещества переходят в соединение, растворимое в уксусной кислоте.

Для гидролиза используется специальное приспособление, представляющее собой чугунный монолит с 39 гнездами для термостойких пробирок емкостью 50 мл. Описанная ниже методика позволяет получить для грубых кормов данные, сопоставимые с результатами анализа по методу Геннеберга-Штомана, а для концентратов следует принять коэффициент пересчета.

**Реактивы, оборудование, посуда:**

1. Пробирки термостойкие на 50 мл.
2. Электрические плитки.
3. Палочки стеклянные.
4. Монолит.
5. Фильтры беззольные.
6. Воронки химические.
7. Коническая колба на 750 мл для фильтрования.
8. Бюксы.
9. Весы аналитические.
10. Дистиллированная вода, смесь азотной и уксусной кислот, спирт.

**Ход определения.** В термостойкие пробирки помещают 1 г хорошо измельченного корма, который заливают смесью, состоящей из 15 мл 80%-й уксусной кислоты и 1,5 мл азотной кислоты. Пробирки, в которые вставляют стеклянные палочки для помешивания, помещают в гнезда чугунного монолита (рис. 11), установленного на электроплитку.



**Рисунок 11 – Чугунный монолит с термостойкими пробирками**

Жидкость закипает примерно через 20 мин. В это время следует предотвратить выбрасывание содержимого из пробирок. Благодаря медленной отдаче тепла чугуном монолитом, температура внутри пробирки все время поддерживается на уровне 108–110 °С, что обеспечивает равномерное кипение без подгорания навески и выбрасывания жидкости.

При ослаблении кипения плитку включают снова. Весь процесс гидролиза с начала кипения длится 60 мин. После окончания гидролиза содержимое пробирок разбавляют горячей водой. Разбавленное горячей водой содержимое пробирок фильтруют через двойной фильтр, предварительно высушенный вместе с бюксом до постоянного веса. Осадок в фильтре промывают горячей дистиллированной водой до исчезновения запаха уксусной кислоты (рис. 12).



**Рисунок 12 – Промывание осадка в фильтре при определении содержания «сырой» клетчатки в кормах**

После этого промывают осадок 5–7 мл спирта. Затем фильтр с клетчаткой переносят в тот же бюкс, высушенный при температуре 105 °С в течение 6ч, взвешивают. В работе по определению клетчатки, за ис

ключением сушки и взвешивания, должны проводиться в вытяжном шкафу. Содержание массовой доли «сырой» клетчатки в корме вычисляется по формуле

$$X = \frac{A \cdot 100}{H},$$

где  $X$  – содержание «сырой» клетчатки в воздушно-сухом корме, %;

$A$  – масса клетчатки, г;

$H$  – навеска корма, взятая для гидролиза, г.

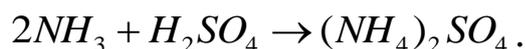
**Задание 9.** Определить содержание массовой, или «сырой», клетчатки ускоренным методом Кюршнера-Ганека в модификации Коган, записать дату определения. Результаты взвешиваний и расчетов заполнить в таблице 9.

**Таблица 9 – Результаты определения содержания массовой доли «сырой» клетчатки**

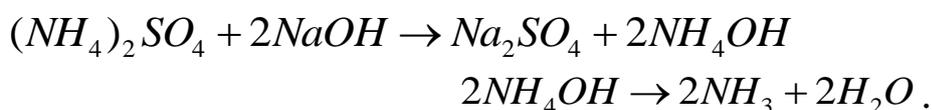
№ п/п	Показатель	Ед. изм.	Параллельные пробы		Средние данные
			1	2	
1	Масса кальки	г			
2	Масса кальки с кормом	г			
3	Масса корма	г			
4	Номер бюкса				
5	Масса бюкса с фильтрами:				
	1-е взвешивание	г			
	2-е взвешивание	г			
	3-е взвешивание	г			
6	Масса бюкса с фильтрами и клетчаткой после высушивания:				
	1-е взвешивание	г			
	2-е взвешивание	г			
	3-е взвешивание	г			
7	Масса «сырой» клетчатки	г			
8	Содержание клетчатки в воздушно-сухом корме	%			
9	Содержание клетчатки в корме с полной влажностью	%			
10	Содержание клетчатки в абсолютно-сухом корме	%			

*Лабораторное занятие 10*  
**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЩЕГО АЗОТА И МАССОВОЙ ДОЛИ  
«СЫРОГО» ПРОТЕИНА МЕТОДОМ КЪЕЛЬДАЛЯ**

Метод основан на озолении органических веществ навески корма концентрированной серной кислотой. Жиры и углеводы корма при их нагревании с концентрированной серной кислотой разрушаются до углекислого газа и воды, а азотсодержащие вещества распадаются до аммиака  $\text{NH}_3$ , который соединяется с серной кислотой и образует нелетучую соль – сернокислый аммоний. Реакция протекает по следующему уравнению



Образующийся сернокислый аммоний при нагревании в щелочной среде разлагается и выделяется аммиак:



Аммиак отгоняется паром в раствор борной кислоты, образуется соль. Содержимое приемной колбы титруют 0,1 н. раствором серной кислоты, которая соединяется с ионами аммония, образуя сернокислый аммоний и вытесняя борную кислоту.

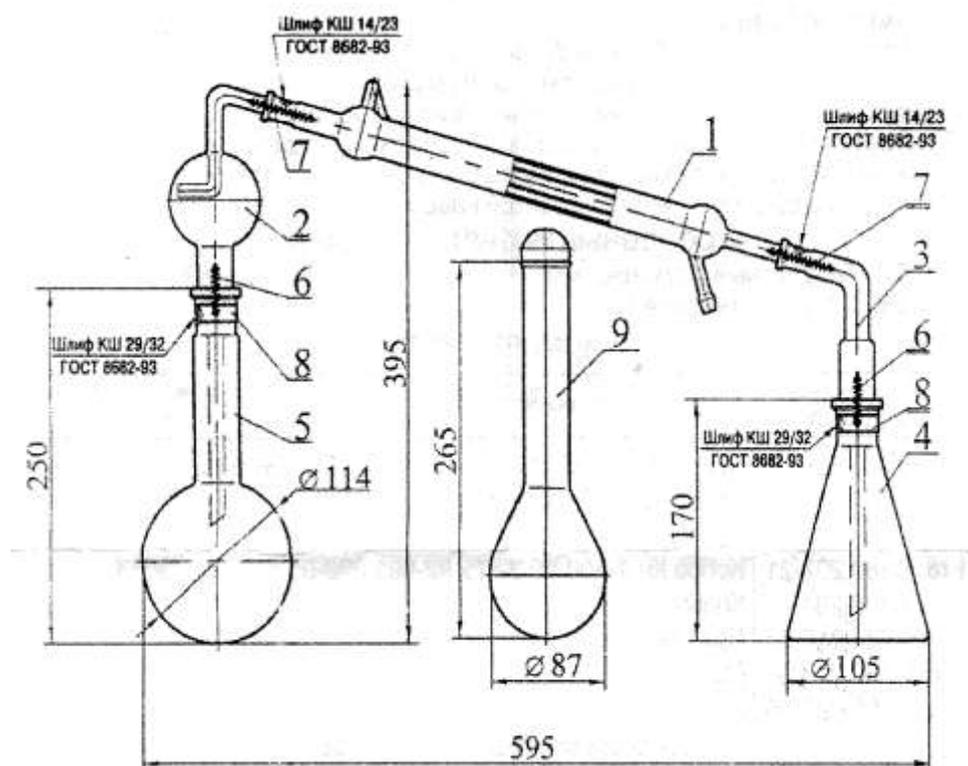
По количеству пошедшего на титрование 0,1 н. раствора серной кислоты определяют количество азота в корме. Известно, что 1 мл 0,1 н. раствора серной кислоты соответствует 0,0014 г азота.

**Реактивы и оборудование:**

1. Весы аналитические.
2. Калька для взвешивания.
3. Колбы Къельдаля (для сжигания емкостью 100 мл, для отгонки емкостью 500 мл).
4. Штативы для колб, бюреток.
5. Отгонный аппарат Къельдаля (рис. 13).
6. Колбонагреватели.
7. Бюретки на 25–50 мл.
8. Мерные цилиндры на 15, 100 мл.
9. Колбы конические на 250–500 мл

10. Капельница для индикатора.

11. Концентрированная серная кислота, хлорная кислота в качестве катализатора ( $\text{HClO}_4$ ), децинормальный (0,1 н.) раствор серной кислоты; борная кислота  $\text{H}_3\text{BO}_3$ , из которой готовят 2 %-й раствор; соляная кислота, 33 %-й раствор едкой щелочи ( $\text{NaOH}$ ); селен элементарный; селеновый катализатор; индикатор Таширо; лакмусовая бумага (красная); пемза порошковая или гранулированная.



**Рисунок 13 – Аппарат Кьельдаля на шлифах:**

1 – холодильник; 2 – насадка Кьельдаля; 3 – алонж; 4 – колба Кн-1-500-29/32; 5 – колба; 6,7 – пружины; 8 – хомутик; 9 – колба Кьельдаля 2-250-29

**Ход определения 1.** На кальку помещают 0,5—1 г исследуемого корма (мяса 0,3 г, мочи и молока по 2—3 г), взвешивают его на аналитических весах и массу записывают.

2. В колбу Кьельдаля осторожно приливают 10—15 мл (в зависимости от испытуемого образца) смесь концентрированной серной и хлорной кислот и содержимое аккуратно перемешивают. При этом происходит обугливание образца.

3. Вносят в колбу катализаторы: 0,5—1 г сернокислой меди; 3—5 г сернокислого калия или 0,3—0,5 г селенового катализатора.

4. Колбу с навеской корма в наклонном положении ставят для сжигания в специальном штативе в вытяжной шкаф.

Сжигание проводят на слабом огне во избежание потери азота.

5. Содержимое колбы доводят до кипения, закрывают специальным воздушным холодильником или стеклянной воронкой и продолжают нагревание. Происходит минерализация органических веществ корма.

В период сжигания содержимое колбы необходимо периодически перемешивать, чтобы на ее стенках не осталось несгоревших частиц корма. При появлении на горлышке колбы бурых капель или темных частиц ее следует охладить, частицы смыть в колбу водой и продолжать сжигание.

Жидкость в колбе вначале имеет бурый или почти черный цвет, но по мере минерализации органических веществ раствора в колбе начинает выделяться сернистый ангидрид ( $SO_2$ ) и содержимое ее светлеет. По цвету жидкости определяют окончание минерализации органических веществ. Раствор в колбе должен быть прозрачным, бесцветным или слегка желтоватым.

6. После осветления жидкости колбу снимают, остужают и осторожно небольшими порциями (20—25 мл) в нее приливают дистиллированную воду, омывая ею стенки колбы, далее объем доводят до 100 мл.

7. Раствор затем без потерь переносят в другую колбу Кьельдаля емкостью 500 мл. Колбу несколько раз промывают водой, сливая ее в большую колбу Кьельдаля.

8. Колбу с раствором ставят на колбонагреватель отгонного аппарата Кьельдаля, предварительно подобрав к колбе пробку.

9. В приемник (в виде конической колбы) вливают из бюретки 20—30 мл раствора борной кислоты и 6—8 капель индикатора Таширо.

10. Коническую колбу с борной кислотой ставят в аппарат Кьельдаля, опустив стеклянную трубку холодильника в борную кислоту.

11. В отгонную колбу на кончике ложки добавляют пемзу (кусочки фарфора или фарфоровые трубочки), что необходимо для спокойного равномерного кипения содержимого.

12. В цилиндр (осторожно) отмеривают 60—70 мл 33 %-го раствора едкого натра.

13. Щелочь из цилиндра медленно переносят в колбу Кьельдаля.

14. Колбу быстро закрывают пробкой с каплеуловителем.

15. Содержимое колбы хорошо размешивают. При этом начинает выделяться аммиак, который попадает в приемную колбу с борной кислотой.

16. Включают нагревательный прибор и отгоняют с водяным паром аммиак, который поглощается 2 %-й борной кислотой.

17. Конец отгона аммиака определяют по красной лакмусовой бумажке, подставленной под стекающую каплю отгона. Если лакмус не синее, отгон аммиака окончен. При хорошем кипении содержимого отгон длится около часа.

18. После отгона аммиака отгонную трубку холодильника тщательно промывают дистиллированной водой, которую сливают в приемную колбу.

19. Содержимое колбы оттитровывают децинормальным раствором серной кислоты.

При титровании серной кислотой в присутствии смешанного индикатора (индикатор Таширо) изумрудно-зеленый цвет содержимого колбы при рН, равном 5,5, переходит в красно-фиолетовый, 1 мл 0,1 н. раствора серной кислоты, пошедшего на титрование, соответствует 0,0014 г азота. Записав все данные в приведенную ниже форму, рассчитывают содержание в корме азота и сырого протеина. Данные, полученные при определении содержания общего азота и сырого протеина, записывают в таблицу.

Расчет содержания азота и протеина. Содержание азота (%) вычисляют по формуле

$$x = \frac{a \times 100}{b},$$

где  $x$  — содержание азота в исследуемом корме, %;

$a$  — количество граммов азота в навеске корма (количество соляной кислоты, пошедшее на титрование, умноженное на 0,0014 г);

$b$  — навеска корма, г;

100 — число для пересчета в проценты.

Для вычисления содержания в корме «сырого» протеина показатель содержания азота умножают на коэффициент 6,25 или соответствующий данному корму (для пшеницы, ржи, ячменя установлен коэффициент 5,83; для конопли, хлопчатника, подсолнечника, сои, жмыхов — 5,8, молока — 6,38, для кукурузы, бобовых, мяса и яиц — 6,25).

**Задание 10.** Определить содержание общего азота и массовой доли «сырого» протеина методом Кьельдаля и записать дату определения. Результаты взвешиваний и вычислений заполнить в таблицу 10.

**Таблица 10 – Результаты определения содержания общего азота и массовой доли «сырого» протеина методом Кьельдаля**

№ п/п	Показатель	Ед. изм.	Параллельные пробы		Средние данные
			1	2	
1	Масса кальки	г			
2	Масса кальки с кормом	г			
3	Масса корма	г			
4	Номер термостойкой колбы				
5	Пошло на титрование 0,1 н. серной кислоты, мл	мл			
6	Содержание азота в навеске корма	г			
7	Содержание азота в навеске корма	%			
8	Содержание «сырого» протеина в воздушно-сухом корме	%			
9	Содержание «сырого» протеина в корме с полной влажностью	%			
10	Содержание «сырого» протеина в абсолютно сухом веществе	%			

*Лабораторное занятие 11*  
**ОПРЕДЕЛЕНИЕ АЗОТА ФОТОКОЛОРИМЕТРИЧЕСКИМ  
МЕТОДОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕАКЦИИ  
ИНДОЛФЕНОЛЬНОЙ ЗЕЛЕНИ**

Азотистые вещества в растениях и животных продуктах представлены белками, аминокислотами, основаниями, аммиачными азотистыми солями. Этот комплекс веществ именуется сырым протеином и определяется фотоколориметрическим методом с использованием реакции индолфенольной зелени. Определение азота в растворах после мокрого озоления растительных материалов основано на методе, при котором ион аммония окисляется хлором до хлорамина, образуя с салицилатом натрия окрашенное индолфенольное соединение с максимумом поглощения около 655 нм. В качестве катализатора этой реакции используется нитропруссид натрия.

**Приборы, материалы, реактивы:**

1. Весы аналитические.
2. Фотоэлектроколориметр (с красным светофильтром).
3. Колбы мерные на 100 мл.
4. Стаканы химические на 100 мл.
5. Шприц-дозатор на 0,5 мл или градуированные пипетки.
6. Концентрированная серная кислота, 57–64 %-я хлорная кислота, запасной стандартный раствор аммония, рабочие образцовые растворы хлористого аммония для построения калибровочной шкалы на азот, запасной окрашивающий раствор. Кипятить 20 мин для удаления следов аммиака. После охлаждения добавляют 0,4 г нитропруссид натрия и доводят объем до 1 л дистиллированной водой, рабочий окрашивающий раствор (к 50 мл запасного окрашивающего раствора приливают 410 мл дистиллированной воды и 10 мл 2 н. раствора NaOH (80 г NaOH на 1 л), затем добавляют 0,94 г трилона Б, гипохлорит натрия – запасной раствор, гипохлорит натрия (рабочий раствор гипохлорита натрия разбавляют дистиллированной водой до 0,125 %-й концентрации).

**Ход определения.** Берут навеску корма 0,2 г в пробирку или на плотную бумагу и высыпают, не касаясь стенок, в термостойкую колбу для сжигания. Добавляют 2 мл 30 %-го раствора перекиси водорода. Через 1,5–2 мин приливают 3 мл концентрированной серной кислоты, содержащей селен, и слегка встряхивают колбу. Колбу помещают в холо-

дильный нагревательный блок с автоматической регулировкой температуры (или в песочные бани и др.) и в течение 30 мин – 1 ч нагревают до 340–380 °С. Минерализацию пробы проводят до полного обесцвечивания раствора. Если через 0,5–2 ч не происходит обесцвечивание, раствор охлаждают до 60–80 °С, приливают 1 мл перекиси водорода и кипятят до полного обесцвечивания.

После обесцвечивания раствор охлаждают, количественно переносят в мерную колбу на 100 мл, доводят объем дистиллированной водой до метки и перемешивают. Полученный раствор служит исходным для определения азота, фосфора и калия.

Для определения азота в стакан вместимостью 100 мл из анализируемого раствора отбирают пробу шприцем-дозатором 0,5 мл и приливают 47 мл рабочего окрашивающего раствора, перемешивают, прибавляя шприцем-дозатором 2,5 мл 0,125%-го раствора гипохлорита натрия, снова перемешивают и оставляют раствор на 1 ч при комнатной температуре для полного развития окраски. Одновременно проводят холостое определение (без озоления корма).

Оптическую плотность раствора измеряют при длине волны 655 нм, используя кювету с толщиной просвечиваемого слоя 10 мм. Содержание азота в анализируемом растворе определяют по градуировочному графику, построенному по результатам фотометрирования образцовых растворов шкалы, и пересчитывают в проценты на воздушно-сухое вещество, учитывая массу навески. На градуировочном графике на оси абсцисс откладывают концентрацию азота в мг/100 мл исходного анализируемого раствора, а на оси ординат – оптическую плотность. Содержание азота ( $X$ , %) рассчитывают по формуле

$$X = \frac{(a - б) \cdot 100}{H},$$

где  $a$  – количество азота, найденное по градуировочному графику, мг/100 мл;

$б$  – количество азота в холостом растворе, найденное по градуировочному графику, мг/100 мл;

$H$  – навеска корма, г;

100 – коэффициент пересчета в проценты.

Для вычисления содержания в корме сырого протеина показатель содержания азота умножают на коэффициент 6,25 или соответствующий

данному корму: для пшеницы, ржи, ячменя – 5,83; для конопли, хлопчатника, подсолнечника, сои, жмыхов – 5,8; молока – 6,38; для кукурузы, бобовых, мяса и яиц – 6,25. Полученный процент сырого протеина в воздушно-сухом веществе переводят на первоначальное или при необходимости пересчитывают на абсолютно-сухое вещество, учитывая в первом случае первоначальную, во втором – гигроскопическую влагу.

**Задание 11.** Определить содержание азота фотоколориметрическим методом с использованием реакции индолфенольной зелени, записать дату определения. Результаты взвешиваний и вычислений занести в таблицу 11.

**Таблица 11 – Результаты определения содержания азота фотоколориметрическим методом с использованием реакции индолфенольной зелени**

№ п/п	Показатель	Ед. изм.	Параллельные пробы		Средние данные
			1	2	
1	Масса кальки	г			
2	Масса кальки с кормом	г			
3	Масса корма	г			
4	Номер термостойкой колбы				
5	Объем исходного раствора	мл			
6	Взято раствора для колориметрирования	мл			
7	Оптическая плотность или светопропускание				
8	Количество азота, найденное по графику	мг/100 мл			
9	Количество азота в холостом растворе по графику	мл			
10	Содержание азота в воздушно-сухом корме	%			
11	Содержание «сырого» протеина в воздушно-сухом корме	%			
12	Содержание «сырого» протеина в корме с полной влажностью	%			
13	Содержание «сырого» протеина в абсолютно-сухом корме	%			

Расхождение между параллельными определениями допускается не более 0,2%.

## *Лабораторное занятие 12*

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАССОВОЙ ДОЛИ «СЫРОГО» ЖИРА**

Метод количественного определения жира основан на способности его растворяться в органических растворителях: бензине, бензоле, ацетоне, сероуглероде, хлороформе и др. Эти растворители вместе с жирами извлекают из корма и другие вещества (жирные кислоты, стеорины, воск, красящие смолы и др.). Поэтому жиры, извлекаемые растворителями, называются «сырыми».

Выделение чистого жира требует дополнительных манипуляций. Чаще ограничиваются учетом «сырого» жира. Извлечение жира эфиром с учетом «сырого» жира до убыли веса навески корма называется методом остатка. Если нет необходимости выделить жир для определения в нем числа фракций, числа омыления, йодного числа и т.д., а требуется определить лишь общее содержание «сырого» жира в кормах, то анализ удобнее вести по методу остатка.

#### **Реактивы и оборудование:**

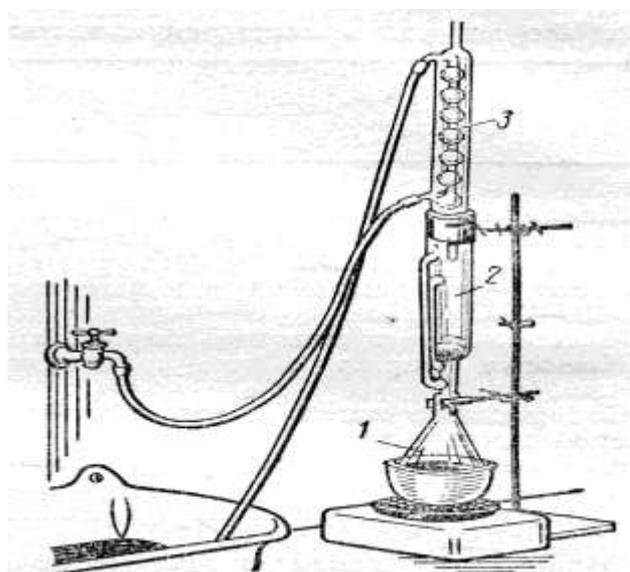
1. Аппарат Сокслета (рис. 14).
2. Бюкс с пакетом и сухой навеской.
3. Аналитические весы с разновесами.
4. Сушильный шкаф.
5. Водяная баня.
6. Эфир медицинский.

**Ход определения.** Пакет сухой навески корма (в которой определяли гигроскопическую влагу) помещают в экстрактор аппарата Сокслета. Экстрактор соединяют с колбой и наливают в него эфира столько, чтобы уровень его был намного выше, чем дуга сифона. Эфир при этом перемещают в колбу, и последняя наполняется эфиром примерно на половину своей емкости. К экстрактору присоединяют обратный шариковый холодильник и включают воду (рис. 15).

Когда прибор собран, под колбу подводят водяную баню и электрическую лампочку.

**НЕ ЗАБЫВАТЬ!** Эфир и его пары легко воспламеняются. Во избежание пожара не допускается применение газовых горелок.

*Работа аппарата.* Пары эфира через отверстие большого сифона поступают в экстрактор, затем в холодильник. В холодильнике пары сгущаются. Оттуда, непрерывно смачивая пакеты с навеской, эфир вместе с извлеченным жиром переливают обратно в колбу. Из колбы эфир снова будет испаряться, а жир останется (эфир кипит при температуре 38 °С).



**Рисунок 14 – Аппарат Сокслета:**  
1 – колба; 2 – экстрактор; 3 – холодильник



**Рисунок 15 – Пакетики с кормом в экстракторе аппарата Сокслета**

Таких сливов эфира происходит от 10 до 20 в час. При такой интенсивности работы аппарата экстрагирование ведут от 4–6 до 24 ч в зависимости от содержания жира в анализируемом корме. Отсутствие жирного пятна на чистой фильтровальной бумажке свидетельствует о том, что экстрагирование закончено.

Окончив экстрагирование, включают нагревательный прибор (под тягой) и сушат в сушильном шкафу при температуре 100–105 °С пакеты с бюксами, охлаждают их в эксикаторе и взвешивают на аналитических весах. Затем сушку повторяют. Убыль в массе навески будет соответствовать количеству извлеченного жира.

Содержание массовой доли «сырого» жира рассчитывается по формуле

$$X = \frac{B \cdot 100}{H},$$

где  $X$  – содержание жира в корме в воздушно-сухом состоянии, %;

$H$  – навеска корма в воздушно-сухом состоянии, г;

$B$  –  $(A-b)$  масса «сырого» жира, г;

$b$  – масса бюкса с пакетиком после экстрагирования, г;

$A$  – масса бюкса и пакетика с навеской до экстрагирования, г.

**Задание 12.** Определить содержание массовой доли «сырого» жира в корме и записать дату определения. Результаты взвешиваний и вычислений указать в таблице 12.

**Таблица 12 – Результаты определения содержания массовой доли «сырого» жира в корме**

№ п/п	Показатель	Ед. изм.	Параллельные пробы		Средние данные
			1	2	
1	Номер бюкса				
2	Масса бюкса с пакетиком и кормом после высушивания при 100-105 °С : 1-е взвешивание	г			
	2-е взвешивание	г			
	3-е взвешивание	г			
3	Масса воздушно-сухого корма	г			
4	Масса бюкса с пакетиком и кормом после экстрагирования и высушивания : 1-е взвешивание	г			
	2-е взвешивание	г			
	3-е взвешивание	г			
5	Масса «сырого» жира в навеске корма	г			
6	Содержание «сырого» жира в воздушно-сухом корме	%			
7	Содержание «сырого» жира в корме с полной влажностью	%			
8	Содержание «сырого» жира в абсолютно-сухом корме	%			

### *Лабораторное занятие 13*

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ КАРОТИНА В КОРМАХ**

В основе метода лежат извлечение каротина вместе с другими веществами из растительного материала бензином и очистка его путем адсорбирования хлорофилла, ксантофилла и других каротиноидов. Адсорбент (окись алюминия) должен быть 10–12%-й влажности. При более высокой влажности его адсорбционная способность снижается, низкой – задерживается каротин.

Интенсивность окраски определяют путем фотоколориметрирования. При работе с фотоэлектроколориметром пользуются калибровочными кривыми. Строят их с помощью стандартных растворов разной концентрации: показатели оптической плотности наносят на ось ординат, а концентрацию вещества в стандартном растворе – на ось абсцисс. Соединив оптимальные точки системы координат, получают графическое изображение зависимости между концентрацией вещества в стандартном растворе и его оптической плотностью.

#### **Реактивы, посуда, оборудование:**

1. Фотоэлектроколориметр.
2. Технические весы, часовое стекло.
3. Фарфоровая ступка с пестиком.
4. Адсорбционная коронка с приемной колбой.
5. Мерный цилиндр, стеклянная палочка.
6. Толченое стекло, пробирки.
7. Авиационный бензин, окись алюминия, безводный сернокислый натрий.

**Ход определения.** Взвешивают часовое стекло. Из средней пробы растительного материала отвешивают на часовом стекле от 1 до 10 г корма в зависимости от предполагаемого содержания каротина (если каротина много, то навеску берут меньше и наоборот). Навеску корма переносят в фарфоровую ступку и растирают с таким же количеством (по весу) кварцевого песка или толченого стекла. Во избежание разрушения каротина весь процесс подготовки материала к анализу не должен занимать более 30 мин. В ступку добавляют безводный сернокислый натрий (если растительный материал влажен) и снова тщательно растирают. Безводный сернокислый натрий из растительного материала отнимает воду. Бензин извлекает каротин

только из сухого растительного материала. Навеску растирают до тех пор, пока она не превратится в тонкий сухой порошок. Для полного обезвоживания смесь выдерживают в ступке 20–30 мин. Собирают адсорбционную колонку. В трубку через широкую часть ставят ватный тампон и продвигают до перехода широкой части трубки в узкую. Затем небольшими порциями, слегка уплотняя стеклянной палочкой, насыпают в трубку окись алюминия, служащую адсорбентом. Слой должен быть толщиной 2–2,5 см. Сверху насыпают сернокислый натрий слоем 0,5 см. Смачивают бензином. Подготовленную указанным образом адсорбционную колонку укрепляют, опустив узкий ее конец в приемную колбу. Содержимое ступки растирают с небольшим количеством бензина и без потерь переносят в адсорбционную колонку. Бензином споласкивают ступку, пестик и выливают в адсорбционную колонку. Промывание бензином продолжают до тех пор, пока с конца адсорбционной колонки не будет стекать бесцветная капля бензина (рис. 16).

Для проверки в чистую пробирку собирают несколько капель бензина, и цвет проверяют на белой бумаге. При желтой окраске промывку продолжают до получения бесцветного бензина. Полученный фильтрат сливают в мерный цилиндр, объем записывают. Приступают к колориметрированию с синим светофильтром на фотоэлектроколориметре.



**Рисунок 16 – Промывание бензином корма в адсорбционной колонке**

Содержание каротина вычисляют по формуле

$$X = \frac{A \cdot 0,00416 \cdot 1000 \cdot K}{H \cdot 100},$$

где  $X$  – содержание каротина на 1 кг корма, мг;

$A$  – количество стандартного раствора, найденного по графику, мл;

$K$  – объем исследуемого раствора, мл;

0,00416 – коэффициент перевода 1 мл стандартного раствора по каротину (1 мл – 0,00416 мг каротина);

100 – объем образцового (контрольного) раствора;

1000 – коэффициент пересчета на 1 кг корма;

$H$  – навеска корма, г.

**Задание 13.** Определить содержание каротина в корме и записать дату определения. Результаты анализа и расчетов записать в таблицу 13.

**Таблица 13 – Результаты определения содержания каротина в корме**

№ п/п	Показатель	Ед. изм.	Параллельные пробы		Средние данные
			1	2	
1	Масса корма	г			
2	Объем бензиновой вытяжки	мл			
3	Номер пробирки стандартной шкалы, соответствующей цвету вытяжки				
4	Содержание каротина в 1 мл по шкале	мг			
5	Содержание каротина в 1 кг корма с полной влажностью	мг			

*Лабораторное занятие 14*  
**ОПРЕДЕЛЕНИЕ САХАРОВ (ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО)  
ЦЕНТРИФУЖНЫМ МЕТОДОМ БЕРТРАНА-БЪЕРИ**

Химические методы анализа сахаров основаны на их способности восстанавливать в щелочной среде серноокислую окись меди в закись с учетом последней.

Содержание сахаров в растительном материале определяют сразу после взятия пробы, так как под действием ферментов углеводов быстро разрушаются.

**Реактивы, оборудование, посуда:**

1. Ступки, мерные колбы с широким горлом вместимостью 100 и 250 мл, колбы вместимостью 500 мл, градуированные пробирки с метками на 25 и 50 мл, воронки, пипетки вместимостью 1, 2, 5, 10 и 25 мл, цилиндры мерные, лабораторные пробирки, стеклянные палочки, электроплитка, водяная баня, аппарат Коха или алюминиевый бидон на 8–10 л с кастрюлей, центрифуга, штативы для пробирок, универсальная индикаторная бумага.

2. 10 %-й раствор нейтрального уксуснокислого свинца, соляная кислота концентрированная и разбавленная (1:1), насыщенный (20 %-й) раствор серноокислого натрия, углекислый натрий или калий, раствор серноокислой меди, щелочной раствор сегнетовой соли, фелингова жидкость, раствор серноокислого окисного железа, раствор марганцевоокислого калия.

**Подготовка пробы корма к анализу. Фиксация спиртом.** Измельченную пробу корма (2–5 г и более) помещают во флаконы и заливают 5–7-кратным (по массе) количеством нагретого примерно до 70 °С 96 %-го этилового спирта. Конечная концентрация спирта должна быть не ниже 70–80 %. Флаконы с пробками заливают парафином. Перед анализом пробу корма переносят в ступку, спирт упаривают на водяной или воздушной бане (50–70 °С), после чего образец подвергают анализу.

### *Приготовление водяной вытяжки:*

1. 2–5 г воздушно-сухого или 5–10 г свежего корма растирают в ступке с битым стеклом.

2. Растертую массу переносят в колбу с отметкой 250 мг и приливают 100–150 мл горячей дистиллированной воды.

3. Колбу ставят на 1 ч на водяную баню.

4. Приливают  $\frac{2}{3}$  мл 10%-го раствора уксуснокислого свинца. Перемешивают, каплями добавляют уксуснокислый свинец, пока не прекратится выпадение белков в виде осадка.

5. Для контроля избытка свинца в пробирку вносят 3–5 капель 20%-го раствора сернокислого натрия и 0,5–1 мл экстракта из колбы. Помутнение смеси этих растворов означает, что белки осаждены и имеется избыток свинца, который будет мешать дальнейшей работе. Поэтому экстракт с сернокислым натрием выливают из пробирки в колбу и для удаления избытка свинца пробирку промывают 2–3 раза 5–8 мл раствора сернокислого натрия, сливая его в ту же колбу. Если при смешении раствора сернокислого натрия с испытуемой жидкостью содержимое не мутнеет, значит, избыток свинца из раствора удален.

6. Объем жидкости в колбе доводят дистиллированной водой до 250 мл, перемешивают, отстаивают, фильтруют.

7. Берут 25–50 мл фильтрата, добавляют в него соответственно 0,6–1,2 мл раствора соляной кислоты и проводят 30-минутный гидролиз на кипящей водяной бане.

8. Гидролизат охлаждают и кислоту нейтрализуют сухой содой (углекислым натрием), контролируя завершение нейтрализации с помощью индикаторной бумаги. Если в осадок выпадает хлористый свинец, то гидролизат нужно профильтровать.

### **Ход определения**

1. В центрифужную пробирку вносят 4 мл гидролизата.

2. Добавляют 4 мл жидкости Фелинга, перемешивают.

3. Пробирку ставят на 10 мин в кипящую водяную баню. Выпадает красно-бурый осадок закиси меди.

4. Пробирки охлаждают в воде, центрифугируют 4–5 мин при 1500 об/мин.

5. Жидкость с осадка декантируют.

6. К осадку добавляют 2 мл горячей дистиллированной воды, осадок встряхивают.

7. К содержимому добавляют 6–8 мл горячей дистиллированной воды.

8. Пробирки с содержимым снова центрифугируют. Жидкость сливают, осадок промывают 2 раза.

9. После промывания осадка приливают 2 мл горячей дистиллированной воды.

10. К взмученному палочкой осадку приливают 3 мл раствора сернокислого окисного железа, перемешивают. Раствор становится зеленым.

11. Раствор титруют до бледно-розового окрашивания 0,1 или 0,05%-м раствором марганцевокислого калия.

12. Параллельно ставят контроль. Для этого вместо испытуемого гидролизата берут 4 мл дистиллированной воды. Дальнейшая работа как с гидролизатом.

13. Содержимое общего количества сахаров рассчитывают по следующей формуле

$$X = \frac{(a - в) \cdot C \cdot Y \cdot 100}{K \cdot B \cdot Y_1},$$

где  $X$  – содержание сахаров в исследуемом корме;

$a$  – количество марганцевокислого калия, пошедшее на титрование испытуемой пробы, мл;

$в$  – количество марганцевокислого калия, израсходованного на титрование контрольной пробы, мл;

$C$  – количество меди, соответствующее 1 мл марганцевокислого калия (1 мл 0,1%-го раствора марганцевокислого калия соответствует 2 мг меди), мл;

$K$  – коэффициент перевода меди в сахар (1 мг сахарозы соответствует 1,90 мг меди);

$B$  – навеска корма, мг;

$Y$  – общий объем водной вытяжки сахара, мл;

$Y_1$  – объем гидролизата, взятый для анализа в центрифужную пробирку, мл.

**Задание 14.** Определить содержание сахаров (общее количество) центрифужным методом Бертрана-Бьери, записать дату определения. Результаты анализа и расчетов записать в таблицу 14.

**Таблица 14 – Результаты определения содержания сахара (общее количество) центрифужным методом Бертрана-Бьери**

№ п/п	Показатель	Ед. изм.	Параллельные пробы		Средние данные
			1	2	
1	Навеска корма	мг			
2	Общий объем водной вытяжки сахаров	мл			
3	Объем гидролизата, взятого для анализа	мл			
4	Количество марганцевокислого калия, пошедшего на титрование испытуемой пробы	мл			
5	Количество марганцевокислого калия, израсходованного на титрование контрольной пробы	мл			
6	Количество меди, соответствующее 1 мл марганцевокислого калия	мл			
7	Содержание сахаров в воздушно-сухом корме	%			
8	Содержание сахаров в корме с полной влажностью	%			
9	Содержание сахаров в абсолютно сухом корме	%			

*Лабораторное занятие 15*  
**ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАССОВОЙ ДОЛИ БЕЗАЗОТИСТЫХ  
ЭКСТРАКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В КОРМЕ**

Безазотистыми экстрактивными веществами (БЭВ) называют все безазотистые вещества за исключением жира и клетчатки. В их группу входят сахара, декстрины, камеди, крахмал, гелицеллюлоза, инулин, некоторые органические кислоты и др. В сухом веществе растений их содержится от 21 до 70%.

Животные обладают способностью превращать углеводы в жир. Поэтому количество БЭВ, содержащихся в кормах, играет главную роль при решении вопроса об их питательности.

Содержание в корме БЭВ определяют путем вычитания из 100 содержания воды, золы, сырого протеина, сырой клетчатки и сырого жира (в процентах).

**Задание 15.** Определить массовую долю содержания в корме безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ), записать дату определения. Результаты расчетов указать в таблице 15.

**Таблица 15 – Результаты определения массовой доли  
содержания в корме БЭВ**

№ п/п	Показатель	Средние данные		
		в воздушно- сухом корме	в корме с полной влажностью	в абсолютно- сухом корме
1	Влага, %			
2	«Сырой» протеин, %			
3	«Сырой» жир, %			
4	«Сырая» зола, %			
Итого				
5	БЭВ, %			

## *Лабораторное занятие 16* **ОПРЕДЕЛЕНИЕ НИТРАТОВ И НИТРИТОВ**

В связи с широким применением в растениеводстве азотных минеральных удобрений и невысокой культурой агрохимии нередко в кормах накапливаются нитраты и нитриты. При определенных условиях (замораживание и оттаивание, запарка кормов и последующее их длительное хранение) нитраты восстанавливаются в более токсичные нитриты, которые чаще всего становятся причиной острых отравлений животных.

Определение нитратов и нитритов основано на измерении при помощи фотоэлектроколориметра оптической плотности раствора нитратов и нитритов после добавления в него реактива Грисса (смеси равных объемов сульфаниловой кислоты и нафтиламина).

### **Реактивы, оборудование, посуда:**

1. 10%-й раствор уксусной кислоты, 12 %-й раствор уксусной кислоты, 0,1 н. раствор щелочи натрия, 0,45%  $ZnSO_4$ , 5%-й раствор аммиака, 0,1 н. соляная кислота, уксуснокислый раствор сульфаниловой кислоты, уксуснокислый раствор – нафтиламина, реактив Грисса, сухой смешанный восстановитель (2 г цинковой пыли растирают с 10 г хорошо растертым серноокислым марганцем. Добавляют 75 г лимонной кислоты, растертой. Все тщательно растирают), стандартный раствор нитратного азота, рабочий стандартный раствор нитратов.

2. Фарфоровая ступка с пестиком.

3. Мерные колбы 200 мл, 100 мл, 50 мл.

4. Мерные пипетки 20 мл, 10 мл.

5. Мерные цилиндры.

6. Аналитические весы.

8. Фотоэлектроколориметр.

**Ход определения.** Навеску пробы (10 г свежего растительного материала и 1 г сухого) помещают в ступку, добавляют подогретой до 40–50 °С дистиллированной воды и растирают. Снова добавляют воды и отстаивают 10 мин, периодически помешивая. Затем фильтруют через ватный фильтр в мерную колбу на 200 мл. Навеску несколько раз промывают декантацией и переносят на фильтр, где еще раз промывают дистиллированной водой и после охлаждения доводят водой до метки.

Из полученной вытяжки берут 10 мл в коническую колбу на 50 мл, добавляют для охлаждения белковых и красящих веществ 5 мл 0,1 н. щелочи натрия и 20 мл 0,45 %-го раствора сернокислого цинка и нагревают на кипящей водяной бане в течение 10 мин до появления выраженных хлопьев. Затем фильтруют через беззольный бумажный фильтр с белой лентой в мерную колбу на 50 мл. Осадок на фильтрате и колбочке смывают водой до получения 50 мл фильтрата.

*Определение нитритов.* 20 мл фильтрата пипеткой переносят в мерную колбу на 100 мл, прибавляют 5 мл 5 %-го раствора аммиака и 10 мл 0,1 н. раствора соляной кислоты, доводят водой до метки, 10 мл полученного раствора смешивают с 10 мл реактива Грисса и через 15 мин колориметрируют на ФЭК с зеленым светофильтром на длине волны 540 нм.

*Определение суммы нитритов и нитратов.* 20 мл фильтрата помещают в мерную колбу на 100 мл, добавляют 1 г сухого смешанного восстановителя и взбалтывают 8–10 с, доводят до метки 10 %-м раствором уксусной кислоты. 10 мл полученного раствора смешивают с 10 мл реактива Грисса и через 30 мин колориметрируют на длине волны 540 нм.

Содержание нитритов или суммы нитратов и нитритов определяют по градуированному графику на оси ординат – оптическая плотность, на оси абсцисс – содержание нитритов.

Рассчитывают по формуле

$$X = \frac{B \times y_1}{A \times y_2},$$

где  $X$  – содержание нитритов или суммы нитритов и нитратов, мкг/г;

$B$  – содержание нитритов или суммы нитритов и нитратов по графику, мкг;

$A$  – навеска, г;

$y_1$  – общий объем фильтрата, мл;

$y_2$  – объем фильтрата, взятый для анализа, мл.

Нормы предельно допустимой концентрации нитратов и нитритов в кормах для сельскохозяйственных животных (мг/кг сырого продукта) представлены в таблице 16.

**Таблица 16 – Нормы предельно допустимой концентрации нитратов и нитритов в кормах для сельскохозяйственных животных, мг/кг сырого продукта**

Корм	Нитраты	Нитриты
Комбикорма для крупного и мелкого рогатого скота, свиней и птицы	500	10
Зернофураж и продукты переработки зерна	300	10
Жмыхи и шроты	200	10
Мясокостная и рыбная мука, сухое молоко	250	10
Дрожжи кормовые, гидролизные, БВК	300	10
Травяная мука	2000	10
Сено, солома	1000	10
Зеленые корма	500	10
Силос (сенаж)	500	10
Свекла кормовая	2000	10
Картофель	300	10

**Задание 16.** Определить содержание нитратов и нитритов в корме, записать дату определения. Результаты анализа и расчетов указать в таблице 17.

**Таблица 17 – Результаты определения содержания нитратов и нитритов в корме**

Показатель	Ед. изм.	Параллельные пробы		Средние данные
		1	2	
Масса кальки	г			
Масса кальки с кормом свежим	г			
Масса корма свежего	г			
Масса кальки	г			
Масса кальки с сухим кормом	г			
Масса сухого корма	г			
Общий объем фильтрата	мл			
Объем фильтрата, взятый для анализа	мл			
Оптическая плотность или светопропускание				
Содержание нитратов по графику	мкг/г			
Содержание суммы нитратов и нитритов по графику	мкг/г			
Содержание нитритов	мкг/г			
Содержание суммы нитритов и нитратов	мкг/г			

*Лабораторное занятие 17*  
**УСКОРЕННЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ НИТРАТОВ  
В СУХИХ КОРМАХ И РАСТЕНИЯХ**

*Сущность метода.* Метод основан на извлечении нитратов из сухих кормов и растений 0,5%-м раствором алюмокалиевых квасцов и измерении концентрации нитрат-ионов при использовании электродной системы иономера ЭВ-74 с ионоселективным нитратным электродом.

**Оборудование, посуда, реактивы:**

1. Иономер ЭВ-74 с ионоселективным нитратным электродом.
2. Аналитические весы.
3. Механический встряхиватель.
4. Стеклянные банки на 200 мл.
5. Мерные колбы на 1 л.
6. Химические стаканы.
7. Экстрагирующий раствор: 5 г алюмокалиевых квасцов, растворяют в дистиллированной воде, доводя объем раствора до 1 л, концентрация раствора – 0,5%.

Стандартный раствор: 10,11 г высушенного азотнокислого калия растворяют в экстрагирующем растворе, доводя объем до 1 л, раствор содержит 0,1 М азотнокислого калия. Из него готовят рабочие растворы, содержащие 0,01, 0,001 и 0,0001 М азотнокислого калия (показатель нитрат-ионов соответственно равен 2, 3 и 4).

**Ход определения.** До начала работы электрод заполняют водным раствором, содержащим азотнокислый калий и хлорид калия. После этого электрод сутки выдерживают в 0,1 М растворе азотнокислого калия.

Перед началом работы нитратный электрод помещают на 10 мин в стаканчик, а хлорсеребряный электрод (электрод уравнения) заполняют насыщенным раствором КСl.

Градуировка иономера ЭВ-74 выполняется по двум стандартным растворам 0,01 М и 0,0001 М методом последовательных приближений. Для этого к подогретому в течение 30 мин иономеру с

нажатыми клавишами («t» и «-1 - 4») подсоединяют электроды нитратный и хлорсеребряный и погружают их в раствор с нитрат-ионами = 4. Затем нажимают клавишу «рХ», ручками «Крутизна» и «Температура раствора» устанавливают индикаторную стрелку на цифру 4. Затем погружают электроды в раствор с нитрат-ионами = 2.

Если отсутствуют устойчивые показания, то измерения осуществляют в режиме милливольт (мВ) при помощи градуировочного графика, построенного в координатах: показание иономера в мВ, и в зависимости от концентрации ионов нитрата, используя приготовленные ранее рабочие растворы.

Берут навеску сухого измельченного корма массой 1 г и помещают в стеклянные банки на 200 мл, приливают 100 мл экстрагирующего раствора и встряхивают на механическом встряхивателе в течение 20 мин при 250 встряхиваниях в мин.

В емкостях с полученной суспензией измеряют величину нитрат-ионов. При выполнении измерений в режиме милливольт (мВ) необходимо следить, чтобы температура стандартных и измеряемых растворов была одинаковой.

По измеренной величине нитрат-ионов с помощью таблицы 18 с использованием формулы находят содержание ионов нитрата в анализируемом корме, мг/кг

$$C_{NO_3} = \text{антилог арифм}(6,79 - pNO_3),$$

где  $C_{NO_3}$  – содержание нитрат-ионов в анализируемом сухом образце, мг/кг.

Содержание нитратов в корме натуральной влажности (мг/кг) при анализе воздушно-сухого образца рассчитывают по формуле

$$C_{NO_3} = \frac{B_{NO_3} \times \left(\frac{100}{100 - x}\right) \times A\%}{100},$$

где  $B_{NO_3}$  – содержание нитратов в воздушно-сухом корме, мг/кг;

$A$  % – содержание воздушно-сухого вещества в корме, %;

$x$  – содержание абсолютно-сухого вещества в корме, %;

100 – пересчетный коэффициент.

Расчет содержания нитратов  $C_{NO_3}$  (мг/кг) в корме натуральной влажности при анализе абсолютного сухого образца проводят по формуле

$$C_{NO_3} = \frac{A_{NO_3} \times A\%}{100},$$

где  $A_{NO_3}$  – содержание нитратов в абсолютно сухом корме, мг/кг;

$A$  % – содержание абсолютно сухого вещества в корме, %;

100 – пересчетный коэффициент.

**Таблица 18 – Определение содержания нитрат-ионов ( $NO_3$ ) в сухом корме по найденным значениям  $pNO_3$ , мг/кг**

$pNO_3$	$NO_3$	$pNO_3$	$NO_3$	$pNO_3$	$NO_3$	$pNO_3$	$NO_3$
2,16	43290,0	2,47	21202,0	2,78	10383,9	3,09	5085,6
2,17	42306,5	2,48	20719,1	2,79	10149,1	3,10	4970,5
2,18	41345,2	2,49	20249,5	2,80	9918,8	3,11	4855,3
2,19	40401,6	3,50	19788,8	2,81	9692,8	3,12	4749,0
2,20	39484,6	2,51	19337,0	2,82	9471,3	3,13	4638,2
2,21	38585,3	2,52	18898,4	2,83	9254,30	3,14	4531,9
2,22	37703,7	2,53	18468,7	2,84	9046,1	3,15	4430,0
2,23	36848,7	2,54	18047,8	2,85	8837,9	3,16	4329,0
2,24	36007,0	2,55	17635,8	2,86	8638,5	3,17	4230,7
2,25	35187,5	2,56	17232,7	2,87	8439,2	3,18	4134,5
2,26	34385,7	2,57	16842,9	2,88	8248,7	3,19	4040,2
2,27	33606,0	2,58	16457,5	2,89	8062,6	3,20	3948,5
2,28	32839,6	2,59	16085,3	2,90	7876,5	3,21	3858,5
2,29	32090,9	2,60	15717,6	2,91	7699,3	3,22	3770,4
2,30	31360,0	2,61	15358,8	2,92	7522,1	3,23	3684,9

Продолжение табл. 18

pNO <sub>3</sub>	NO <sub>3</sub>						
2,31	30646,7	2,62	15008,8	2,93	7353,8	3,24	3600,7
2,32	29951,2	2,63	14617,7	2,94	7185,5	3,25	3518,8
2,33	29269,0	2,64	14335,5	2,95	7021,6	3,26	3438,6
2,34	28604,5	2,65	14007,7	2,96	6862,1	3,27	3360,6
2,35	27953,3	2,66	13688,7	2,97	6707,0	3,28	3284,0
2,36	27315,4	2,67	13378,6	2,98	6552,0	3,29	3209,1
2,37	26695,2	2,68	13072,9	2,99	6401,4	3,30	3136,0
2,38	26082,8	2,69	12776,1	3,00	6259,6	3,31	3064,7
2,39	25490,2	2,70	12483,7	3,01	6113,4	3,32	2995,1
2,40	24910,0	2,71	12200,2	3,02	5976,1	3,33	2926,9
2,41	24324,9	2,72	11955,6	3,03	5838,7	3,34	2860,5
2,42	23789,1	2,73	11650,9	3,04	5705,8	3,35	2995,3
2,43	23248,6	2,74	11386,1	3,05	5577,4	3,36	2731,5
2,44	22721,5	2,75	11128,2	3,06	5449,0	3,37	2669,5
2,45	22032,2	2,76	10875,7	3,07	5324,9	3,38	2608,4
2,46	21698,1	2,77	10627,6	3,08	5205,3	3,39	2549,0
3,40	2491,0	3,73	1165,1	4,06	544,9	4,39	245,7
3,41	2434,3	3,74	1138,3	4,07	532,5	4,40	249,1
3,42	2378,9	3,75	1112,8	4,08	520,5	4,41	243,4
3,43	2324,9	3,76	1087,6	4,09	508,6	4,42	237,9
3,44	2272,2	3,77	1062,8	4,10	497,1	4,43	232,5
3,45	2169,8	3,78	1038,4	4,11	485,5	4,44	227,1
3,46	2169,8	3,79	1014,9	4,12	474,9	4,45	222,0
3,47	2120,2	3,80	991,9	4,13	463,8	4,46	217,0
3,48	2071,9	3,81	969,3	4,14	453,2	4,47	212,0
3,49	2025,0	3,82	947,1	4,15	443,0	4,48	207,2
3,50	1978,9	3,83	925,4	4,16	432,9	4,49	202,5
3,51	1933,7	3,84	904,6	4,17	423,1	4,50	197,9
3,52	1889,8	3,85	883,8	4,18	413,5		
3,53	1846,9	3,86	863,9	4,19	404,0		
3,54	1804,8	3,87	843,9	4,20	394,9		
3,55	1763,6	3,88	824,9	4,21	385,9		
3,56	1723,3	3,89	806,3	4,22	377,0		
3,57	1684,3	3,90	787,7	4,23	368,5		
3,58	1645,8	3,91	769,9	4,24	360,1		
3,59	1608,5	3,92	752,2	4,25	351,9		
3,60	1571,8	3,93	735,4	4,26	343,9		
3,61	1535,9	3,94	718,6	4,27	336,1		
3,62	1500,9	3,95	702,2	4,28	328,4		

Окончание табл. 18

pNO <sub>3</sub>	NO <sub>3</sub>						
3,63	1466,8	3,96	686,2	4,29	320,9		
3,64	1433,6	3,97	670,7	4,30	313,6		
3,65	1400,8	3,98	655,2	4,31	306,4		
3,66	1368,9	3,99	640,1	4,32	299,5		
3,67	1337,9	4,00	625,0	4,33	292,7		
3,68	1307,3	4,01	611,3	4,34	286,1		
3,69	1277,6	4,02	597,6	4,35	279,5		
3,70	1248,4	4,03	583,9	4,36	273,2		
3,71	1220,0	4,04	570,6	4,37	267,0		
3,72	1192,6	4,05	557,7	4,38	260,8		

## *Лабораторное занятие 18* **ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА СИЛОСА И СЕНАЖА**

Качество силоса определяют органолептически: по цвету, запаху, концентрации водородных ионов (РН), соотношению в нем органических кислот (молочной, уксусной, масляной) и общей кислотности. Для определения кислотности пользуются прибором А.Н. Михина, последний представляет собой деревянный ящик, в котором расположены два стакана, одна бутылочка с запасом индикатора, две капельницы с индикатором и две стеклянные пипетки с делением на 2 мл. С внутренней стороны откидной стенки укрепляется белая фарфоровая палитра с 6–9 гнездами.

В случае отсутствия прибора Михина необходимо иметь: стакан на 250–300 мл, стеклянную палочку, фарфоровую чашку диаметром 6–9 см, пипетку на 2 мл, фильтровальную бумагу, дистиллированную или кипяченую холодную воду, индикатор (смесь равных объемов бромтимолблау и метилрота).

**Ход определения.** Из отобранной пробы силоса берут навеску в 100–150 г, помещают ее в стакан и заливают равным объемом дистиллированной или кипяченой воды. Содержимое стакана периодически помешивают. Через 20–30 мин фильтруют. Берут пипеткой 2 мл фильтрата и помещают его в фарфоровую чашку или на палитру. Туда же приливают 2–3 капли индикатора. Сравнивая цвет индикатора в чашке или на палитре с бумажной шкалой, на которой отмечены величины рН, определяют концентрацию водородных ионов. Каждой величине соответствует определенное количество баллов, которое находится по шкале (табл. 19).

**Таблица 19 – Оценка силоса по величине рН**

Окраска жидкости после добавления индикатора	Величина рН	Балл
Красная	4,2 и ниже	5
Красно-оранжевая	4,2–4,6	4
Оранжевая	4,6–5,1	3
Желтая	5,1–6,1	2
Желто-зеленая	6,1–6,4	1
Зеленая	6,4–7,2	0

Запах и цвет силоса оценивают по приводимым ниже шкалам (табл. 20, 21).

**Таблица 20 – Оценка силоса по запаху**

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

**Таблица 21 – Оценка качества силоса по цвету**

Цвет силоса	Балл
Коричневый или желто-зеленый	2
Зеленый	3
Черно-зеленый, черный	1–0

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

- 10–11 баллов – очень хороший силос;
- 9–10 баллов – хороший;
- 7–8 баллов – средний;
- 4–6 баллов – плохой.

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

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

В хорошем сенаже кислоты быть не должно. В сенаже среднего качества может содержаться небольшое количество свободной и связанной масляной кислоты (не более 5% общего количества свободных кислот). Сенаж – относительно слабокислый корм, рН 4,5–5,5.

Качество сенажа оценивается по шкале, представленной в таблице 22.

**Таблица 22 – Шкала оценки качества сенажа**

Показатель бобовых трав и их смесей со злаковыми (более 55% бобовых)	Оценка	
	Класс	Балл
<b>Запах:</b>		
ароматный, фруктовый	1–2	3
фруктовый со слабым запахом меда или свежееиспеченного ржаного хлеба	3	1
явно выраженный запах свежееиспеченного ржаного хлеба и меда	н/кл	0
<b>Цвет:</b>		
серовато-зеленый, желто-зеленый (для клевера допустим светло-коричневый)	1 и 2	3
то - же (для клевера – светло-бурый)	3	2
темно-коричневый или бурый(за исключением клевера)	н/кл	0
<b>Массовая доля сухого вещества, %:</b>		
сенаж бобовый и бобово-злаковый – 40–55	1, 2, 3	–
Сенаж злаковый и злаково-бобовый – 40–60	1, 2, 3	–
<b>Массовая доля «сырого» протеина в сухом веществе, %:</b> сенажа бобового:		
15 и более	1	5
14,9–13,0	2	4
12,9–11,0	3	3
10,9 и менее	н/кл	1
<b>сенажа бобово-злакового:</b>		
13 и более	1	5
12,9–11	2	4
10,9–9	3	3
8,9 и менее	н/кл	1
<b>сенажа злакового:</b>		
12 и более	1	5
11,9–10	2	4
9,9–8	3	3
7,9 и менее	н/кл	1
<b>Массовая доля «сырой» клетчатки в сухом веществе, %:</b>		
29 и менее	1	4
30–32	2	3
33–35	3	2
36 и более	н/кл	1
<b>Содержание каротина в сухом веществе сенажа всех видов, мг/кг:</b>		

Показатель бобовых трав и их смесей со злаковыми (более 55 % бобовых)	Оценка	
	Класс	Балл
55 и более	1	5
54–40	2	4
39–30	3	3
29–20 и менее	н/кл	2–1
Содержание масляной кислоты (свободной и связанной), %:		
0	1	5
0,01–0,10	2	3
0,11–0,20	3	2
0,21 и более	н/кл	0

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

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

**Задание 17.** Оценить качество силоса. Записать вид силоса и дату оценки. Результаты оценки представить в таблице 23.

**Таблица 23 – Результаты оценки качества силоса**

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

## *Лабораторное занятие 19* **ОЦЕНКА КАЧЕСТВА МУЧНИСТЫХ КОРМОВ**

Необходимыми анализами качества мучнистых кормов является определение кислотности и примесей песка в них.

*Определение кислотности (общей).* В коническую колбу емкостью 500 мл насыпают навеску в 25 г, заливают 250 мл дистиллированной воды, закрывают колбу пробкой и взбалтывают в течение 10 мин. Затем содержимое взбалтывают через каждые 3–4 мин в течение 35 мин. Жидкость фильтруют через сухой фильтр в чистую колбу. В маленькую колбу или химический стакан на 100 мл мерным цилиндром переносят 25 мл фильтрата и титруют 0,1 н раствором едкого калия с фенолфталеином. Кислотность в градусах рассчитывают по формуле

$$K = a \times П \times 4,$$

где  $K$  – кислотность, град;

$a$  – количество 0,1 н. щелочи, пошедшей на титрование, мл;

$П$  – поправка титра раствора на точный 0,1 н. раствор.

*Определение примеси в мучнистых кормах.* В химический стакан на 100 мл помещают 3 г корма и наливают 10 мл хлороформа. Содержимое взбалтывают и путем отстаивания собирают осевший песок. Затем песок обрабатывают 10%-м раствором соляной кислоты и переносят на фильтр. На фильтре песок промывают дистиллированной водой. Промытый песок просушивают, прокаливают (озоляют) и определяют его процентное отношение в норме

$$X = \frac{A \times 100}{B},$$

где  $X$  – содержание песка, %;

$a$  – навеска песка, г;  
 $B$  – навеска корма, г.

В мучнистых кормах по стандарту содержание песка не должно быть более 0,3%.

**Задание 18.** Оценить качества мучнистых кормов, записать дату оценки. Результаты оценки указать в таблице 24.

**Таблица 24 – Результаты оценки качества мучнистых кормов**

№ п/п	Показатель	Ед. изм.	Параллельные пробы		Средние данные
			1	2	
1	Вес стакана с навеской	г			
2	Вес пустого стакана	г			
3	Навеска корма	г			
4	Вес тигля с песком после прокаливания	г			
5	Вес пустого тигля	г			
6	Вес песка	г			
7	Содержание песка в корме	%			

*Лабораторное занятие 20*  
**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ПИТАТЕЛЬНОСТИ  
КОРМОВ РАСЧЕТНЫМ ПУТЕМ ПО ДАННЫМ  
ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА**

Питательность корма нельзя выразить одним показателем. Правильно определить питательную ценность корма можно лишь при учете важнейших показателей, характеризующих протеиновую (белковую), углеводную, витаминную, минеральную и общую энергетическую питательность. Следовательно, чем точнее и проще тот или иной способ оценки питательности кормов, тем ценнее он для практики.

Путем статистической обработки большого количества данных химических анализов кормов выведены уравнения регрессии, позволяющие определить энергетическую питательность кормов и рационов. Применение этих уравнений значительно упрощает расчеты питательности, а главное, дает возможность быстро оценить корма. Источником энергии для животных являются все органические вещества кормов. Энергетическую питательность кормов условно выражают в джоулях обменной энергии (ОЭ).

Питательность кормов в энергетических кормовых единицах вычисляют следующим образом.

1. Выписывают валовое содержание питательных веществ (сырого протеина, сырого жира, сырой клетчатки, БЭВ в 1 кг корма по данным химического анализа корма), которые можно сравнить с табличными данными, представленными в приложении 1.

2. Находят и записывают коэффициенты переваримости питательных веществ данного корма (прил. 2, 3).

3. Определяют количество переваримых питательных веществ умножением питательного вещества, содержащегося в корме, на коэффициент переваримости этого вещества и последующим делением произведения на 100.

*Энергетическую питательность* (1 кг корма в килоджоулях) вычисляют по следующим уравнениям:

**для крупного рогатого скота**

$$OЭ_{крс} = 17,46 \text{ пП} + 31,23 \text{ пЖ} + 13,65 \text{ пК} + 14,78 \text{ пБЭВ};$$

**для овец**

$$OЭ_{ОВ} = 17,71 \text{ пП} + 37,89 \text{ пЖ} + 13,44 \text{ пК} + 14,78 \text{ пБЭВ};$$

**для свиней**

$$OЭ_{С} = 20,85 \text{ пП} + 36,3 \text{ пЖ} + 14,27 \text{ пК} + 16,55 \text{ пБЭВ};$$

**для лошадей**

$$OЭ_{л} = 19,64 \text{ пП} + 35,43 \text{ пЖ} + 15,95 \text{ пК} + 15,95 \text{ пБЭВ};$$

**для птицы**

$$OЭ_{П} = 17,87 \text{ пП} + 39,78 \text{ пЖ} + 17,71 \text{ пК} + 17,71 \text{ пБЭВ};$$

где пП, пЖ, пК и пБЭВ — содержание переваримого протеина, жира, клетчатки и БЭВ, г/1 кг корма.

В качестве примера приводится расчет энергетической питательности клевера лугового (зеленая масса) по данным его анализа на содержание химических веществ (табл. 25).

В этом случае, например,  $OЭ_{крс} = 17,46 \times 26,52 + 31,23 \times 4,64 + 13,65 \times 30,5 + 14,78 \times 79,92$ , или в 1 кг клевера содержится 3195,07 кДж или 3,2 МДж (1 МДж = 1000 кДж), или 0,32 ЭКЕ (энергетических кормовых единиц, 1 ЭКЕ = 10 МДж) при 26,52 г переваримого протеина. При выборе коэффициентов переваримости за основу должен приниматься химический состав проанализированного корма.

**Таблица 25 – Исходные данные для расчета питательности клевера лугового**

Показатель	Сырые			БЭВ
	протеин	жир	клетчатка	
Химический состав, %	3,9	0,8	6,1	10,8
Химический состав, г	39	8	61	108
Коэффициент переваримости, %	68,0	58,0	50,0	74,0
Переваримых питательных веществ, г	26,52	4,64	30,5	79,92

Известно, что 1 г суммы переваримых питательных веществ (СППВ) соответствует 18,46 кДж (4,41 ккал) переваримой энергии.

Соотношение между энергией переваримых питательных веществ и обменной энергией: для коров – в среднем 0,82, для овец – 0,87, для лошадей – 0,92, для свиней – 0,94.

Энергия суммы переваримых питательных веществ в 1 кг травы клевера лугового будет равна 2721,19 кДж (СППВ =  $4,64 \times 2,25 + 26,52 + 30,5 + 79,92 = 147,41$  г;  $147,41 \times 18,46$ ). Умножив количество энергии СППВ на 0,82 (для коров), получим содержание обменной энергии в данном корме. В нашем примере в 1 кг травы клевера лугового содержится 2231,37 кДж, или 2,23 МДж, обменной энергии ( $2721,19 \times 0,82$ ), или 0,23 ЭКЕ.

Содержание обменной энергии в кормах можно вычислить и другими методами: с помощью коэффициентов, предложенных Ж. Аксельсоном (для крупного рогатого скота) и Х.У. Титусом (для птицы).

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что понимают под зоотехническим анализом кормов?
2. Перечислите правила по технике безопасности при работе в лаборатории по зоотехническому анализу.
3. Как правильно оказать первую помощь?
4. Что понимают под партией корма?
5. Дайте понятие разовой пробы корма.
6. Дайте понятие исходной пробы корма.
7. Дайте понятие средней пробы корма.
8. Как отобрать среднюю пробу того или иного корма?
9. Как определить первоначальную влажность того или иного корма?
10. Как правильно измельчить корма после определения первоначальной влажности корма?
11. Что называется гигроскопической влагой корма?
12. Как определить гигроскопическую влагу корма?
13. Дайте понятие воздушно-сухого корма.

14. По каким формулам определяют общую влагу корма, абсолютно сухое вещество корма?
15. В чем заключается сущность метода определения азота в кормах?
16. Как определить содержание сырого протеина в корме?
17. В чем заключается сущность метода определения сырой клетчатки?
18. Как определить содержание сахара в кормах?
19. Какие вещества входят в группу безазотистых экстрактивных веществ?
20. Как определить содержание БЭВ в корме?
21. На чем основан метод определения сырого жира?
22. Как работает аппарат Сокслета по определению сырого жира?
23. В чем заключается сущность метода определения в кормах «сырой» золы?
24. Как правильно приготовить раствор «сырой» золы?
25. В чем заключается сущность метода определения в кормах кальция?
26. В чем заключается сущность метода определения в кормах фосфора?
27. Что лежит в основе метода извлечения каротина из растительного материала?

## ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Любое количество однородного корма, изготовленного по одному рецепту, предназначенное к одновременному приему, отгрузке, сдаче или хранению считают:

- а) средней пробой;
- б) партией;
- в) исходной пробой;
- г) образцом;
- д) навеской.

2. Из исходного образца корма после тщательного его перемешивания отбирают:

- а) навеску;
- б) партию;
- в) горсть;
- г) анализ;
- д) среднюю пробу.

3. Небольшое количество корма, отобранное от партии за один прием для составления исходного образца называется:

- а) навеской;
- б) партией;
- в) исходной пробой;
- г) выемкой;
- д) разовой пробой.

4. На отбираемую для анализа среднюю пробу корма оформляют:

- а) накладную;
- б) паспорт;
- в) путевку;
- г) стандарт;
- д) удостоверение.

5. Среднюю пробу сена отбирают по окончании его заготовки, но не позднее:

- а) одной недели;
- б) двух недель;
- в) 30 суток;
- г) двух месяцев;
- д) 20 дней.

6. Азотсодержащие вещества (сырой протеин) включают в себя:

- а) сырой жир;
- б) сырую золу;
- в) белки;
- г) ферменты;
- д) амиды.

7. Вещества, не содержащие азот:

- а) сырой жир;
- б) сырая клетчатка;
- в) белки;
- г) БЭВ;
- д) амиды.

8. «Сырая» зола включает в себя:

- а) сырой жир;
- б) сырую клетчатку;
- в) макроэлементы;
- г) амиды;
- д) микроэлементы.

9. В состав органических веществ входят:

- а) минеральные вещества;
- б) азотсодержащие вещества;
- в) сухое вещество;
- г) вещества, не содержащие азот;
- д) биологически активные вещества.

10. Вода, которая входит в состав мицелия различных гидрофильных коллоидов называется:

- а) свободной;
- б) первоначальной;
- в) гигроскопической;
- г) связанной;
- д) общей.

11. Растворитель сахаров, аминокислот, органических кислот и других веществ растительных клеток – это \_\_\_\_\_.

12. Величина средней пробы кормов, кг:

- |                |            |
|----------------|------------|
| а) сено        | 1) 1       |
| б) силос       | 2) 1 – 1,5 |
| в) корнеплодов | 3) 2       |
| г) трава       | 4) 2,5 – 3 |
| д) зерна       | 5) 6 – 8   |

13. Пробы силоса и сенажа берут пробоотборником из траншеи не позднее чем за \_\_\_\_\_ дней до скармливания животным или передачи другим хозяйствам:

- а) пять;
- б) десять;
- в) пятнадцать;
- г) двадцать;
- д) семь.

14. Пробы силоса и сенажа берут пробоотборником из мест хранения (башни, траншеи) не ранее чем через \_\_\_\_\_ недель после закладки силоса (сена) на хранение и окончания процесса консервирования:

- а) две;
- б) одну;
- в) шесть;
- г) четыре;
- д) три.

15. Пробы сенажа берут пробоотборником из башен не позднее чем за \_\_\_\_ дней до скармливания животным или передачи другим хозяйствам:

- а) пять;
- б) десять;
- в) три;
- г) двенадцать;
- д) семь.

16. Для определения первоначальной влажности сено сушат в термостате при температуре °С:

- а) 100–105;
- б) 110–115;
- в) 150–200;
- г) 100–140;
- д) 60–65.

17. Вес лабораторной пробы сена, г:

- а) 50–100;
- б) 300–350;
- в) 150–200;
- г) 100–140;
- д) 360–400.

18. Для определения первоначальной влажности корм сушат в термостате \_\_\_\_\_ часов:

- а) 3–6;
- б) 8–10;
- в) 11–12;
- г) 1–2;
- д) 13–15.

19. При определении первоначальной влажности корнеплодов чашку с нарезанными пластинками корма взвешивают и ставят на 30–40 мин в сушильный шкаф с температурой 80 °С для прекращения \_\_\_\_\_.

20. Доставленную в лабораторию среднюю пробу клубнеплодов отмывают водой от земли, насухо вытирают. Затем от каждого клубня отрезают \_\_\_\_\_ часть и составляют лабораторную пробу весом около 1 кг:

- а)  $1/2$ ;
- б)  $1/8$ ;
- в)  $1/4$ ;
- г)  $1/6$ ;
- д)  $1/10$ .

21. Разовые пробы сена отбирают по в количестве, г:

- а) 100–150;
- б) 300–350;
- в) 200–250;
- г) 50–70;
- д) 400–450.

22. При определении первоначальной влаги среднюю пробу *водянистых* кормов из банки с притертой пробкой переносят во взвешенную фарфоровую чашку, последнюю взвешивают вместе с кормом на химико-технических весах и далее: \_\_\_\_\_

- а) ставят на водяную баню для выпаривания влаги;
- б) помещают в термостат;
- в) подсушивают на открытом воздухе помещения;
- г) помещают в муфельную печь;
- д) разогревают на электроплитке.

23. Влага, содержащаяся в воздушно-сухом корме, называется влагой:

- а) общей;
- б) первоначальной;
- в) гигроскопической;
- г) основной;
- д) второстепенной.

24. Для определения в корме содержания гигроскопической влаги взвешивают следующее количество корма, г:

- а) 3–3,5;
- б) 0,5–1;
- в) 3,5–4,5;
- г) 1,5–2,5;
- д) 5,0–5,5.

25. При определении гигроскопической влаги бюкс с навеской ставят в сушильный шкаф и сушат при температуре, °С:

- а) 100 – 105;
- б) 110 – 115;
- в) 150 – 200;
- г) 100 – 140;
- д) 60 – 65.

26. При определении гигроскопической влаги бюкс с навеской ставят в сушильный шкаф и сушат в течении час:

- а) 3;
- б) 8;
- в) 6;
- г) 1;
- д) 2.

27. Формула определения количества содержащейся в корме воды:

- а)  $X = \frac{b \cdot (100 - A)}{100}$ ;
- б)  $Y = 100 - A$ ;
- в)  $A = \frac{X \cdot (100 - a)}{100} + a$ ;
- г)  $X = \frac{100 \cdot b}{100 - \Gamma}$ ;
- д)  $X = \frac{A \times 100}{B}$ .

28. Количество содержащейся в корме воды складывается из двух показателей: \_\_\_\_\_.

29. Сухое вещество в корме определяют по формуле:

а)  $X = \frac{\bar{b} \cdot (100 - A)}{100}$ ;

б)  $Y = 100 - A$ ;

в)  $A = \frac{X \cdot (100 - a)}{100} + a$ ;

г)  $X = \frac{100 \cdot \bar{b}}{100 - \Gamma}$ ;

д)  $X = \frac{A \times 100}{B}$ .

30. Формула определения искомого вещества в первоначальном корме:

а)  $X = \frac{\bar{b} \cdot (100 - A)}{100}$ ;

б)  $Y = 100 - A$

в)  $A = \frac{X \cdot (100 - a)}{100} + a$ ;

г)  $X = \frac{100 \cdot \bar{b}}{100 - \Gamma}$ ;

д)  $X = \frac{A \times 100}{B}$ .

31. Формула определения искомого вещества в абсолютно-сухом корме:

а)  $X = \frac{\bar{b} \cdot (100 - A)}{100}$ ;

б)  $Y = 100 - A$ ;

в)  $A = \frac{X \cdot (100 - a)}{100} + a$ ;

г)  $X = \frac{100 \cdot \bar{b}}{100 - \Gamma}$ ;

д)  $X = \frac{A \times 100}{B}$ .

32. Остаток, полученный после сжигания и прокаливания навески корма в муфельной печи, называется:

а) «сырым» жиром;

б) «сырой» золой;

в) «сырой» клетчаткой;

- г) «сырым» протеином;
- д) безазотистыми экстрактивными веществами.

33. При сжигании корма при очень высокой температуре произойдет:

- а) легкоплавкие соли обволакивают неозоленное вещество и препятствуют полному сгоранию;
- б) все вещества сгорят, не останется минеральной части;
- в) останутся только несгораемые частицы угля, песка и др.;
- г) легкоплавкие соли не препятствуют полному сгоранию;
- д) неозоленное вещество полностью сгорит.

34. Озоление корма проводят:

- а) в термостате;
- б) в сушильном шкафу;
- в) на водяной бане;
- г) в муфельной печи;
- д) подогревая горелкой.

35. Сухая перегонка – это \_\_\_\_\_.

36. Сухую перегонку проводят:

- а) в сушильном шкафу;
- б) в термостате;
- в) на электроплитке;
- г) в муфельной печи;
- д) на водяной бане.

37. Навеска корма для определения содержания «сырой» золы в корме должна быть, г:

- а) 1–1,5;
- б) 6–8;
- в) 5,5–6;
- г) 2–5;
- д) 9–10.

38. Тигель с кормом в муфельной печи прокаливают при температуре, °С:

- а) 300–350;
- б) 100–150;
- в) 550–600;
- г) 200–250;
- д) 450–500.

39. При полном сгорании органических веществ корма зола имеет цвет:

- а) голубой;
- б) зеленоватый оттенок;
- в) черный;
- г) синий;
- д) белый или слегка сероватый.

40. Охлаждение корма после высушивания или прокаливания проводят:

- а) в колбе;
- б) в эксикаторе;
- в) в фотоэлектроколориметре;
- г) в термостате;
- д) в аппарате Сокслета.

41. Вес «сырой» золы определяют по разности между весом тигля:

- а) с золой и весом тигля с кормом;
- б) с навеской и весом тигля с золой;
- в) с кормом и весом пустого тигля;
- г) с золой и весом пустого тигля;
- д) с кормом и весом пустого тигля.

42. Для приготовления раствора «сырой» золы золу растворяют:

- а) в 25%-ной соляной кислоте;
- б) в 10%-ном растворе уксусной кислоты;
- в) в 30%-ном растворе перекиси водорода;
- г) в концентрированной серной кислоте;

д) в концентрированной азотной кислоте.

43. В растворе «сырой» золы кальций находится в виде:

- а) фторида кальция;
- б) нитрата кальция;
- в) сульфата кальция;
- г) оксалата кальция;
- д) хлористого кальция.

44. Прибавлением щавелево-кислого аммония кальций образуется из других соединений путем перевода его из раствора в осадок:

- а) фторид кальция;
- б) нитрат кальция;
- в) сульфат кальция;
- г) оксалат кальция;
- д) хлористый кальций.

45. Кислота, в которой растворяют осадок кальция:

- а) соляная;
- б) азотная;
- в) серная;
- г) фосфорная;
- д) щавелевая.

46. Кислота, которую оттитровывают при определении содержания кальция в корме:

- а) соляная;
- б) азотная;
- в) серная;
- г) фосфорная;
- д) щавелевая.

47. Для определения содержания «сырой» клетчатки в корме берут навеску, г:

- а) 2;
- б) 3;
- в) 1;

- г) 5.
- д) 4

48. При определении «сырой» клетчатки для проведения гидролиза в пробирку с кормом приливают смесь кислот:

- а) уксусной и соляной;
- б) уксусной и азотной;
- в) серной и азотной;
- г) уксусной и серной;
- д) соляной и азотной.

49. Сопутствующие целлюлозе вещества переходят в соединение, растворимое в уксусной кислоте при \_\_\_\_\_.

50. Для определения содержания «сырой» клетчатки корм взвешивают с помощью:

- а) бюкса;
- б) предметного стекла;
- в) часового стекла;
- г) фильтра;
- д) кальки.

51. Жиры и углеводы корма при их нагревании с концентрированной серной кислотой разрушаются:

- а) до кислорода и воды;
- б) до аммиака;
- в) до органических кислот;
- г) до углекислого газа и воды;
- д) до глицерина и глюкозы.

52. Азотсодержащие вещества при их нагревании с концентрированной серной кислотой распадаются:

- а) до кислорода и воды;
- б) до аммиака;
- в) до неорганических кислот;
- г) до углекислого газа и воды;
- д) до глицерина и глюкозы.

53. Азотсодержащие вещества при их нагревании с концентрированной серной кислотой распадаются до аммиака, который соединяется с серной кислотой и образует нелетучую соль:

- а) натрия;
- б) аммиака;
- в) сернокислый аммоний;
- г) борной кислоты;
- д) синильной кислоты.

54. Содержание азота в корме определяют с помощью:

- а) аппарата Сокслета;
- б) аппарата Кьельдаля;
- в) термостата;
- г) фотоэлектроколориметра;
- д) адсорбционной колонки.

55. Для вычисления содержания в корме «сырого» протеина показатель содержания азота умножают на коэффициент:

- а) 4,5;
- б) 7,3;
- в) 1,5;
- г) 6,25;
- д) 3,75.

56. Метод количественного определения жира основан на способности его растворяться в:

- а) органических;
- б) неорганических;
- в) серной кислоте;
- г) сернокислом натрия;
- д) соляной кислоте.

57. Извлечение жира эфиром с учетом «сырого» жира до убыли веса навески корма называется \_\_\_\_\_.

58. Пакет сухой навески корма при определении «сырого» жира (та, в которой определяли гигроскопическую влагу) помещают:

- а) в экстрактор аппарата Сокслета;
- б) в колбу аппарата Кьельдаля;
- в) в камеру термостата;
- г) в кювету фотоэлектроколориметра;
- д) в адсорбционную колонку.

59. При определении «сырого» жира колбу с эфиром нагревают:

- а) на электроплитке;
- б) на горелке;
- в) на водяной бане;
- г) в термостате;
- д) в сушильном шкафу.

60. Эфир кипит при температуре, °С:

- а) 45;
- б) 70;
- в) 15;
- г) 38;
- д) 100.

61. При определении каротина корм взвешивают:

- а) в бумажном пакетике;
- б) в бюксе;
- в) в тигле;
- г) на кальке;
- д) на часовом стекле;

62. При определении каротина корм взвешивают в количестве, г:

- а) 0,5;
- б) 1 – 10;
- в) 10 – 15;
- г) 15 – 20;
- д) 20 – 25.

63. Во избежание разрушения каротина весь процесс подготовки материала к анализу не должен занимать более:

- а) 1 часа;
- б) 1,5 часа;
- в) 30 мин;
- г) 2 часов;
- д) 2,5 часа.

64. Для обезвоживания корма при определении каротина в ступку добавляют:

- а) песок;
- б) неорганические растворители;
- в) серную кислоту;
- г) сернокислый натрий;
- д) мел.

65. Каротин извлекается из сухого растительного материала:

- а) бензином;
- б) щавелевокилым аммонием;
- в) серной кислотой;
- г) сернокислым натрием;
- д) соляной кислотой.

66. Извлечение каротина из корма проводят:

- а) в экстракторе аппарата Сокслета;
- б) в колбе аппарата Кьельдаля;
- в) в камере термостата;
- г) в кювете фотоэлектроколориметра;
- д) в адсорбционной колонке.

67. Содержание каротина в корме определяют по формуле:

- а)  $X = \frac{b \cdot (100 - A)}{100}$ ;
- б)  $X = \frac{A \cdot 0,00416 \cdot 1000 \cdot K}{H \cdot 100}$ ;
- в)  $A = \frac{X \cdot (100 - a)}{100} + a$ ;

$$\text{г) } X = \frac{100 \cdot \bar{b}}{100 - \Gamma};$$

$$\text{д) } X = \frac{A \times 100}{B}.$$

68. Содержание кальция в воздушно-сухом корме определяют по формуле:

$$\text{а) } X = \frac{\bar{b} \cdot (100 - A)}{100};$$

$$\text{б) } X = \frac{A \cdot 0,00416 \cdot 1000 \cdot K}{H \cdot 100};$$

$$\text{в) } A = \frac{X \cdot (100 - a)}{100} + a;$$

$$\text{г) } X = \frac{0,001 \cdot A \cdot T \cdot 2 \cdot 100}{H};$$

$$\text{д) } X = \frac{A \times 100}{B}.$$

69. Полученный фильтрат при определении каротина в корме колориметрируют на фотоэлектроколориметре светофильтром цвета:

а) синего;

б) красного;

в) зеленого;

г) желтого;

д) оранжевого;

70. Содержание в корме безазотистых экстрактивных веществ определяют путем:

а) вычитания из 100 содержания воды (в процентах);

б) вычитания из 100 содержания воды, золы, сырого протеина (в процентах);

в) вычитания из 100 содержания воды, сырой клетчатки и сырого жира (в процентах);

г) вычитания из 100 содержания воды, золы, сырого протеина сырой клетчатки и сырого жира (в процентах);

д) вычитания из 100 содержания золы, сырого протеина сырой клетчатки и сырого жира (в процентах);

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полноценное кормление сельскохозяйственных животных — одно из основных условий повышения их продуктивности и увеличения производства продуктов животноводства. Для организации полноценного кормления животных наряду с созданием прочной кормовой базы необходима детальная характеристика качества кормов. Качество кормов оценивают по органолептическим признакам и химическому составу. Знание химического состава кормов и норм потребности животных в различных питательных веществах необходимо для организации рационального кормления животных.

Основным источником информации о качестве кормов, питательности рационов животных являются данные анализов, выполняемых агрохимлабораториями научно-исследовательских и учебных аграрных институтов, опытных станций, зональными агрохимлабораториями, ветеринарными лабораториями и агрохимлабораториями межхозяйственных объединений.

Специалисты биохимических отделов ветеринарных лабораторий проводят исследования кормов, органов и тканей животных, определяют доброкачественность кормов и полноценность кормления. Результаты таких исследований становятся руководством для специалистов хозяйств по улучшению кормления и предупреждению заболеваний животных, возникающих из-за неполноценного кормления. В крупных птицеводческих хозяйствах организованы зоотехнические лаборатории, осуществляющие контроль за питательностью кормов.

Результаты исследования качества кормов позволяют специалистам осуществлять кормопроизводство и кормление животных на научной основе, не допуская потерь животноводческой продукции.

Доказано, что при организации полноценного кормления животных разных видов необходимо нормировать от 15—20 до 40—50 показателей, в том числе сухое вещество, энергию, сырой или переваримый протеин, растворимые его фракции, незаменимые или лимитирующие аминокислоты (10—11 или 3—4), углеводный комплекс (сырая клетчатка, сахара, крахмал), сырой жир, некоторые жирные кислоты (для птицы), сырую золу и входящие в ее состав минеральные элементы (кальций, фосфор, магний, калий, натрий, сера, железо, медь, цинк, марганец, кобальт, йод), а также витамины А, D, E, комплекса В и др.

Количество анализируемых показателей химического состава кормов зависит от требований практики кормления сельскохозяйственных животных, возможностей лаборатории и стоимости анализа кормов.

Из многочисленных методик анализа кормов в лабораторном практикуме описаны наиболее широко распространенные (или рекомендуемые). Наряду с методиками анализа описаны и критически рассмотрены существующие способы отбора образцов кормов и подготовки их к анализу.

Настоящий лабораторный практикум по зоотехническому анализу кормов служит руководством для студентов при выполнении ими лабораторных заданий, а также в период учебно-исследовательской работы и самостоятельных исследований, проводимых в студенческом научном кружке.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

*Приложение 1*

### Химический состав кормов, %

Корм	Вода	Сырой протеин			Жир	Клетчатка	БЭВ	Сахар	Зола	Кальций	Фосфор
		все-го	белки	амиды							
<b><i>Зеленый корм:</i></b>											
трава суходольного луга	71,7	3,8	2,8	1,0	0,9	7,7	13,4	2,3	2,5	0,61	0,09
заливного луга	68,9	3,9	2,5	1,4	1,0	8,6	15,0	2,4	2,6	0,11	0,04
степная	59,4	4,5	3,7	0,8	1,6	12,0	19,3	2,4	3,2	0,15	0,08
лесных пастбищ	74,5	3,3	2,8	1,0	1,0	8,1	10,8	1,9	2,3	0,26	0,07
луговая пастбищная	66,5	4,0	2,9	1,1	1,0	10,2	15,4	2,4	2,9	0,24	0,08
отава естественного луга	65,0	4,8	3,4	1,4	1,1	8,6	17,5	1,85	3,0	1,16	0,08
кукуруза зеленая, целое растение	80,1	2,2	1,7	0,5	0,5	5,1	10,6	2,5	1,5	0,07	0,07
клевер	76,5	3,9	3,4	0,5	0,8	6,1	10,8	1,2	1,9	0,37	0,06
люцерна	70,3	5,6	4,6	1,0	0,8	8,4	11,9	1,4	3,0	0,45	0,07
ежа сборная	69,0	3,7	2,1	1,6	1,2	10,5	13,2	2,2	2,4	0,11	0,07
костер	62,3	4,3	3,3	1,0	1,0	11,6	17,9	1,9	2,9	0,17	0,09
рожь	78,6	3,3	2,5	0,8	0,8	6,3	9,2	1,4	1,8	0,06	0,08
тимофеевка	62,1	3,1	2,4	0,7	1,0	12,8	18,5	2,5	2,5	0,13	0,07
клевер с тимофеевкой	74,9	3,6	3,0	0,6	0,8	7,1	11,8	2,4	1,8	0,35	0,09
вико-овес	77,6	3,7	3,0	0,7	0,8	5,8	9,9	2,3	2,2	0,2	0,11
смесь злаково-бобовая	78,3	3,5	3,0	0,5	1,0	5,4	10,2	2,0	1,6	0,18	0,05
смесь злаковая	77,1	2,8	2,3	0,5	0,8	7,2	10,3	2,0	1,8	0,13	0,07
трава рапса	81,0	4,7	-	-	1,8	6,3	8,0	1,6	2,3	0,14	0,04

Корм	Вода	Сырой протеин			Жир	Клетчатка	БЭВ	Сахар	Зола	Кальций	Фосфор
		все-го	белки	амиды							
<b>Сено:</b>											
луговое	16,3	9,3	7,6	1,7	2,6	25,6	39,7	2,0	6,5	0,72	0,22
бобово-злаково-разнотравное	16,8	11,6	9,3	2,3	2,2	24,7	38,2	1,6	6,5	0,36	0,17
злаковое	16,2	8,9	7,6	1,3	2,4	26,2	39,8	3,5	6,5	0,69	0,17
разнотравное	15,0	9,5	8,5	1,0	2,5	25,7	40,4	1,0	6,9	0,83	0,2
суходольное	18,8	8,8	7,4	1,4	2,4	23,4	40,9	1,0	5,7	0,79	0,32
заливное	16,2	9,5	7,7	1,8	2,7	24,8	40,7	2,3	6,1	0,56	0,16
болотное	18,0	8,4	7,0	1,4	2,4	24,3	41,0	1,2	5,9	0,51	0,16
горное разное	14,5	9,8	7,8	2,0	2,7	24,9	40,7	1,7	7,4	0,76	0,31
лесное	17,2	8,5	7,3	0,7	2,7	24,1	41,0	1,8	6,5	0,5	0,27
клеверное посевное	15,7	13,0	11,0	2,0	2,4	23,3	38,9	2,5	6,7	0,92	0,22
люцерновое	15,5	14,7	11,5	3,2	2,1	25,9	33,8	2,0	7,7	1,7	0,22
клеверо-тимофеечное	18,9	9,6	7,6	2,0	2,4	25,9	37,9	2,6	5,3	0,76	0,25
кострецовое	17,0	9,8			2,4	26,7	38,5	3,4		0,52	0,18
<b>Травяная мука:</b>											
люцерновая	13,2	17,3	15,3	2,0	3,2	20,7	37,9	4,0	7,7	1,73	0,3
клеверная	14,3	13,1	12,0	1,1	4,2	23,2	38,0	2,0	7,2	1,4	0,29
злакового разнотравья	11,3	9,6	8,1	1,5	3,5	23,5	47,3	5,0	4,8	0,58	0,31
<b>Солома:</b>											
овсяная	16,7	4,0	3,0	1,0	1,7	33,0	38,6	0,4	6,0	0,34	0,1
пшеничная яровая	15,1	4,6	3,5	1,1	1,5	35,1	35,8	0,3	6,9	0,33	0,09
ячменная	17,0	4,9	3,9	1,0	1,9	33,1	35,9	0,4	7,2	0,33	0,08
ржаная	15,0	3,3	2,4	0,9	1,4	37,8	38,2	0,4	4,3	0,55	0,25
просяная	16,0	6,8	5,7	1,1	2,0	27,8	40,6	0,25	6,8	0,54	0,1
гороховая	15,6	7,4	6,8	0,6	1,7	33,0	37,9	0,15	5,0	1,12	0,14

Корм	Вода	Сырой протеин			Жир	Клетчатка	БЭВ	Сахар	Зола	Кальций	Фосфор
		все-го	белки	амиды							
<b>Сенаж:</b>											
клеверный	53,5	6,7	4,1	2,6	1,2	12,4	22,7	1,6	6,5	0,55	0,06
вико-овсяный	50,0	5,2	3,2	2,0	1,7	13,9	22,7	2,2	6,5	0,28	0,14
люцерновый	50,0	7,9	5,0	2,9	1,2	14,9	18,6	1,9	7,4	1,09	0,1
злаковой травосмеси	50,3	5,4	2,8	2,6	1,4	11,8	22,5	2,3	9,4	0,49	0,13
зерносенаж	61,0	3,4	-	-	1,4	8,3	33,6		4,0		
<b>Силос:</b>											
кукурузный из листьев и стеблей	82,0	1,0	-	-	0,6	4,6	10,4	0,6	1,4	0,14	0,04
подсолнечный	76,0	2,5	1,7	0,8	1,1	7,0	10,6	0,4	2,8	0,36	0,16
вико-овсяный	71,0	4,6	2,7	1,9	1,4	8,8	11,6	0,4	3,1	0,19	0,09
<b>Корнеклубнеплоды, сочные плоды:</b>											
свекла кормовая	87,6	1,3	0,8	0,5	0,1	0,9	9,1	4,0	1,0	0,04	0,05
полусахарная	82,8	1,6	0,9	0,7	0,1	1,1	13,2	8,0	1,2	0,09	0,04
сахарная	76,8	1,6	1,0	0,6	0,2	1,4	19,4	12,0	1,0	0,05	0,05
картофель	77,7	1,9	1,3	0,6	0,1	0,6	18,7	1,05	1,0	0,02	0,05
капуста кормовая	86,4	2,2	1,5	0,7	0,4	2,3	7,1	-	1,6	0,17	0,04
морковь	87,7	1,2	0,7	0,5	0,2	1,1	8,9	3,5	0,9	0,09	0,06
турнепс	90,6	1,0	-	-	0,1	0,9	6,7	4,8	0,7	0,05	0,04
тыква	90,2	1,3	1,0	0,3	0,4	1,3	6,2	-	0,6	0,02	0,03
куузику	89,6	1,2	-	-	0,1	1,4	6,4	6,2	1,3	0,05	0,04
<b>Зерно:</b>											
кукуруза	14,8	10,2	9,3	0,9	4,7	2,7	66,1	4,0	1,5	0,05	0,52
овес	13,3	10,7	9,5	1,2	4,1	9,9	58,7	2,5	3,3	0,15	0,34
просо	12,0	12,3	11,0	1,3	3,3	8,3	60,8	1,8	3,3	0,09	0,51
пшеница фуражная	12,0	14,7	13,0	1,7	2,1	2,6	66,8	2,0	1,8	0,08	0,36

Корм	Вода	Сырой протеин			Жир	Клетчатка	БЭВ	Сахар	Зола	Кальций	Фосфор
		все-го	белки	амиды							
рожь	13,0	12,7	11,9	0,8	1,9	3,2	68,4	1,5	1,8	0,09	0,28
ячмень	13,0	10,5	9,3	1,2	2,3	5,5	65,7	0,2	3,0	0,2	0,39
горох	13,6	22,2	19,8	2,4	1,9	5,4	54,1	5,5	2,8	0,2	0,43
соя	11,4	33,2	28,1	5,1	15,3	7,3	27,6	4,0	5,2	0,48	0,71
<b>Побочные продукты переработки зерна, свеклы и других продуктов:</b>											
отруби пшеничные	14,8	15,5	14,0	1,5	3,2	8,4	53,2	4,7	4,9	0,2	0,96
« ячменные	13,8	13,9	11,9	2,0	3,5	12,8	51,1	-	4,9	0,14	0,34
« ржаные	15,0	15,3			3,4	8,0	53,0	-		0,11	0,57
барда хлебная свежая	91,0	1,9	1,3	0,6	0,4	0,9	4,5	-	1,3	0,02	0,06
« картофельная свежая	95,3	1,2	0,9	0,3	0,6	0,6	1,8	-	0,5	0,02	0,05
дрожжи кормовые	11,5	43,7	36,8	6,9	2,2	1,4	33,9	0,14	7,3	0,39	1,49
пекарские	73,2	13,0	10,7	2,3	0,8	0,1	10,6	-	2,3	0,43	0,8
дробина пивная свежая	76,8	5,8	5,4	0,4	1,7	3,9	10,7	-	1,1	0,05	0,11
жом сушеный	13,2	7,7	7,3	0,4	0,5	19,5	55,7	-	3,9	0,78	0,05
патока кормовая	19,6	9,9	-	-	-	-	63,0	54,3	7,5	0,32	0,02
пищевые остатки столовых и кухонь	83,5	2,7	2,2	0,5	1,1	0,6	10,6		1,5		
пищевые остатки общественного питания	78,8	3,5	3,0	0,5	1,7	0,9	13,0		2,1		
жмых конопляный	11,2	30,4	29,8	0,6	10,2	22,6	17,9		7,7		
« льняной	10,9	29,2	27,6	1,6	9,6	10,5	32,9		6,9		
« подсолнечный	8,8	39,2	36,4	2,8	10,2	13,0	22,5	6,3	6,3	0,59	1,29
« соевый	12,9	38,5	37,0	1,5	7,6	4,8	30,7	10,0	5,5	0,43	0,69
« хлопковый	9,0	37,0	36,2	0,8	8,2	11,0	28,4	7,9	6,4	0,28	0,94
шрот подсолнечный	6,0	20,9			3,23	22,7	14,4	5,3		0,36	1,22

Окончание прил. 1

Корм	Вода	Сырой протеин			Жир	Клетчатка	БЭВ	Сахар	Зола	Кальций	Фосфор
		все-го	белки	амиды							
« соевый	10,0	43,9			2,7	6,2	31,1	9,5		0,27	0,66
« льняной	10,0	34,0			1,7	9,6	38,4	4,8		0,28	0,83
« кукурузный	9,0	43,2			2,2	4,5	38,4	10,0		0,15	0,46
« хлопковый	10,0	41,1			1,3	12,4	27,9	6,5		0,41	1,01
<b>Корма животного происхождения:</b>											
мука мясо-костная (золы до 20%)	8,3	51,7	43,9	7,8	12,8	0,8	4,3	-	22,1	14,3	7,4
мука мясная	10,4	54,3	48,6	5,7	15,6	-	6,0	-	13,7	6,1	3,1
мука рыбная	9,4	59,4	-	-	1,9	-	0,4	-	28,9	2,7	1,8
молоко цельное (жирность 3,5–4,0 %)	87,0	3,6	3,6	-	3,8	-	4,9	5,0	0,7	0,13	0,12
молоко обезжиренное	90,9	3,3	3,3	-	0,3	-	4,8	-	0,7	0,14	0,1
пахта	96,5	3,5	3,5	-	0,7	-	4,6	-	0,7	0,18	0,1
мука гидролизованного пера	9,0	75,0	-	-	4,0	-	2,0		10,0		

**Коэффициенты переваримости питательных веществ кормов для крупного рогатого скота**

Корм	Органическое вещество	Протеин	Белки	Жир	Клетчатка	БЭВ
<b>Зеленый корм:</b>						
трава заливного луга	-	66	53	50	62	68
лесного пастбища	61	52	50	46	52	66
луговая пастбищная	-	62	58	43	58	68
пастбищно-злаково-разнотравная	59	60	60	41	53	65
степная	-	65	63	50	55	66
культурного пастбища, отава	58	59	-	73	61	53
кукуруза зеленая	-	66	55	72	57	78
кукуруза, початки	-	62	58	71	72	83
овес	62	73	69	68	54	62
рожь озимая	71	78	66	46	78	68
ячмень, начало выхода в трубку	85	70	68	75	85	88
клевер	-	68	62	58	50	74
люцерна	-	74	73	49	48	69
вико-овсяная смесь	-	74	65	51	56	69
горох+овес	-	70	65	68	50	70
подсолнечник	-	64	60	65	53	82
клеверо-тимофеечная смесь	71	61	57	53	64	79
ботва кормовой свеклы	-	67	67	50	56	76
<b>Сено:</b>						
болотное	-	54	49	39	50	51
то же	53	52	49	34	54	54
горное	-	51	48	53	56	65
заливное	-	50	51	49	52	60
злаково-разнотравное	-	49	47	48	53	54
лесное	-	43	42	46	47	60
луговое	-	53	48	46	50	60
« злаковое	-	58	55	37	56	73
« бобовое	-	75	68	50	39	70
« злаково-бобовое	-	56	58	37	49	66

Корм	Органическое вещество	Протеин	Белки	Жир	Клетчатка	БЭВ
« злаково-бобовое разнотравное	-	59	32	51	42	67
« злаково-осоковое	-	54	50	51	49	64
« злаково-разнотравное	-	48	44	43	49	61
« разнотравное	-	59	55	57	40	60
« суходольное	-	50	49	42	56	60
целинное	-	46	40	42	51	60
житняковое	60	57	52	44	58	63
кострецовое	-	60	52	44	55	60
суданки	-	62	57	52	63	65
тимофеевки луговой	-	58	53	50	51	61
тимофеевки степной	-	58	53	45	62	68
клеверное	-	62	55	55	51	69
люцерновое	-	70	66	43	43	66
клеверо-тимофеечное	-	54	52	50	49	63
вико-овсяное	-	56	45	51	51	64
горохово-овсяное	-	74	70	64	60	68
<b>Солома:</b>						
гороховая	-	48	40	44	38	55
гречишная	-	46	40	42	45	52
овсяная	-	43	32	32	53	46
пшеничная озимая	-	14	9	38	50	37
« яровая	-	19	19	31	50	40
ржаная	-	24	16	32	51	39
ячменная	-	27	21	39	54	53
<b>Другие корма:</b>						
побеги и листья березы	-	42	40	40	31	58
хвоя сосны	-	-	-	65	25	18
сенаж из клевера	60	51	-	50	52	68
<b>Силос:</b>						
кукурузный	-	57	34	70	62	72
«	71	60	-	69	71	72
из початков кукурузы	-	67	63	63	64	84
подсолнечный	-	57	51	75	47	65
разнотравный	-	49	35	63	51	53
из кукурузы с подсолнечником	-	53	48	66	57	77

Корм	Органическое вещество	Протеин	Белки	Жир	Клетчатка	БЭВ
из кукурузы с соей	-	64	49	69	55	69
из клевера с тимофеевкой	-	63	49	72	53	67
из кормового сладкого люпина	-	60	80	69	69	77
<b>Корнеплоды, бахчевые культуры:</b>						
картофель	-	73	64	93	45	93
капуста кормовая	-	76	73	59	64	82
то же	87	87	84	69	74	91
морковь	-	67	62	50	54	96
свекла кормовая	-	70	42	70	55	98
свекла полусахарная	-	79	80	30	49	95
то же	66	72	91	41	44	66
свекла сахарная	-	79	80	30	49	95
топинамбур	-	67	58	-	29	93
тыква	-	75	53	55	60	88
то же	80	76	60	56	62	90
брюква	-	78	60	-	61	90
<b>Зерновая дерть:</b>						
гороховая	-	86	86	62	46	93
кукурузная	-	73	73	88	66	94
овсяная	-	78	78	83	25	77
просяная	-	75	75	79	33	75
пшеничная	-	84	84	63	47	92
ржаная	-	83	83	60	53	92
ячменная	-	76	76	74	35	88
«	82	81	76	55	48	88
<b>Кормовая мука:</b>						
бобовая	-	87	87	80	58	91
гороховая	-	86	86	63	46	93
кукурузная	-	72	72	89	59	95
овсяная сеяная	-	79	79	81	42	79
« непросеянная	-	77	71	80	33	78
просяная	-	80	80	90	33	81
пшеничная	-	88	88	65	51	90
ржаная	-	83	83	65	58	92
рисовая	-	52	52	86	43	74
ячменная	-	80	80	75	23	90

Корм	Органическое вещество	Протеин	Белки	Жир	Клетчатка	БЭВ
<b>Остатки технических производств:</b>						
зародыши кукурузные	-	78	78	91	75	84
лузга кукурузная	-	54	54	77	57	76
« овсяная	-	28	19	38	33	30
мучель просяная	-	69	67	73	23	76
мучка гречневая	-	70	68	84	31	83
« овсяная	-	79	79	76	25	75
« пшеничная	-	86	86	89	35	95
« рисовая	-	65	65	77	25	79
« соевая	-	89	89	90	39	69
« ячменная	-	77	77	79	23	92
отруби гороховые		75	75	71	80	92
« кукурузные		54	54	77	57	76
« овсяные		50	50	55	37	71
« пшеничные	67	74	75	60	38	62
« ржаные		73	73	81	33	74
« рисовые		65	65	77	25	79
« ячменные		81	81	78	22	78
пыль мельничная		83	83	64	49	50
« пшеничная		83	83	52	23	48
стержни кукурузных початков	-	-	-	34	60	54
шелуха гороховая	-	53	53	57	79	83
« просяная	-	20	-	-	4	11
« рисовая	-	10	10	67	10	35
« соевая	-	44	44	57	51	73
« ячменная	-	28	19	38	33	30
барда хлебная свежая	-	64	52	93	56	80
« « сушеная	-	64	52	93	50	80
« картофельная свежая	-	52	42	40	28	64
« сушеная	-	52	42	40	28	64
« кукурузная свежая	75	65	64	90	90	73
« « сушеная	69	50	43	91	83	73
дробина пивная свежая	-	73	73	88	39	62
« « сушеная	-	78	78	70	47	57
дрожжи кормовые	-	89	89	100	-	90
« пекарские	-	91	91	63	-	100

Корм	Органическое вещество	Протеин	Белки	Жир	Клетчатка	БЭВ
« пивные	-	91	91	63	-	100
жом разный	-	50	50	50	71	85
мезга картофельная свежая	-	-	-	-	27	83
« « силосованная	-	-	-	-	27	83
« « сушеная	-	-	-	-	24	83
« кукурузная сушеная	-	85	85	89	53	91
патока кормовая (меласса)	-	51	-	-	-	91
жмых конопляный	-	75	78	87	20	57
« льняной	-	84	79	87	47	83
« подсолнечный	71	75	-	67	55	80
« «	-	91	91	90	26	71
жмых соевый	-	90	88	88	78	94
« хлопчатниковый	82	86	83	99	50	78
шрот хлопковый	-	82	79	79	65	65
«	64	59	57	80	58	78
« соевый	-	90	90	95	94	97
« «	89	90	88	71	75	92
шрот подсолнечный	-	92	88	93	33	77
<b>Корма животного происхождения:</b>						
молоко цельное свежее	-	95	95	100	-	100
молозиво коровье	-	95	95	100	-	100
молоко цельное сухое	-	89	89	45	-	98
молоко обезжиренное свежее	-	93	93	98	-	96
молоко обезжиренное сухое	-	89	89	45	-	98
пахта	-	96	96	98	-	98
сыворотка	-	90	90	100	-	100
мука кровяная	-	92	81	100	-	-
« мясокостная	-	73	55	93	-	50
« мясная	-	82	-	97	-	-
« рыбная	-	90	-	76	-	-
яйцо куриное	-	93	-	94	-	-

### Коэффициенты переваримости питательных веществ кормов для овец, свиней, лошадей и птицы, %

Корм	Протеин	Жир	Клетчатка	БЭВ
<b>Овцы</b>				
<i><b>Зеленые корма:</b></i>				
трава луговая разная	58	43	54	62
люцерна	80	32	51	69
трава лесостепная	66	57	66	66
трава лесного луга	59	48	57	62
кукуруза	68	66	67	74
<i><b>Сено:</b></i>				
лесное	52	46	58	62
луговое	61	59	46	64
разное	64	62	41	63
люцерновое	71	37	42	70
<i><b>Солома:</b></i>				
пшеничная	30	42	55	46
<i><b>Сочные корма:</b></i>				
силос кукурузный	56	71	64	74
картофель	73	93	48	90
турнепс	64		19	95
свекла кормовая	71	74	48	82
<i><b>Отходы технических производств:</b></i>				
жмых подсолнечный	85	100	5	66
жмых соевый	91	89	53	87
шрот кукурузный	75	83	72	86
<i><b>Зерно и продукты переработки:</b></i>				
кукуруза	74	82	63	93
овес	75	84	14	76
пшеница	73	59	51	91
ячмень	75	83	37	82
соя	89	89	88	70
<i><b>Мука травяная:</b></i>				
люцерновая	64	55	57	66
<b>Свиньи</b>				
<i><b>Зеленые корма:</b></i>				
трава люцерновая	32	64	42	68
травосмесь вика-овес	77	88	30	80

Продолжение прил.2

Корм	Протеин	Жир	Клетчатка	БЭВ
трава кукурузы	47	59	64	70
трава луговая	60	67	48	66
трава гороха	81	70	57	90
<b>Травяная мука:</b>				
люцерновая	82	43	25	75
вико-овсяная	45	80	33	68
<b>Сочные корма:</b>				
силос комбинированный	81	60	48	86
силос кукурузный	24	49	37	65
картофель	70	94	59	91
картофель вареный	45	54	95	46
морковь	60	71	34	80
свекла сахарная	41	83	83	95
свекла кормовая	62	80	76	97
турнепс	62	42	68	90
<b>Отходы технических производств:</b>				
жмых подсолнечный	83	67		57
жмых соевый	88	67	75	91
шрот соевый	90	18	78	92
жмых льняной	85	83	35	81
шрот кукурузный	77			74
<i>Дрожжи кормовые</i>	85	83	-	70
<b>Зерно и продукты переработки:</b>				
кукуруза	74	70	39	92
пшеница	86	77	27	90
овес	75	91	76	96
рожь	81	44	20	90
ячмень	76	45	26	88
горох	88	49	71	96
<b>Лошади</b>				
<b>Зеленые корма:</b>				
трава люцерны	71	79	51	66
кукурузы	57	42	60	71
луговая	66	8	30	68
гороха	7	70	22	57
<b>Сено:</b>				
заливное	50	37	39	60
ковыльное	56	24	52	66
луговое	46	34	43	55

Корм	Протеин	Жир	Клетчатка	БЭВ
костреца безостого	59	41	50	64
клеверное	56	29	37	63
люцерновое	70	17	40	65
многолетних трав	67	39	26	56
<b>Травяная мука:</b>				
ржаная	72	13	56	88
ячменная	56	36	56	88
<b>Силос:</b>				
кукурузный	57	55	63	63
комбинированный	71	72	54	82
<b>Корнеклубнеплоды:</b>				
картофель	88	-	9	99
морковь	99	-	-	94
<b>Зерно:</b>				
кукуруза	76	61	40	92
бобов полевых	86	13	65	94
овес	79	71	27	75
рожь	76	56	23	96
ячмень	60	61	44	83
горох	83	71	38	89
<b>Отходы технических производств:</b>				
отруби пшеничные	58	42	21	70
шрот сурепковый	90	18	78	92
жмых льняной	69	56	64	70
Молоко кобылье	-	100	-	100
<b>Куры</b>				
<b>Зерно и продукты переработки:</b>				
кукуруза	88	82	5	84
пшеница	88	33	-	85
ячмень	78	58	14	84
<b>Животные корма:</b>				
мука мясо-костная	89	100	-	-

## ГЛОССАРИЙ

### А

**Авитаминоз** – заболевание животных, вызванное отсутствием витаминов в рационах.

**Амиды** – азотсодержащие вещества небелкового характера (свободные аминокислоты, амиды аминокислот, азотистые основания, аммонийные соединения, нитраты, нитриты).

### Б

**БВД** – белково-витаминные добавки.

**БВМД** – белково-витаминно-минеральные добавки

**Безазотистые экстрактивные вещества (БЭВ)** все безазотистые вещества за исключением жира и клетчатки. В их группу входят сахара, декстрины, камеди, крахмал, гелицеллюлоза, инулин, некоторые органические кислоты и др.

**Белки** – вещества, состоящие из аминокислот.

**Биологическая ценность протеина корма** – показатель использования азотистых веществ корма на поддержание жизни и образование продукции.

### В

**Витамины** – органические вещества сложного химического строения, необходимые для жизнедеятельности организма в очень малых количествах.

### Г

**Гигроскопическая влага** – влага, содержащаяся в воздушно-сухом корме.

### Д

**Дифференцированная оценка питательности кормов** – оценка питательности кормов по концентрации энергии, протеина, аминокислот, витаминов, минеральных и других элементов.

## Ж

**Жмыхи и шроты** – побочные продукты маслоэкстракционного производства.

## З

**Зеленые корма** – травы естественных пастбищ, сеяные травы и сельскохозяйственные культуры, содержащие протеин высокого качества, легкорастворимые углеводы, незаменимые жирные кислоты, биологически активные вещества.

**Зооанализ** кормов – определение в кормах химическими методами количества органических, минеральных веществ и витаминов.

## И

**Исходная проба** (генеральная) – совокупность всех выемок от одной партии корма, взятых из различных мест хранилища, скирды и т.д.

## К

**Комбикорма** – смесь измельченных кормовых средств и добавок, составленных по научно – обоснованным рецептам и предназначенная для животных определенного вида и групп.

**Корма** – продукты растительного, животного и микробиологического происхождения, содержащие органические вещества и используемые в кормлении сельскохозяйственных животных.

**Корма животного происхождения** – побочные продукты мясокомбинатов и птицефабрик (мука кормовая мясная, мясо-костная, кровяная, мука из гидролизованного пера), побочные продукты рыбного и морского промыслов (мука рыбная, гракса-отход, получаемый при вытопке жира из печени тресковых), молоко и побочные продукты его переработки (обезжиренное молоко, сыворотка, творог).

**Кормовая единица** – единица измерения питательности кормов, которая по питательности приравнивается к 1 кг овса среднего качества и по продуктивному действию соответствует 150 г жируотложения (1 корм. ед. равна 5,92 МДж чистой энергии, или 0,6 крахмального эквивалента).

**Кормовые добавки** – любые добавки к рациону, регулирующие количество и соотношение в нем питательных и биологически активных веществ, а также обеспечивающие здоровье и наивысшую продуктивность животных.

**Кормовые средства** – корма, натуральные и синтетические продукты, которые используются для приготовления кормов или с меньшим эффектом скармливаются животным в неподготовленном виде.

**Комплексная оценка питательности** – оценка питательности корма по ряду показателей с учетом их сочетания и взаимного влияния друг на друга и на животное.

**Коэффициент переваримости** – отношение переваренных питательных веществ к принятым, выраженное в процентах.

## Л

**Лактация** – период продуцирования молока.

## М

**Метод остатка** – извлечение жира эфиром с учетом «сырого» жира до убыли веса навески корма.

**Мучнистые корма** – побочные продукты мукомольного и крупяного производства (отруби, мучная пыль, гречневая и пшеничная мучка, просяная мучель), а также кормовая мука.

## Н

**Нормы кормления** – оптимальное количество питательных веществ в рационе, необходимое для получения от животных соответствующего уровня и вида продукции при экономном расходовании кормов, сохранения их здоровья и нормального воспроизводства.

## П

**Партия** – любое количество однородного корма, изготовленного по одному рецепту, предназначенное к одновременному приему, отгрузке, сдаче или хранению.

**Переваримость** – ряд гидролитических расщеплений составных частей корма (белков, жиров и углеводов) под влиянием ферментов пищеварительных соков и микроорганизмов.

**Переваримые питательные вещества** – вещества, которые в результате пищеварения поступают в кровь и лимфу.

**Питательность** – наличие в корме свойств, необходимых для удовлетворения животных в пищевой потребности на поддержание

жизни, осуществления воспроизводительных способностей и сохранения здоровья в условиях конкретной технологии производства.

**Премикс** – смесь биологически активных веществ в наполнителе.

**Протеиновая питательность кормов** – свойство корма способное удовлетворять природные потребности организма животных в протеине и аминокислотах.

## Р

**Разовая проба** – небольшое количество корма, отобранное от партии за один прием из одного места для составления исходной пробы.

**Рацион** – научно обоснованный набор и количество кормов, составленный на основе норм кормления, потребляемых животным за определенный промежуток времени (сутки, месяц, квартал, год).

## С

**Сенаж** – относительно пресный корм (рН 4,5–5,5), приготовленный из трав, убранных в ранние фазы вегетации и провяленных до влажности 40–60%, сохраняемый в анаэробных условиях.

**Сено** – консервированный зеленый корм, полученный посредством естественной сушки с последующим досушиванием методом активного вентилирования и без него.

**Силос** – сочный корм, приготовленный из свежескошенной или подвяленной зеленой массы, законсервированный в анаэробных условиях при участии органических кислот, которые образуются в результате жизнедеятельности молочнокислых бактерий или химическим консервантом

**Система нормированного кормления** – комплекс научно-хозяйственных мероприятий, направленных на повышение продуктивности животных при экономном расходовании кормов

**Солома** – стебли и листья зерновых растений после обмолота зерна.

**Среднюю пробу** отбирают из исходной пробы после тщательного перемешивания корма, при этом проба обязательно должна быть однородна по составу.

**Сухая перегонка** – выделение газов при определении «сырой» золы, тигель с кормом ставят на электроплитку в вытяжном шкафу и

сжигают корм, иначе легкоплавкие соли обволакивают неозоленное вещество и препятствуют полному сгоранию.

**Сухостойный период** – период от запуска до отела.

**«Сырые» питательные вещества** – вещества, при зоотехническом анализе которых содержание в кормах питательных веществ определяется с некоторым количеством примесей.

**«Сырая» зола** – остаток, полученный после сжигания и прокалывания навески корма в муфельной печи.

## **Т**

**Травяная мука** – искусственно высушенные травы, вырабатываемые в виде муки, резки, гранул, брикетов.

## **Х**

**Химический состав** – первичный показатель питательности корма, он показывает, сколько и каких питательных веществ содержит тот или иной корм.

## **Э**

**Экстракция** – метод извлечения растворителями из смеси каких-либо веществ компонента.

**Энергетическая кормовая единица (ЭКЕ)** – выражает энергетическую питательность кормов. 1 ЭКЕ равна 10 МДж, 10450 КДж, 2500 ккал обменной энергии.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Булатов А.П. Практикум по кормлению сельскохозяйственных животных / А.П. Булатов, И.Н. Миколайчик [и др.]. – Куртамыш: ГУП «Куртамышская типография», 2008. – 196 с.
2. Марнов, Д.И. Руководство по анализам кормов / Д.И. Марнов, И.С. Шумилин, Г.И. Горшкова. – М.: Колос, 1982.
3. Мотовилов, К.Я. Экспертиза кормов и кормовых добавок / К.Я. Мотовилов [и др.]. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2004. – 303 с.
4. Петухова, Е.А. Зоотехнический анализ кормов / Е.А. Петухова [и др.]. – М.: Колос, 1981. – 239 с.
5. Петухова, Е.А. Зоотехнический анализ кормов / Е.А. Петухова [и др.]. – М.: Агропромиздат, 1989. – 239 с.
6. Разумов, В.А. Массовый анализ кормов / В.А. Разумов. – М.: Колос, 1982. – 176 с.
7. Разумов, В.А. Справочник лаборанта-химика по анализу кормов / В.А. Разумов. – М.: Россельхозиздат, 1986. – 304 с.
8. Таланов, Г.А. Санитария кормов: справ. / Г.А. Таланов, Б.Н. Хмелевский. – М.: Агропромиздат, 1991. – 304 с.

## ***ЗООТЕХНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КОРМОВ***

*Учебное пособие*

Козина Елена Александровна

Редактор Л.М. Убиенных

Санитарно-эпидемиологическое заключение № 24.49.04953.П 000381.09.03 от 25.09.2003 г.

Подписано в печать 2.03.2012. Формат 60x84/16. Бумага тип. № 1.

Офсетная печать. Объем 7,5 п.л. Тираж 120 экз. Заказ № 1642

Издательство Красноярского государственного аграрного университета  
660017, Красноярск, ул. Ленина, 117