

Министерство сельского хозяйства и продовольствия РФ

ФГБОУ ВПО «Брянская государственная
сельскохозяйственная академия»

Химический анализ кормов

Учебное пособие к лабораторным занятиям
для студентов первого курса
по специальности — 111801 - «Ветеринария»

Брянск -2013

УДК 636.085 (07)

ББК 45.45

М 80

Морозова Т.М. *Химический анализ кормов*: учебное пособие к лабораторным занятиям для студентов 1 курса факультета ветеринарной медицины и биотехнологии по специальности — 111801 «Ветеринария». / Т.М. Морозова, Л.Н. Гамко. - Брянск: Издательство БГСХА, 2013. - 48 с.

Учебное пособие включает в себя памятку по технике безопасности при работе в химической лаборатории, рекомендации по отбору средних проб кормов и их подготовки к анализу. Руководство содержит методики определения содержания основных питательных веществ (общая и гигроскопическая влага, сырая зола, протеин, жир, клетчатка, кальций, фосфор), включающие сущность и последовательность выполнения операций при химическом анализе кормов, а также таблицы для записи результатов исследований и расчетов.

Предназначено для студентов специальности 111801 - «Ветеринария» дневной и заочной форм обучения.

Рецензент: доктор с/х наук, профессор кафедры кормления животных и частной зоотехнии В.Е. Подольников.

Учебное пособие рекомендовано к изданию методической комиссией факультета ветеринарной медицины и биотехнологии Брянской ГСХА. Протокол № 2 от 27 ноября 2012 года.

© Брянская ГСХА, 2013

© Морозова Т.М., 2013

© Гамко Л.Н., 2013

Содержание

1. Техника безопасности при работе в химической лаборатории.....	4
2. Методики для определения химического состава корма.....	6
2.1. Взятие средней пробы различных кормов.....	6
2.1.1. Основные понятия и требования к отбору проб кормов.....	6
2.1.2. Взятие средней пробы сена, соломы.....	7
2.1.3. Взятие средней пробы силоса и сенажа.....	8
2.1.4. Взятие средней пробы зеленого корма.....	9
2.1.5. Взятие средней пробы корнеклубнеплодов.....	9
2.1.6. Взятие средних проб сыпучих кормов.....	10
2.2. Подготовка пробы к анализу и определение первоначальной влажности.....	11
2.3. Определение гигроскопической влаги.....	12
2.4. Определение сырой золы и зольных элементов...	15
2.5. Определение общего азота и сырого протеина методом Кьельдаля.....	17
2.6. Определение сырой клетчатки по Геннебергу и Штоману.....	20
2.7. Определение сырого жира в корме.....	23
2.8. Определение безазотистых экстрактивных веществ	24
2.9. Определение кальция и фосфора в корме.....	25
2.9.1. Приготовление солянокислого раствора золы.	25
2.9.2. Определение кальция оксалатным методом.....	26
2.9.3. Определение фосфора колориметрическим методом.....	29
3. Пересчет результатов химического анализа кормов	30
3.1. Пересчет данных анализа на корм натуральной влаги.....	30
3.2. Расчет питательности корма.....	31
Список рекомендуемой литературы.....	41
Приложения.....	42

1. Техника безопасности при работе в химической лаборатории

1. Являться на занятия в лабораторию студенты должны подготовленными в соответствии с учебным планом, то есть в халатах, имея тетрадь для ведения записей. Неподготовленные студенты к работам не допускаются.

2. В лаборатории нужно соблюдать дисциплину во избежание разлития реактивов и поломки оборудования, посуды.

3. На рабочем столе держат только те реактивы и растворы, которые нужны для работы в данный момент.

4. Все крепкие кислоты и щёлочи отмеривают цилиндрами, а не пипеткой, во избежание попадания кислоты и щёлочи в рот. Формалин следует отмерять пипеткой через марлевую салфетку или вату.

5. Концентрированная серная кислота обладает способностью сжигать органические вещества и при соединении с водой сильно разогревается. Если капли серной кислоты попадают на одежду, материал разрушается, на руках и слизистых оболочках получаются ожоги. Особенно опасно попадание брызг кислоты в глаза, что легко может произойти при смешивании кислоты с водой в результате вскипания жидкости. Необходимо помнить, что при смешивании серной кислоты с водой, следует **постепенно вливать кислоту в воду, а не наоборот**.

6. Пролитую на пол серную кислоту засыпают песком, который затем собирают совочком, а место, на которое попала кислота, моют водой и раствором соды. Кислоту, попавшую на кожу или слизистую оболочку, следует быстро смыть водой, а затем 2% раствором соды.

7. Дымящую соляную кислоту наливают, закрыв нос и рот марлей, смоченной слабым раствором соды.

8. Щелочи также разрушают органические вещества. При работе со щелочами на руки надевают резиновые

перчатки. При ожоге щелочью место ожога следует быстро смыть водой, а затем слабым раствором уксусной кислоты.

9. Мерную посуду моют сразу же после её употребления.

10. Нельзя пить из лабораторной посуды.

11. Нельзя определять реактивы по запаху прямо из горлышка, а также пробовать их на вкус.

12. Работа с летучими, легко воспламеняющимися веществами (эфиром, бензином и др.) производится под тягой, изолированно от нагревательных приборов с открытым пламенем или спиралью.

13. В случае возникновения пожара нужно помнить, что горящую электропроводку под напряжением водой и пенным огнетушителем тушить опасно для жизни. Нужно её **обесточить**.

14. В задымленном помещении соблюдайте меры личной безопасности, не старайтесь дышать ртом. Носовой платок или другая, смоченная в воде ткань, облегчит дыхание. В условиях задымления выходя из помещения держитесь ближе к полу.

2. Методики для определения химического состава корма

2.1. Взятие средней пробы различных кормов

2.1.1. Основные понятия и требования к отбору проб кормов

При анализе кормов большое значение имеет правильный отбор средней пробы. По химическому составу и основным свойствам образец средней пробы должен быть по возможности точной копией всей партии корма.

Согласно требованиям соответствующих стандартов на корма, принята определенная терминология.

Выемка, или *разовая проба*, - небольшое количество корма, отобранное от партии за один прием для составления среднего образца.

Исходный образец (*общая проба*) – совокупность всех выемок от одной партии корма, взятых из разных мест хранилища, скирды, вагона и т.д.

Среднюю пробу, или образец, отбирают из общей пробы после тщательного его перемешивания. Из средней пробы корма для определения отдельных его показателей качества берут точные навески.

Отобранные образцы кормов немедленно упаковывают в соответствующую тару:

– грубые и концентрированные корма – в мешочки из плотного материала;

– барду, жом, мелассу, силос и др. – в банки или склянки не более, чем $2/3$ объема (жомом и силосом полностью). Пробки парафинируют;

– корнеплоды, клубнеплоды и сочные плоды упаковываются в ящики отдельно от остальных образцов кормов.

К каждому образцу прикрепляют этикетку с наименованием корма и обозначением даты взятия пробы. Заполняют паспорт (приложение 1-5), который отсылают в лабораторию одновременно с образцом. В нем указывают

сведения о хозяйстве, а также ботанические данные о составе кормов, технологии их приготовления и основные показатели органолептической оценки. По завершении анализа в лаборатории в паспорта качества кормов вносят результаты исследований качества кормов и данные о содержании в нем питательных веществ.

2.1.2. Взятие средней пробы сена, соломы

Среднюю пробу сена, соломы закладываемых на хранение в хозяйствах, берут по окончании их заготовки, но не позднее 30 суток после закладки сена в стога, скирды, сараи. Разовые пробы из непрессованного сена (по 200 – 250 г с каждого места) отбирают вручную или пробоотборником. От партии непрессованного сена массой до 25 т берут 20 разовых проб, от каждых последующих 5 т сена – 4 разовые пробы. От партии прессованного сена массой до 15 т отбирают пробы от 3% тюков, количество которых должно быть не менее 5. От каждого отобранного тюка прессованного сена отбирают разовые пробы. Для этого с тюка снимают проволоку или шпагат, затем осторожно, избегая разрыва трав и образования трухи, отбирают из каждого тюка по одному пласту: из первого тюка верхний пласт, из второго – следующий и т. д.

Общая проба может быть довольно большой по массе (но не более 5 кг). В таком случае для получения средней пробы сена все разовые пробы объединяют, помещают на брезенте размером 2×2 м, из разных мест по всей площади отбирают мелкими порциями по 90-110 г, примерно, около 0,5-1,0 кг. При этом образовавшуюся при смешивании сена труху и мелкие части растений тоже включают в среднюю пробу. Эту пробу и считают окончательным средним образцом, который отсылают на химический анализ в лабораторию.

2.1.3. Взятие средней пробы силоса и сенажа

Пробы силоса и сенажа берут из мест хранения (башни, траншеи, ямы), заполненных однородным сырьем. Если силос или сенаж приготовлен не из однородных растений, то среднюю пробу составляют для каждого вида сырья, занимающего не менее $\frac{1}{4}$ объема башни или траншеи.

Пробы для анализа отбирают 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 ранее чем через 4 недели после закладки сенажа (силоса) на хранение и окончания процесса консервирования. Из траншеи пробы отбирают на глубину не менее 2 м; при слое сенажа менее 2 м их отбирают на всю толщину слоя. Из башен пробы отбирают вначале из верхнего 2-метрового слоя, а после его выемки из оставшейся части сенажа на глубину не менее 2 м.

Из разных хранилищ отбирают по три разовых пробы. Масса каждой пробы должна быть не менее 0,5 кг. Разовые пробы силоса (сенажа) объединяют в одну общую пробу, перемешивают и методом деления квадрата берут часть корма для анализа.

В пробу силоса (сенажа), помещенную в пакет из плотной полимерной пленки или стеклянную банку с герметически закрывающейся крышкой, добавляют 5 мл смеси хлороформа с толуолом в соотношении 1:1 на 1 кг корма. Консервант вносят на дно, в середину и сверху пробы. Пакет с пробой завязывают, предварительно вытеснив воздух, банки должны быть полностью заполнены пробой корма. Масса средней пробы отвозимой в лабораторию должна составлять около 2 кг.

Проба сенажа 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.

2.1.4. Взятие средней пробы зеленого корма

При отборе средней пробы зеленого корма для химического и ботанического анализа учитывают характер травостоя и рельеф всего изучаемого участка. Если травостой неоднородный, рекомендуется разделить все угодья на однотипные участки. Пробы зеленого корма отбирают в период скармливания его животным или при заготовке сена, травяной резки, сенажа и т. д. Пробы травы берут в сухую погоду после росы и захода солнца. На каждом однотипном угодье выделяют участок площадью 1 га, на котором намечают 10 пробных делянок размером 1 м². С каждой пробной делянки траву скашивают на высоте 3 – 5 см от земли. Разовые пробы из прокосов каждой делянки берут рукой из 10 мест.

Общую пробу составляют из травы, взятой со всех пробных делянок. Если ее количество превышает 3 – 4 кг, то из всего исходного образца после его тщательного перемешивания берут среднюю пробу так же, как и среднюю пробу сена. Среднюю пробу зеленого корма тут же взвешивают и помещают в полиэтиленовые пакеты. Масса средней пробы должна быть в пределах 1,5 – 2 кг. Поступившую в лабораторию пробу зеленого корма быстро измельчают и по принципу квадрата отбирают для высушивания образец массой 0,5 – 0,85 кг.

2.1.5. Взятие средней пробы корнеклубнеплодов

Химический состав и качество корнеплодов зависит от величины корней. Поэтому в среднюю пробу для анализа пропорционально отбирают от партии крупные, средние и мелкие корни, причем вначале от каждой партии корнеплодов берут исходный образец.

С этой целью образцы корнеклубнеплодов отбирают следующим образом: из разных мест исследуемой партии

откладывают 250-300 корней без выбора, но так чтобы, в общем, отразить характер изучаемого запаса. Их очищают от земли, но не моют и сортируют по величине. Корни каждой группы взвешивают и определяют их соотношение в образце и все записывают в паспорт образца. Масса средней пробы должна составлять не менее 10 % массы исходного образца. В лабораторию необходимо отослать 4 – 5 кг корней.

Во избежание снижения влажности корнеплодов во время их пересылки в лабораторию при упаковке их обкладывают влажным мхом или опилками.

2.1.6. Взятие средних проб сыпучих кормов

При взятии проб кормов (зерно, дерть, отруби, комбикорм и др.) используется специальное приспособление – щуп. Выемки корма делаются из разных мест: сверху, снизу и т. д. Полученные образцы корма рассыпают по отдельности на брезенте или на бумаге и проверяют на однородность. При наличии однородности разовые пробы смешивают, в результате чего получают общую пробу, из которой берут среднюю пробу весом около 1 кг. Для этого зерно рассыпают ровным слоем в 1-2 см в виде квадрата, который делят по диагоналям на 4 треугольника. Из них два противоположных сбрасывают, а другие два повторно перемешивают и делят до тех пор, пока не останется проба в 400-500 г, которая направляется для анализа.

2.2. Подготовка пробы к анализу и определение первоначальной влажности

Проба корма, поступившая в лабораторию, прежде чем будет подвергнута анализу, должна быть соответствующим образом подготовлена.

В пробе определяется первоначальная влажность. Определение влажности проводится весовым способом. Для этого навеску 150 – 200 г высушивают в сушильном шкафу при температуре 60 – 65°C до постоянного веса и оставляют на воздухе на 4 – 6 часов. Эта операция необходима для того, чтобы количество воды в исследуемом корме было по возможности постоянным и находилось в равновесии с влажностью воздуха в лаборатории, что позволяет избежать погрешностей при выполнении анализа.

Для определения первоначальной влажности разность между массой чашки с кормом в первоначальном состоянии и массой чашки с кормом в воздушно-сухом состоянии умножают на 100 и делят на первоначальную массу корма.

Проба, приведенная в воздушно-сухое состояние, измельчается на специальных лабораторных мельницах, т.к. в измельченном виде навеска исследуемого корма в процессе анализа более тесно будет соприкасаться с различными реагентами. Измельченный образец корма хранят в банке с плотно закрывающейся пробкой.

Данные исследований заносят в таблицу 1.

Таблица 1 - Определение первоначальной влажности

Показатель	1-е	2-е
1. Номер чашки		
2. Масса чашки с кормом, г		
3. Масса одной чашки, г		
4. Навеска корма, г		
5. Масса чашки с кормом после высушивания при 60 – 65°С, г		
6. 1-е взвешивание		
7. 2-е взвешивание		
8. 3-е взвешивание		
9. Масса чашки с кормом в воздушно-сухом состоянии, г		
10. Масса испарившейся воды, г		
11. Первоначальная влажность, %		

2.3. Определение гигроскопической влаги

Корм, высушенный при температуре 60 – 65°С и приведенный в воздушно-сухое состояние, содержит в себе некоторое количество влаги, которая называется гигроскопической. Содержание гигроскопической влаги в корме зависит от влажности воздуха в лаборатории. Определяется гигроскопическая влага высушиванием навески корма в сушильном шкафу при температуре 100 – 105°С до постоянного веса. При этом получается абсолютно сухое вещество.

Определение гигроскопической влаги необходимо для вычисления общей влажности корма и для пересчета данных анализа в воздушно-сухом веществе на абсолютно-сухое при сравнении питательности кормов.

Количество гигроскопической влаги определяется как обычным способом (высушивание навески корма при температуре 100-105°С в течение 3 часов), так и ускоренным методом (экспресс-метод).

Экспресс-метод

Приборы и посуда: электронные весы с точностью взвешивания до 0,0001 г, сушильный шкаф, пронумерованные бумажные патрончики, ложка для взятия корма, воронка, эксикатор.

Ход определения

1. Высушенные патрончики взвесить на электронных весах, вынимая по одному из эксикатора. Массу и номер патрона записать.

2. В патрон через воронку насыпать измельченный корм в количестве до 1г и плотно завязать второй конец патрона свободным концом нитки.

3. Взвесить патрон с кормом на электронных весах и массу записать

4. Патроны с кормом сложить в фарфоровую чашку и поставить сушиться в сушильный шкаф, температура в котором поддерживается на уровне 130°С;

5. Патроны выдерживают в шкафу 60 минут, после чего их помещают в эксикатор для охлаждения на 10 минут;

6. После охлаждения патроны с кормом взвесить, массу записать;

7. Вычислить массу гигроскопической влаги;

8. Вычислить процентное содержание гигроскопической влаги в воздушно сухом веществе корма по следующей формуле:

$$x = \frac{a \times 100}{n}, \text{ где}$$

x – гигроскопическая влага, %;

a – масса гигроскопической влаги, г;

n – навеска корма, г.

9. Сравнить полученную величину процента влаги с величиной параллельного определения. Разница между параллельными определениями не должна превышать 0,15%;

10. Вычислить среднее из двух полученных цифр, что и считать за окончательное процентное содержание гигроскопической влаги в анализируемом веществе;

11. Общее количество влаги в корме вычисляется по формуле:

$$O = \frac{G + \frac{1}{2} \Pi}{100}$$

где O – общее количество влаги в корме, %;
 Π – первоначальная влага корма, %;
 G – гигроскопическая влага корма, %.

12. Количество сухого вещества (в %) определяется путем вычитания из 100% процента общей влаги. Запись и вычисления по определению влаги проводить в таблице.

Таблица 2 - Определение влаги корма

Показатель	Параллельная проба	
	первая	вторая
1. Номер патрона		
2. Масса патрона с кормом, г		
3. Масса пустого патрона, г		
4. Навеска корма, г		
5. Масса патрона с кормом после высушивания при температуре 130°C, г		
6. Масса гигроскопической влаги, г		
7. Процент гигроскопической влаги		
8. Средний процент гигроскопической влаги		
9. Общее количество воды в корме, %		
10. Сухое вещество, %		

2.4. Определение в кормах «сырой» золы и минеральных элементов

Содержание золы в корме – один из важнейших показателей его минеральной питательности. Однако в отдельных случаях повышение цифры количества золы в корме может свидетельствовать и о значительной засоренности корма механическими примесями (земля, песок и др.). Зола, полученная при сжигании образца в муфельной печи, называется «сырой» золой, так как она содержит некоторые примеси: углекислые соли, образующиеся в процессе разложения органических веществ, окислы, несгоревшие частицы угля, песок и др.

При сжигании корма углерод, водород и частично кислород улетучиваются в виде CO и паров воды, а зольные элементы (макро- и микроэлементы) остаются в виде окислов. Скорость сжигания проб зависит от качественного состава корма. Озоление нужно производить осторожно. Вначале при невысокой температуре и только после того, как закончится сухая перегонка, в результате чего стенки тигля покрываются темным смолистым налетом, можно повысить температуру и довести ее до 400 – 500 °С (начало темно-красного каления). При сильном нагревании частицы корма могут выбрасываться из тигля, будут улетучиваться соединения фосфора, калия, серы и хлористых соединений щелочных металлов.

Посуда и приборы: тигли фарфоровые, весы электронные, муфельная печь.

Ход определения

1. Чистые фарфоровые тигли с номерами прокалить в течение часа в муфельной печи;
2. Тигли из муфельной печи перенести в эксикатор тигельными щипцами и охладить в течение 40-50 минут;
3. Взвесить тигли на электронных весах, массу записать;

4. Всыпать в тигель 1-1,5 г испытуемого корма и взвесить тигель;

5. Определить навеску испытуемого корма;

6. Поместить тигель с навеской в холодную муфельную печь (под тягой), нагреть осторожно, следить за тем, чтобы не было воспламенения вещества, так как могут быть потери зольных элементов, озоление производить до получения серой или светло-серой золы;

7. По окончании озоления тигель с золой охлаждают в эксикаторе (30-40 минут) и взвешивают на электронных весах;

8. Данные анализа записывают в таблицу 4.

Таблица 4 - Запись определения «сырой» золы

Показатель	Параллельная проба	
	первая	вторая
1. Номер тигля		
2. Масса тигля с образцом корма, г		
3. Масса пустого тигля, г		
4. Навеска корма, г		
5. Масса тигля с золой, г		
6. Масса золы, г		
7. Процент гигроскопической влаги		
8. Содержание золы в воздушно-сухом корме, %		
9. Среднее содержание золы в воздушно-сухом корме, %		

9. Содержание «сырой» золы в воздушно-сухом веществе устанавливают по формуле:

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

где x – содержание «сырой» золы в воздушно-сухом веществе, %

a – масса золы (г) составляет разность между массой тигля с золой и массой пустого тигля;

n – навеска корма, взятая для озоления, г;

100 – коэффициент для пересчета в проценты.

Коэффициенты пересчета азота в протеине:

6,25 – зерно кукурузы, бобовых, мяса, яиц, грубые и сочные корма, травяная мука, сенаж;

5,83 – зерно пшеницы, ржи, ячменя;

5,3 – жмыхи, шроты, семена конопли, хлопчатника, подсолнечника, льна, сои;

6,38 – молока.

Реактивы и оборудование: серная кислота концентрированная (уд. вес 1,84), 0,1н раствор едкого натрия, 33% раствор едкой щелочи, медный купорос, селен элементарный, индикатор метилоранж или Таширо, красная лакмусовая бумага, весы электронные, установка в вытяжном шкафу для сжигания, аппарат Кьельдаля для отгонки аммиака, колбы Кьельдаля для сжигания навески корма, промывалка, колбы для отгонки на 500 мл, воронки стаканы на 250мл, капельница для индикатора, автомат для наливания концентрированной серной кислоты.

Ход определения

1. В круглодонную колбу Кьельдаля поместить взвешенную навеску корма, массу записывают;

2. В колбу Кьельдаля осторожно прилить 10 мл концентрированной серной кислоты, содержимое аккуратно перемешать. При этом происходит обугливание образца;

3. Внести в колбу катализаторы: 0,5-1г серноокислой меди и 1-2 гранулы селена;

4. Колбу с навеской корма в наклонном положении поставить для сжигания в вытяжном шкафу, сжигание производить до полного осветления жидкости в колбе;

5. После осветления жидкости колбу снять и остудить;

6. В приемный стакан налить 30мл децинормального (0,1н) раствора серной кислоты и 3-5 капель метилоранжа. Затем стакан подставить под стеклянную трубку, соединенную с холодильником аппарата Кьельдаля таким образом, чтобы конец трубки был погружен в раствор;

7. В колбу для перегонки перенести содержимое колбы Къельдаля, используя подкрашенную метилоранжевую воду. Отмывание проводить до тех пор, пока вода перестанет окрашиваться в розовый цвет;

8. В колбу для отгонки добавить несколько капель фенолфталеина, 50мл 40% щелочи, немедленно поставить колбу на плитку и закрыть пробкой, через которую пропущена трубка, проходящая через холодильник аппарата Къельдаля;

9. Конец отгонки определить по красной лакмусовой бумажке, подставленной под стекающую каплю отгона. Лакмус не синее – отгон аммиака закончен;

10. После отгона аммиака конец трубки холодильника промыть дистиллированной водой;

11. Содержимое приемного стакана оттитровать 0,1*n* раствором щелочи до соломенно-желтого окрашивания;

12. По результатам титрования определить сколько серной кислоты связалось с аммиаком и, умножив это количество на коэффициент 0,0014*г*, получить количество граммов азота во взятой навеске корма.

13. Содержание азота в % вычислить по формуле:

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

где *x* – количество азота в исследуемом корме;

a - количество граммов азота в навеске корма;

n - навеска корма, *г*;

100 – число для пересчета в %.

Для вычисления процента сырого протеина показатель содержания азота умножить на коэффициент 6,25 или другой, соответствующий данному корму. Запись и вычисления по определению сырого протеина проводить в таблице 7.

Таблица 7 - Определение «сырого» протеина

Показатель	Определение	
	первое	второе
1. Номер колбы Къельдаля		
2. Навеска корма, г		
3. Объем 0,1н раствора серной кислоты в приемном стаканчике, мл;		
4. На титрование пошло 0,1н щелочи, мл;		
5. Связалось 0,1н раствора серной кислоты, мл;		
6. Количество азота в навеске, г;		
7. Содержание азота в воздушно-сухом корме, %;		
8. Среднее содержание азота, %		
9. Среднее содержание протеина в воздушно-сухом корме, %.		

2.6. Определение сырой клетчатки по Геннебергу и Штоману (Модификация ЦИНАО)

Метод определения сырой клетчатки основан на обработке исследуемого корма растворами серной кислоты и едкой щелочи, спиртом и эфиром.

При кипячении навески корма в растворе серной кислоты происходит гидролиз нерастворимых в воде углеводов (крахмала и частично гемицеллюлозы), растворяются амины, амиды, алкалоиды и часть минеральных веществ. Щелочь переводит в растворимое состояние белковые вещества, омыливает и эмульгирует жиры, а также растворяет большую часть гемицеллюлозы и небольшое количество лигнина.

Спирт и эфир извлекают растворимые в них вещества, остатки жира, воска и красящие вещества. После воздействия перечисленных выше растворителей в остатке получают «сырую» клетчатку. «Сырой» она называется потому, что указанные реагенты не полностью удаляют со-

путствующие клетчатке вещества: лигнин, гемицеллюлозу, пектиновые и другие вещества.

Приборы и реактивы: весы электронные, шкаф сушильный, электроплитка, насос водоструйный, эксикатор, стеклянные бюксы пронумерованные, химические стаканы на 500мл, воронка Джандиери, воронки стеклянные диаметром 7см, стеклянные палочки с резиновым наконечником, мензурки на 50 и 200 мл, промывалка лабораторная, бумага фильтровальная, 4% раствор серной кислоты, 5% раствор гидроокиси калия, спирт этиловый, серный эфир.

Ход определения

1. В стаканчик вложить бумажный фильтр, высушить в термостате при температуре 100-105°C в течение 1-2 часов и довести до постоянного веса и после охлаждения в эксикаторе взвесить;

2. Взвесить 0,8г исследуемого корма на электронных весах и перенести в химический стакан емкостью 500мл;

3. Прилить в стакан с навеской 200мл 4% раствора серной кислоты. Отметить на стакане уровень жидкости с помощью воскового карандаша;

4. Содержимое стакана на электрической плитке довести до кипения и кипятить 5 минут с момента закипания;

5. После пятиминутного кипения стакан снять с плитки и дать осадку отстояться. Горячий раствор отсасывают с помощью водоструйного насоса, оставив в стакане осадок (или аккуратно слить);

6. Осадок промывают еще два раза горячей дистиллированной водой до полного удаления серной кислоты;

7. В стакан с промытым осадком прилить 100мл 5% раствора едкого калия (натрия) и долить горячей водой до метки;

8. Содержимое стакана довести до кипения (при помешивании) кипятить 5 минут. После этого стакан снять с плитки и дать осадку осесть. Жидкость осторожно слить, оставив в стакане осадок;

9. В стакан с осадком прилить 1-2 капли 1% раствора фенолфталеина. Нейтрализовать 4% раствором серной кислоты;

10. Осадок из стакана тщательно перенести на подготовленный ранее бумажный фильтр, вложенный в воронку;

11. Осадок промыть горячей дистиллированной водой, спиртом и эфиром;

12. Фильтр с осадком осторожно свернуть, поместить в стаканчик и сушить в термостате до постоянного веса при температуре 100-105°C;

13. По разности массы стаканчика с фильтром и осадком и пустого стаканчика с фильтром определить массу «сырой» клетчатки;

14. Вычислить процентное содержание клетчатки в воздушно-сухом корме по формуле:

$$x = \frac{A \times 100}{n},$$

где x – процент «сырой» клетчатки;

a - масса «сырой» клетчатки, г;

n – навеска корма, г.

Запись определения клетчатки и результатов расчета вести в таблице 8.

Таблица 8 - Определение «сырой» клетчатки

Показатель	Определение	
	первое	второе
1. Номер стакана		
2. Масса навески корма, г		
3. Номер пустого стакана с фильтром		
4. Масса пустого стакана с фильтром, г		
5. Масса стакана с фильтром и клетчаткой после высушивания, г		
6. Масса клетчатки, г		
7. Процент клетчатки		

2.7. Определение «сырого» жира по количеству обезжиренного остатка методом С.В. Рушковского

Методы количественного определения жиров основаны, на их способности растворяться в органических растворителях: бензине, серном эфире, сероуглероде, четыреххлористом углероде.

В зоотехническом анализе «сырым» жиром называют вещества, которые извлекаются из корма при экстрагировании одним из органических растворителей: это собственно жиры, т.е. триглицериды жирных кислот, а также фосфатиды, воска, смолы, красящие вещества и другие соединения, которые по питательности отличаются от настоящих жиров.

Приборы, посуда и реактивы: аппарат Сокслета или колба с обратным холодильником, песочная баня, органический растворитель, сушильный шкаф, бумажные патрончики, эксикатор.

Ход определения

1. Патроны с кормом после определения гигроскопической влаги сложить в колбу и залить авиационным бензином;

2. Колбу закрыть пробкой со вставленной стеклянной трубкой в качестве воздушного холодильника и довести до легкого кипения на песочной бане;

3. Через 1 час бензин, насыщенный жиром, слить, налить чистый и снова поставить для экстрагирования на песочную баню. Смену бензина произвести 3-4 раза;

4. Экстрагирование считается законченным, если капля бензина, нанесенная на фильтровальную бумагу, не дает жирного пятна. Патрончики поместить на 15-20 минут в втяжной шкаф для удаления бензина;

5. Поместить патроны в сушильный шкаф и высушить при температуре 100-105 ° до постоянного веса;

6. Вычислить массу «сырого» жира, извлеченного из навески корма путем нахождения разницы в весе патрона с кормом до экстрагирования и после него;

7. Вычислить процентное содержание «сырого» жира в сухом веществе по формуле:

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

где x – содержание «сырого» жира, %;

a – масса «сырого» жира, г;

n – навеска корма в воздушно-сухом состоянии, г.

8. Запись определения и вычисления «сырого» жира внести в таблицу 3.

Таблица 3 - Запись определения и вычисления «сырого» жира

Показатель	Проба	
	первая	вторая
1. Номер патрона		
2. Масса патрона с кормом после высушивания, г		
3. Масса пустого патрона, г		
4. Навеска корма, г		
5. Масса патрона с кормом после экстрагирования в бензине, г		
6. Масса жира, г		
7. Содержание жира, %		

2.8. Определение безазотистых экстрактивных веществ

В группу безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ) входят сахара, декстрины, камеди, крахмал, гемицеллюлоза, инулин, некоторые органические кислоты и др.

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

Таблица 9 - Форма записи и расчет содержания

Показатель	Определение	
	первое	второе
1. Вода, %;		
2. «Сырая» зола, %;		
3. «Сырой» протеин, %;		
4. «Сырой жир», %;		
5. «Сырая клетчатка», %;		
6. ИТОГО:		
7. БЭВ %		
8. (100-А)		

2.9. Определение кальция и фосфора в одной навеске

2.9.1. Приготовление солянокислого раствора золы

Для определения Са и Р в одной навеске необходимо приготовить раствор золы.

Посуда и реактивы: цилиндры мерные на 50 мл, колбы емкостью 50, 250 мл, воронки, стеклянные палочки, часовое стекло, фильтры, электроплитки, соляная кислота 10%, аммиак 10% водный раствор, 1% р-р щавелевокислого аммония, серная кислота 10%, перманганата калия 0,1н р-р, азотнокислое серебро 1% р-р.

Ход определения

1. Золу, оставшуюся в тигле после определения «сырой» золы смачивают несколькими каплями дистиллированной воды;

2. Приливают 10-15 капель 10% соляной кислоты до прекращения вспенивания жидкости;

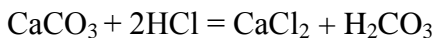
3. Содержимое тигля через воронку переносят в мерный цилиндр емкостью 50 мл. Тигель многократно споласкивают небольшими порциями дистиллированной воды, сливая ее в мерный цилиндр;

4. Раствор в цилиндре хорошо перемешать и довести до метки 50мл дистиллированной водой и дать отстояться 3-5 минут;

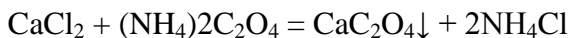
5. Содержимое цилиндра слить, не взмучивая осадка, в чистую номерную колбу. Полученный солянокислый раствор используется для определения кальция и фосфора.

2.9.2. Определение кальция оксалатным методом

Наиболее простым и доступным методом определения кальция является метод определения его в золе, полученной при сжигании навески корма. В золе соли кальция находятся в виде карбонатов, а после приготовления солянокислого раствора переходят в хлористые соли действием 10%-ой соляной кислотой.



Отделение кальция от других соединений производят добавлением к раствору 4% щавелевокислого аммония. Он вступает в реакцию с хлористым кальцием, образует оксалат кальция. Осаждение идет по уравнению:



Осадок оксалата кальция отмывают от примесей и избытка осадителя и растворяют в 10% серной кислоте. В результате освобождается щавелевая кислота в количестве, эквивалентном находившемуся в осадке количеству кальция.

Щавелевая кислота оттитровывается марганцовокислым калием и по количеству пошедшего на титрование перманганата калия рассчитывают содержание кальция в золе корма, взятого для анализа.

Ход определения

1. Взять из колбы 40мл солянокислого раствора и перенести в колбу на 100мл.

2. Прилить в колбу с раствором 1-2 капли метилоранжа. Раствор окрасится в розовый цвет.

3. Для нейтрализации добавить несколько капель 1%-ного водного раствора аммиака, при этом раствор окрасится в золотисто-желтый цвет.

4. Для создания слабокислой реакции (раствор должен быть красно-оранжевого цвета) добавить несколько капель 10%-ной уксусной кислоты, так как осаждение кальция проводится в кислом растворе.

5. В раствор прилить 5мл 4%-ного раствора щавелевокислого аммония и нагреть смесь до кипения. В растворе образуется белый осадок щавелевокислого кальция.

6. Колбу с выпавшим осадком щавелевокислого кальция поместить в термостат на 30-40 минут или оставить на ночь для выпадения осадка.

7. Содержимое колбы после осаждения профильтровать через плотный беззольный фильтр. Вначале слить прозрачный раствор, а затем постепенно добавлять в колбу горячую воду, перенести на фильтр осадок щавелевокислого кальция.

8. Осадок щавелевокислого кальция промыть до удаления следов ионов хлора, при этом капля воды с конца воронки, нанесенная на стекло, не должна давать помутнения при добавлении 1 капли 0,1 % р-ра азотнокислого серебра.

9. Фильтр с осадком перенести в ту же колбу, из которой производилось осаждение. Осадок щавелевокислого

кальция растворит, добавляя 10мл 10%-ной серной кислоты и 40 мл дистиллированной воды.

10. Раствор нагреть до появления паров и титровать 0,1н раствором марганцевокислого калия до появления слабозеленого окрашивания (1мл 0,1н раствора марганцевокислого калия соответствует 0,002г кальция).

11. Данные записывают в таблицу 5

Таблица 5 - Запись определения кальция

Показатель	Определение	
	первое	второе
1. Номер тигля		
2. Навеска корма, взятая для определения золы, г		
3. Общий объем раствора золы, мл		
4. Объем раствора золы, взятый для анализа, мл		
5. Израсходовано $KMnO_4$ при титровании испытуемой пробы, мл		
6. Содержание Ca в воздушно-сухом веществе, %		

Расчет содержания кальция в исследуемом образце корма произвести по формулам:

$$a) x = \frac{y \cdot 1000}{4n \cdot u_2} \cdot 100$$

где x – содержание кальция, %;

y – количество марганцевокислого калия, израсходованного при титровании, мл;

n – навеска вещества, взятого для определения золы, г;

u_1 – общий объем раствора золы, мл;

u_2 – объем раствора, взятый для анализа, мл.

$$b) x = \frac{y}{4n}$$

2.9.3. Определение фосфора колориметрическим методом

Колориметрический метод определения фосфора является наиболее простым, удобным и точным. Он основан на способности неорганических фосфатов давать с молибденовокислым аммонием комплексные соединения, которые затем восстанавливаются сульфатом натрия и гидрохиноном до молибденового окисла, окрашенного в голубой цвет и называемого молибденовой синью.

Интенсивность окраски пропорциональна количеству фосфора в растворе. По измеренной на фотоэлектроколориметре оптической плотности полученных растворов (с использованием красного светофильтра) с помощью калибровочной прямой рассчитывают содержание фосфора в исследуемом корме.

Ход определения

1. После растворения золы из колбы пипеткой взять 1 мл солянокислого раствора и перенести в мерный цилиндр;
2. Объем в мерном цилиндре довести до 10 мл дистиллированной водой;
3. Прилить в цилиндр 2мл реактива №1 (раствор молибденовокислого аммония). Раствор взболтать;
4. Прилить 2мл реактива №2 (20% раствор сульфата натрия). Содержимое взболтать и оставить на 5 минут;
5. Добавить 1мл свежеприготовленного реактива №3 (1% раствор гидрохинона);
6. Довести объем раствора дистиллированной водой до метки 25 мл и поставить на 5 минут в водяную баню при 40 – 50°С;
7. Цилиндры с раствором вынуть из водяной бани, охладить и через 15 минут колориметрировать;
8. Испытуемый раствор налить в кювету и на колориметре определить оптическую плотность (Д);

9. Зная оптическую плотность (D), по графику определить логарифм концентрации (C);

10. По таблице логарифмов найти антилогарифм (A). Это будет процентное содержание фосфора в исследуемом корме при условии взятия навески 1г;

11. При другой навеске содержание фосфора определяется по формуле:

$$\%P = \frac{A}{H},$$

где A – антилогарифм;

H – навеска вещества на золу, г.

Результаты анализа занести в таблицу 6.

Таблица 6 - Определение фосфора

Показатель	Определение	
	первое	второе
1. Номер тигля		
2. Навеска корма, взятая для определения золы, г		
3. Оптическая плотность (D);		
4. Логарифм концентрации (C);		
5. Антилогарифм (A);		
6. Содержание P в воздушно-сухом корме, %;		
7. Среднее содержание P в воздушно-сухом корме, %.		

3. Пересчет результатов химического анализа кормов

3.1. Пересчет данных анализа на корм натуральной влаги

Химический анализ проб кормов в лаборатории проводится при гигроскопической влаге. Для пересчета этих показателей **на корм натуральной или естественной влажности** можно использовать формулу:

$$x = \frac{a(100 - B)}{100},$$

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

a – содержание этого вещества в воздушно — сухом корме, %;

B – первоначальная влажность корма, %.

Для пересчета показателей **на абсолютно сухое вещество** корма можно использовать формулу:

$$x = a * 100 / 100 - \Gamma$$

где x — содержание определяемого вещества в абсолютно сухом корме, %

A — содержание определяемого вещества в воздушно — сухом корме, %

Γ — гигровлага, %.

3.2. Расчет питательности корма в овсяных кормовых единицах

В справочной литературе содержание кормовых единиц в корме дается в средних величинах, что часто не соответствует действительной его питательности. Более точно питательность корма можно рассчитать, используя данные химического состава. Питательность корма этим методом рассчитывается в основном для жвачных животных. Вычисление питательности корма в овсяных кормовых единицах проводится следующим образом.

1. Выписывают содержание питательных веществ (белка, жира, клетчатки и БЭВ) в 1 кг корма по данным химического анализа.

2. Находят по справочной литературе коэффициенты переваримости питательных веществ данного корма.

3. Определяют содержание переваримых питательных веществ путем умножения количества сырых питательных веществ, содержащихся в 1 кг корма, на коэффициент переваримости и деления произведения на 100.

4. Рассчитывают ожидаемое жиροотложение от отдельных питательных веществ корма. Для этого найденное количество переваримых белка, жира, клетчатки и БЭВ умножают на соответствующий показатель «продуктивного действия» чистых питательных веществ (константы жиροотложения), выведенные О. Кельнером.

5. Определяют общее ожидаемое жиροотложение путем суммирования количества отложенного жира от всех питательных веществ.

6. Рассчитывают фактическое жиροотложение при скармливании Данного корма. Кельнером установлено несоответствие ожидаемого (рассчитанного по константам) и фактического (определенного на основании балансовых опытов) жиροотложения и в связи с этим предложены поправки:

а) для зерновых кормов, отходов их переработки и корнеклубнеплодов коэффициенты относительной ценности переваримых веществ кормов. У этих кормов фактическое жиροотложение определяют путем умножения суммированного ожидаемого жиροотложения на коэффициент относительной ценности.

б) для грубых кормов, трав и силоса несоответствие ожидаемого и фактического жиροотложения связано в основном с содержанием в корме сырой клетчатки. При определении питательности грубых, зеленых и силосованных кормов величину снижения жиροотложения рассчитывают путем умножения количества сырой клетчатки, содержащейся в 1 кг корма, на соответствующий коэффициент.

Фактическое жиросложение определяют по разности между ожидаемым жиросложением и величиной снижения жиросложения, обусловленного содержанием в корме клетчатки.

7. Определяют содержание кормовых единиц в корме. За кормовую единицу принята питательность 1 кг овса с продуктивным действием, равным 150 г жира. Для определения питательности корма в овсяных кормовых единицах фактическое количество отложенного жира делят на 150.

В настоящее время питательность кормов оценивается как в овсяных кормовых единицах, так и в обменной энергии (ОЭ). Считается, что количество обменной энергии, содержащейся в корме, наиболее точно характеризует его энергетическую питательность. Обменная энергия является той частью энергии корма, которая может быть использована животным для обеспечения своего существования, образования продукции (молока, прироста, шерсти и т.п.), образования плода, воспроизводства, совершения работы и др. Она представляет собой разницу между валовой (общей) энергией корма и потерями не используемой животными энергии с калом, мочой и пищеварительными газами (метаном).

Валовая и обменная энергия корма выражаются в Мегаджоулях. Энергетическую питательность кормов удобнее выражать в расчете на 1 кг сухого вещества корма, что позволяет быстро сравнивать между собой питательность различных кормов. Для удобства оценки энергетической питательности кормов введено понятие энергетической кормовой единицы, которая равна 10 Мдж. Мегаджоуль (1 Мдж = 1 млн джоулей) — это основная единица энергии в системе оценки энергетической питательности кормов и рационов. Иногда оценивают питательность также в калориях. 1 Дж равен 0,2388 калории, а 1 калория — 4,1868 Дж.

Валовой сбор обменной энергии с 1 га кормовой площади, а также годовую потребность скота в кормах

наиболее целесообразно выражать в гигаджоулях (Гдж).
1 Гдж = 1 млрд джоулей.

Расчеты по определению энергетической питательности кормов проводят по следующим методикам:

1) Метод определения обменной энергии корма по данным химического анализа. 2) Метод расчета обменной энергии корма по данным химического анализа и переваримости органического вещества, определенного *in vitro*. 3) Метод расчета обменной энергии корма по данным химического анализа и переваримости органического вещества, определенного *in vitro*.

Первый метод наиболее доступен для оценки результатов, полученных в полевых экспериментах без проведения прямых опытов на животных. Валовую энергию (ВЭ) корма определяют по сумме энергии органических веществ. Для этого необходимо иметь данные по химическому составу корма, выполненные по обычной зоотехнической программе: сырой протеин, сырой жир, сырая клетчатка, сырая зола, сырые БЭВ. Содержание ВЭ определяют по формуле на основании результатов химического состава и соответствующих им энергетических коэффициентов: сырого протеина; жира; клетчатки и безазотистых экстрактивных веществ, представленных в долях кг (в 1 кг сухого вещества корма).

Данные по содержанию кормовых единиц обычно необходимы для сопоставления полученных результатов с ранее опубликованными материалами, где питательность корма и продуктивность 1 га выражена в кормовых единицах.

Второй метод расчета обменной энергии корма проводится по данным переваримости органического вещества, определенной *in vitro*. Если кроме основных показателей химического состава имеется также переваримость органического вещества *in vitro*, то расчет, содержания обменной энергии можно проводить с учетом этого показателя. Коэффициент корреляции переваримости валовой энер-

гии и органического вещества, по данным английского исследователя Д.Е. Моргана, колебался для различных видов кормов от 0,80 до 0,93. Коэффициент переваримости (КП) органического вещества (ОВ) обычно совпадает с коэффициентом переваримости энергии. Поэтому можно определить ВЭ корма, умножить ее на КП органического вещества или коэффициент переваримости энергии и на коэффициент обмена и в итоге получить концентрацию ОЭ.

Коэффициенты пересчета перевариваемой энергии в обменную несколько отличаются для различных животных:

К6 — 0,82 (крупный рогатый скот);

К, — 0,87 (овцы);

К8 — 0,92 (лошади).

На основании данных определения *in vitro* коэффициента переваримости органического вещества корма обменную энергию в расчете на 1 кг сухого вещества кормов можно также рассчитать более простым способом по следующим уравнениям:

для злаковых трав $ОЭ = 15 \times КП$;

для бобовых трав и их смесей со злаками $ОЭ = 16 \times КП$;

для сена $ОЭ = 0,84 + 14 \times КП$;

для травяного силоса $ОЭ = 3,15 + 11,4 \times КП$, где численные значения — постоянные величины.

Третий метод расчета обменной энергии корма проводится по данным химического анализа и переваримости органических веществ, определенных *in vitro*. Чтобы дать объективную оценку кормов, полученных в наиболее перспективных технологиях, их проверяют в зоотехнических опытах.

Установленные в балансовых опытах на животных коэффициенты переваримости протеина, жира, клетчатки и БЭВ могут быть использованы для оценки концентрации обменной энергии в корме на основе коэффициентов перевариваемых питательных веществ в обменную энергию. Содержание обменной энергии в корме для каж-

дого вида животного рассчитывают по математическим регрессиям:

для крупного рогатого скота $OЭ = 17,64 \text{ пП} + 31,23 \text{ пЖ} + 13,65 \text{ пК} + 14,78 \text{ пБЭВ}$;

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

для лошадей $OЭ = 19,46 \text{ пП} + 35,43 \text{ пЖ} + 15,95 \text{ пК} + 15,95 \text{ пБЭВ}$;

для свиней $OЭ = 20,85 \text{ пП} + 36,63 \text{ пЖ} + 14,27 \text{ пК} + 16,95 \text{ пБЭВ}$;

для птицы $OЭ = 17,84 \text{ пП} + 39,78 \text{ пЖ} + 17,71 \text{ пК} + 17,71 \text{ пБЭВ}$.

В приведенных уравнениях постоянные численные величины являются средними энергетическими коэффициентами, отражающими содержание обменной энергии в 1 кг перевариваемых питательных веществ. Содержание перевариваемых питательных веществ: пП — перевариваемого протеина, пЖ — перевариваемого жира, пК — перевариваемой клетчатки и пБЭВ — перевариваемых безазотистых экстрактивных веществ рассчитывают путем умножения концентрации сырых питательных веществ (в кг на 1 кг корма) на соответствующие коэффициенты их переваримости.

Кроме представленных выше методов определения содержания обменной энергии научными учреждениями страны предложены уравнения регрессии, позволяющие оценивать энергетическую питательность кормов для крупного рогатого скота по содержанию в них сырой клетчатки и сырого протеина, а также по сырому протеину, сырому жиру, сырой клетчатке и сырым БЭВ.

Расчет годовой потребности хозяйства в кормах осуществляется на основе планирования потребности различных видов животных в зеленых, грубых, сочных и концентрированных кормах. Соотношение между видами кормов изменяется в зависимости от зональных особенностей,

обеспеченности хозяйства природными кормовыми угодьями, продуктивности животных.

В различных регионах страны для молочных коров на долю зеленых кормов должно приходиться 26—40%, грубых - 8-10%, сочных — 28—42%, концентрированных — 8—32%. Часть потребности в кормах может восполняться за счет молока, жома, жмыха, шрота и других продуктов перерабатывающей промышленности.

Расчет потребности в зеленых кормах определяется по месяцам.

Запись результатов расчета провести в таблице 11.

Таблица 11 - Расчет питательности корма в овсяных кормовых единицах

Показатель	Протеин	Жир	БЭВ	Клетчатка
1. Химический состав, %				
2. Содержание в 100 кг, кг;				
3. Коэффициент переваримости, %;				
4. Содержание переваримых питательных веществ, кг;				
5. Константы жиросотложения, г/кг;				
6. Ожидаемое жиросотложения, г;				
7. Поправка на клетчатку, г; (или коэффициент полноценности)				
8. Жиросотложение с учетом поправки, г;				
9. Питательность корма 1 кг				

Все изложенные выше методы определения обменной энергии связаны в необходимости иметь данные о переваримости питательных веществ и энергии. В практических условиях они не всегда имеются, поэтому предпочтение отдается методам, позволяющим по данным химического состава корма определить в нем содержание обменной энергии. Научными учреждениями разработан ряд уравнений регрессии для расчета обменной энергии по со-

держанию клетчатки и протеина, а также по жиру, клетчатке и БЭВ. Одним из более распространенных является уравнения регрессии, разработанное английским ученым Д. Аксельсоном: $y=73,1-0,766x$, где y – обменность энергии корма, %, x - содержание сырой клетчатки в сухом веществе корма, %.

В основу этой формулы положена зависимость обменной энергии сухого вещества корма от уровня клетчатки в нем. Предложены различные модификации этой формулы. Учитывая, что в среднем сухое вещество содержит в 1 кг около 18 МДж, ученые модифицировали формулу в следующем виде:

$$ОЭ = 13,1*(СВ - СК*1,05),$$

где СВ – сухое вещество, кг.,

СК – сырая клетчатка., кг/кг СВ.

Однако это модификация формулы Аксельсона в основном применима для объемистых кормов с содержанием валовой энергии в 1 кг СВ около 18 МДж. Вместе с тем обобщение и анализ данных более 1000 образцов кормов показывает, что в 1 кг СВ сенажа, сена, соломы содержится в среднем 18,4 МДж, силоса 18,2 МДж, зерна 18,7 МДж, шротов 19,7 МДж, зеленых кормов 18,2 МДж.

Таким образом, пользоваться формулой для всех видов кормов нельзя. Вижем разработаны следующие уравнения регрессии обменности валовой энергии в зависимости от содержания в кормах клетчатки:

Сено, сенаж $y=57,667-0,395x$

Солома $y=43,335-0,203x$

Силос $y=52,883-0,13x$

Зеленые корма $y=59,341-0,355x$

Корнеплоды $y=77,43-0,864x$

Где y – обменность энергии, %, x - сырая клетчатка, %.

На основе полученных показателей обменности энергии разработаны следующие формулы для расчета ОЭ в сухом веществе кормов (МДж в 1 кг СВ):

Сено, сенаж $OЭ = 10,6 - 0,0724 СК$

Солома $OЭ = 7,97 - 0,0373 СК$

Силос $OЭ = 9,61 - 0,0236 СК$

Корнеплоды $OЭ = 13,78 - 0,154 СК$

Зеленые корма $OЭ = 10,8 - 0,0240 СК$

Где СК – сырая клетчатка, % в сухом веществе

В указанных формулах учитываются только два показателя – сухое вещество и клетчатка. Известно, что энергетическая ценность корма в значительной мере зависит от содержания в нем углеводов, жиров и протеина. В связи с этим Вижем разработаны следующие уравнения множественной регрессии, в которых учитывается содержание в корме всех органических веществ:

для крупного рогатого скота:

Сено, сенаж, травяная мука и резка:

$OЭ = 10,678 + 0,088 СП - 0,332 СЖ - 0,075 СК + 0,006$

СБЭВ

Солома:

$OЭ = 13,126 - 0,24 СП + 1,707 СЖ - 0,006 СК - 0,198$

СБЭВ

Силос:

$OЭ = 10,365 + 0,026 СП + 0,275 СЖ - 0,176 СП + 0,047$

БЭВ

Корнеплоды:

$OЭ = 1,65 СП + 0,960 СЖ + 1,120 СК + 0,594 СБЭВ - 55,266$

Зеленые корма:

$OЭ = 3,761 - 0,049 СП + 1,472 СЖ - 0,088 СК + 0,078$

СБЭВ

$OЭ = 14,00 - 0,056 СП + 0,124 СЖ - 0,132 СК - 0,025$

СБЭВ

Зерно злаковых и бобовых:

$OЭ = 16,45 - 0,062 СП + 0,136 СЖ - 0,145 СК - 0,026$

СБЭВ

Жмыхи, шроты:

$OЭ = 2,795 + 0,111 СП + 0,160 СЖ - 0,031 СК + 0,149$
СБЭВ.

Где OЭ – обменная энергия МДж в 1 кг сухого вещества; СК, СП, СБЭВ, СЖ – сырые клетчатка, протеин, безазотистые экстрактивные вещества, жир, % в сухом веществе.

Список рекомендуемой литературы:

1. Кондрахин И.П., Архипов А.В., Левченко В.И., Таланов Г.А, Фролова Л.А., Новиков В.Э. Методы ветеринарной клинической диагностики. Под ред. проф. И.П. Кондрахина. - М.: Колос, 2004. - 520 с.

2. Лаврова Г.П., Машкина Е.И. Зоотехнический анализ кормов: учебное пособие к лабораторным занятиям для студентов зооинженерного факультета по специальности 310700 – «Зоотехния». Барнаул: Изд-во АГАУ, 2006. 30 с.

3. Позняковский В.М., Мотовилов К.Я., Булатов А.П., Ланцева Л.Л., Миколайчик И.Н. Экспертиза кормов и кормовых добавок. Издательство : «Сибирское университетское издательство». - 2007. – 340 с.

4. Хохрин, С.Н. Корма и кормление животных. Учебное пособие. Издательство «Лань». - 2002. - 512 с.

Приложение 1

Грубые корма: сено, солома, мякина
Паспорт образца корма № _____

№ п/п	Показатели	Результаты
1	Название корма (точное и полное)	
2	Откуда взят образец (область, район, хозяйство, почтовый адрес)	
3	Дата взятия образца	
4	Характер угодья, с которого получен корм	
5	Место в севообороте	
6	Характеристика почвы и обработка	
7	Удобрение (какое, сколько раз, когда вносилось, способ заделки и т.д.)	
8	Метеорологические условия произрастания	
9	Время уборки и погода при уборке	
10	Способ уборки и сушки (косой, сенокосилкой, в прокосах, валках, копенках, на вешалеах, длительность сушки, дней, и т.д.)	
11	Фаза вегетации при уборке	
12	Урожайность с 1 га	
13	Условия хранения корма. Характеристика качества корма по органолептической оценке и ботаническому анализу	
14	Цвет, запах, вкус	
15	Ботанический состав трав в сене: а) сладких злаков в г и % б) бобовых растений в) кислых злаков г) разнотравья д) грубых и вредных трав е) ядовитых ж) трухи	
16	Видовой состав травостоя	
17	Пороки (механические примеси песка, земли, плесневелость, ржавчина, спорынья и т.д.)	
18	Классность (1, 2, 3 кл.)	
19	Общая оценка качества фуража	
20	Дополнительные данные	

Подпись лиц, взявших образец

Гл зоотехник _____

Гл. агроном _____

Бухгалтер _____

Зеленая трава
Паспорт образца корма № _____

№ п/п	Показатели	Результаты
1	Название корма (точное и полное)	
2	Откуда взят образец (область, район, хозяйство, почтовый адрес)	
3	Дата взятия образца	
4	Характер угодья, с которого получен корм	
5	Методы улучшения (коренные или поверхностные)	
6	Обработка почвы (для посевных культур)	
7	Удобрение (какое, сколько и когда внесено, как внесено и т.д.)	
8	Метеорологические условия произрастания	
9	Способ использования угодья (косьба, пастбище, смешанное)	
10	Какой укос или выпас по счету стравливания	
11	Урожайность с 1 га	
Характеристика качества корма		
12	Фаза вегетации во время взятия образца	
13	Ботанический состав (при невозможности видового определения указать соотношение частей, растения, наличие несъедобных и вредных трав и т.д.)	
14	Общая оценка качества травы	
15	Способ консервирования, консервирующее вещество и количество	
16	Дополнительные данные	

Подпись лиц, взявших образец

Гл. зоотехник _____

Гл. агроном _____

Бухгалтер _____

Химический состав растительных кормов, тела животного и птиц, % (по А.П. Дмитроченко)

Показатель	корм			животное		курица
	зеленый клевер	зерно кукурузы	сено луговое	бык	свинья	
сухое вещество	22,2	87,0	85,7	46,0	42,0	44,0
протеин	16,6	10,1	11,3	32,6	35,7	47,7
жир	4,4	4,5	2,9	55,2	55,2	40,9
клетчатка	22,5	2,2	30,7	-	-	-
безазотистые экстрактивные вещества	47,9	81,6	47,9	2,2	2,5	1,6
зола	8,6	1,6	7,2	10,0	6,6	9,8

Минеральный состав некоторых растений и тела животного, %

элемент	корм			животные	
	сено клеверное	кукуруза	свекла сахарная	крупный рогатый скот	свинья
Состав золы					
калий	25,2	25,7	15,6	4,2	8,4
натрий	0,9	0,4	0,5	3,2	4,4
кальций	16,9	1,8	4,8	32,6	27,7
магний	4,0	2,2	2,7	1,8	1,9
сера	2,6	-	1,1	0,3	0,7
фосфор	2,5	21,0	2,5	17,4	17,4
хлор	3,5	1,8	2,0	1,3	2,6

Силос

Паспорт образца корма № _____

№ п/п	Показатели	Результаты
1	Название корма (точное и полное)	
2	Откуда взят образец (область, район, хозяйство, почтовый адрес)	
3	Дата взятия образца	
4	Тип угодья, почва	
5	Агротехника	
6	Удобрения: какие, сколько и когда внесено (с заделкой поверхности и т.д.)	
7	Погода в период произрастания	
8	Фаза вегетации при уборке	
9	Урожайность с 1 га	
10	Состав сырья, если силос неоднороден	
11	Способ подготовки сырья (измельчение, величина резки, провяливание, величина резки, провяливание, смешивание, размол, раздавливание и т.д.)	
12	Время уборки и силосования	
13	Способ силосования	
14	Силосное сооружение, размеры, качественная характеристика	
Характеристика качества силосованного корма		
15	Цвет, запах, вкус	
16	Структуры, pH	
17	Содержание молочной, уксусной, масляной кислот	
18	Содержание NH ₃	
19	Пороки (плесень, песок, земля и т.д.)	
20	Общая оценка качества силоса по Михину или Кухлеру	
21	Способ консервирования проб	
22	Дополнительные данные	

Подпись лиц, взявших образец

Гл зоотехник _____

Гл. агроном _____

Бухгалтер _____

Приложение 4

Корнеплоды, клубнеплоды и сочные плоды
Паспорт образца корма № _____

№ п/п	Показатели	Результаты
1	Название корма (точное и полное)	
2	Откуда взят образец (область, район, хозяйство, почтовый адрес)	
3	Дата взятия образца	
Характеристика условий произрастания, уборки и хранения корма		
4	Характеристика почвы	
5	Место в севообороте	
6	Агротехника	
7	Удобрение: какое, сколько, когда и как внесено	
8	Время уборки	
9	Урожайность с 1 га	
10	Условия хранения корма	
Характеристика качества корма		
11	Вес и количество корней, взятых в качестве образца крупные средние мелкие	
12	Пороки (гниль, плесень, проросль, мерзлость и т.д.)	
13	Общая оценка качества корма	
14	Дополнительные данные	

Подпись лиц, взявших образец

Гл зоотехник _____

Гл. агроном _____

Бухгалтер _____

Приложение 5

Концентрированные корма (зерно и семена)

Паспорт образца корма № _____

№ п/п	Показатели	Результаты
1	Название корма (точное и полное)	
2	Откуда взят образец (область, район, хозяйство, почтовый адрес)	
3	Дата взятия образца	
Характеристика условий произрастания, уборки и хранения корма		
4	Характеристика почвы	
5	Место в севообороте	
6	Агротехника	
7	Удобрение: какое, сколько, когда и как внесено	
8	Время уборки культуры	
9	Фаза вегетации во время уборки	
10	Урожайность с 1 га	
Характеристика качества		
11	Внешний вид: цвет и блеск запах вкус	
12	Натура в абсолютный вес 1000 зерен	
13	Пленчатость (для овса)	
14	Примеси других культур: сорняков вредных пленок мякины, стеблей ядовитых (спорынья, куколь и т.д.)	
15	Пороки (подмеченность, пророслость, плесневение и т.д.)	
16	Условия и длительность хранения	
17	Общее заключение о качестве зерна	
18	Дополнительные данные	

Подпись лиц, взявших образец

Гл зоотехник _____

Гл. агроном _____

Бухгалтер _____

Учебное пособие

*Морозова Т.М.
Гамко Л.Н.*

Химический анализ кормов

Учебное пособие к лабораторным занятиям
для студентов по специальности 11801 - «Ветеринария»

Редактор Лебедева Е.М.

Подписано к печати 08.01.2013 г. Формат 60x84 ¹/₁₆.
Бумага офсетная. Усл. п. л. 2,79. Тираж 50 экз. Изд. № 2269.

Издательство Брянской государственной сельскохозяйственной академии
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянская ГСХА