

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ
ДЕПАРТАМЕНТ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ И ОБРАЗОВАНИЯ
ФГБОУ ВО КОСТРОМСКАЯ ГСХА

Кафедра частной зоотехнии, разведения и генетики

КОРМЛЕНИЕ ЖИВОТНЫХ

**Оценка питательности кормов и научные основы
полноценного питания животных**

Практикум

для студентов направления подготовки 36.03.02 «Зоотехния»
очной и заочной форм обучения

КАРАБАЕВО
Костромская ГСХА
2015

УДК 636.2.033
ББК 45.4
К 66

Составители: сотрудники кафедры частной зоотехнии, разведения и генетики Костромской ГСХА к.с.-х.н., доцент *Т.Н. Кирикова* и старший преподаватель *А.С. Давыдова*.

Рецензент: к.б.н., доцент кафедры анатомии и физиологии животных Костромской ГСХА *Г.К. Рыбакова*.

Рекомендовано к изданию методической комиссией факультета ветеринарной медицины и зоотехнии, протокол № 3 от 20 марта 2015 года.

К 66 Кормление животных. Оценка питательности кормов и научные основы полноценного питания животных : практикум для студентов направления подготовки 36.03.02 «Зоотехния» очной и заочной форм обучения / сост. Т.Н. Кирикова, А.С. Давыдова. — Караваево : Костромская ГСХА, 2015. — 34 с.

В издании изложены существующие методы оценки питательности кормов, начиная от классических форм до современных. Разработаны и даны задания по шести темам, а также представлены формы решения задач по оценке питательности кормов.

Практикум предназначен для студентов направления подготовки 36.03.02 «Зоотехния» очной и заочной форм обучения.

УДК 636.2.033
ББК 45.4

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
Практическое занятие 1 Химический состав кормов — первичный показатель питательности	5
Практическое занятие 2 Оценка питательности кормов по переваримым питательным веществам и методы ее определения	9
Практическое занятие 3 Материальные изменения в организме животных. Оценка питательности кормов методом контрольных животных и по балансу азота и углерода	17
Практическое занятие 4 Оценка питательности кормов в частных единицах	22
Практическое занятие 5 Энергетическая оценка питательности кормов	26
Практическое занятие 6 Оценка минеральной и витаминной питательности кормов	30
Список рекомендуемых источников	33

ВВЕДЕНИЕ

Кормление животных — зоотехническая наука, изучающая потребность в питательных и биологически активных веществах и их нормирование в целях обеспечения максимальной, генетически обусловленной продуктивности при сохранении здоровья и воспроизводительной функции животных.

Практическое осуществление нормированного кормления животных невозможно без определения питательности кормов.

К основным задачам предмета о кормлении животных относятся: изучение химического состава кормовых средств и методов оценки их питательности (энергетической, протеиновой, липидной, углеводной, минеральной и витаминной) в целях совершенствования полноценности кормления животных; изучение количественной потребности животных и птицы в элементах питания в зависимости от их физиологического состояния и условий содержания; совершенствование норм кормления различных видов животных с учётом породы, возраста, назначения и физиологического состояния.

Для суждения о питательности корма и понимания причин ее изменчивости под влиянием разных условий необходимо знать содержание органических, минеральных и других веществ, которые участвуют в обмене и могут быть использованы животными, а также процессы взаимодействия между веществами корма.

Для оценки питательности кормов используют три основных показателя: химический состав, переваримость питательных веществ и степень использования (усвоения) переваренных в организме веществ, необходимых для роста и развития, нормальной репродуктивной функции, синтеза составных частей молока у лактирующих и прироста живой массы у откармливаемых животных, роста шерсти у овец, яйценоскости у птицы и т.д.

Практическое занятие 1

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КОРМОВ — ПЕРВИЧНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ ПИТАТЕЛЬНОСТИ

Цель: изучить особенности химического состава основных видов кормов.

Литература: [2, с. 12-23; 3, с. 52-56; 4, с. 3-7].

Краткие теоретические сведения

Основную долю кормов, используемых в кормлении сельскохозяйственных животных, составляют растительные корма и в значительно меньшем количестве продукты животного происхождения.

Чтобы судить о питательности того или иного корма необходимо знать содержание в нем основных питательных и биологически активных веществ. Иначе говоря, необходимо знать химический состав кормов, их переваримость и использование животными разных видов, возраста и направления продуктивности при содержании в различных хозяйственных условиях.

При изучении химического состава кормов прежде всего определяют содержание в них воды и сухого вещества, а в сухом веществе — содержание органических и минеральных веществ (зола). Органические вещества корма подразделяют на вещества, содержащие азот (азотистые) и лишенные азота (безазотистые).

Азотистые вещества кормов объединяют под общим названием «протеин», который содержит белок и азотистые соединения небелкового характера, называемые амидами. К группе амидов относят свободные аминокислоты, амиды аминокислот, азотсодержащие алкалоиды, органические основания и аммонийные соединения, в том числе нитраты и нитриты. Некоторые амиды представляют собой промежуточные продукты незавершенного синтеза белка в растениях или его распада под воздействием ферментов и бактерий.

Безазотистые органические вещества представлены в кормах жирами и углеводами. Углеводы делятся на две группы — сырую клетчатку и безазотистые экстрактивные вещества (БЭВ). Основную часть последних в растительных кормах составляют крахмал и сахара. В группу БЭВ входят органические кислоты, некоторые пектиновые вещества, глюкозиды, дубильные вещества, инулин, хитин и др.

В состав органического вещества входят активные биологические соединения (ферменты, витамины), оказывающие, несмотря на малые дозы, большое влияние на обмен веществ в организме.

Зная химический состав корма, можно рассчитать выход питательных веществ с 1 га площади.

Пример расчета. Урожайность зерна кукурузы составила 40 ц/га, влажность зерна — 14,8%. Содержание сухого вещества составит 85,2%: $(100 - 14,8) = 85,2\%$. Следовательно, в 40 ц зерна кукурузы содержится 34,1 ц сухого

вещества $(85,2 \cdot 40) : 100$. По справочной таблице определяется количество сырого протеина в 1 кг зерна кукурузы — 10,2%. Затем рассчитывается количество протеина с 1 га: $(10,2 \cdot 40) : 100 = 4,08$ ц = 408 кг.

Задания

Задание 1. Пользуясь справочным материалом, выписать химический состав предложенных кормов (табл. 1).

Таблица 1. Химический состав кормов

Название корма	ОЭ, МДж	ЭКЕ	Сухое вещество, %	Сырые вещества, %						
				протеин	жир	клетчатка	БЭВ	кальций, г	фосфор, г	каротин, мг
Трава пастбищ										
Трава клевера										
Сено луговое										
Сено клеверо-тимофеечное										
Травяная мука бобовых										
Солома овсяная										
Овес (зерно)										
Ячмень (зерно)										
Кукуруза (зерно)										
Силос вико-овсяный										
Сенаж клеверо-тимофеечный										
Свекла кормовая										
Картофель										
Рыбная мука										
Дрожжи кормовые										

Задание 2. Пользуясь справочными данными о химическом составе кормов, выписать корма с максимальным и минимальным содержанием питательных веществ по форме таблицы 2.

Таблица 2. Максимальное и минимальное содержание основных питательных веществ в различных растительных кормах

Показатель	Корма, содержащие	
	максимальное количество	минимальное количество
Сухое вещество, %		
Сырой протеин, %		
Сырой жир, %		
Сырая клетчатка, %		
БЭВ, %		

Задание 3. Руководствуясь таблицей 1, рассчитать выход питательных веществ с 1 га площади кормовых культур по форме таблицы 3.

Таблица 3. Выход питательных веществ с 1 га площади кормовых культур

Название корма	Урожай с 1 га, ц	Сухое вещество, кг	Протеин, кг	Клетчатка, кг	БЭВ, кг	Жир, кг	Кальций, г	Фосфор, г	Каротин, мг
Трава пастбища	120								
Трава клеверотимофееч.	150								
Сено луговое	50								
Сено клеверотимофееч.	45								
Свекла корм.	300								
Картофель	200								
Зерно-овес	25								
Зерно-ячмень	30								

Контрольные вопросы

1. Какие питательные вещества в кормах определяют методом зоотехнического анализа?
2. Что такое протеин, белок и амиды?
3. Что входит в состав сырой клетчатки и почему она выделена из группы углеводов?
4. Что входит в состав БЭВ?

Практическое занятие 2

ОЦЕНКА ПИТАТЕЛЬНОСТИ КОРМОВ ПО ПЕРЕВАРИМЫМ ПИТАТЕЛЬНЫМ ВЕЩЕСТВАМ И МЕТОДЫ ЕЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Цель: освоить методику определения переваримости кормов простым и сложным (дифференцированным) методами. Научиться вычислять коэффициенты переваримости питательных веществ и использовать данные о переваримости для оценки питательности кормов и рационов.

Литература: [2, с. 24-32; 3, с. 56-61; 4, с. 7-14].

Краткие теоретические сведения

Химический состав кормов не дает полного представления об их питательности. Более точно определить питательность корма можно лишь в процессе изучения его действия на организм животного. Одним из методов может быть определение переваримости кормов.

Переваримостью называют ряд гидролитических расщеплений составных частей корма (белков, жиров и углеводов) под влиянием ферментов пищеварительных соков и микроорганизмов. В результате вещества, входящие в состав кормов, распадаются на аминокислоты, моносахариды, жирные кислоты и растворимые соли. Все они растворимы в воде, а поэтому легко всасываются в пищеварительном тракте и поступают в кровь и лимфу.

Переваримыми называют такие питательные вещества, которые в результате пищеварения поступают в кровь и лимфу. Часть же веществ корма с остатками пищеварительных соков, слизью, кишечным эпителием и продуктами обмена выводится из организма в виде кала. Переваримость корма выражают в граммах и в процентах. Отношение переваренных питательных веществ к принятым с кормом, выраженное в процентах, называют коэффициентом переваримости.

Существует два метода определения переваримости питательных веществ кормов: прямой и косвенный. Прямым методом определяют переваримость кормового рациона или отдельно взятого корма, например, при скармливании одного сена жвачным животным или комбикорма свиньям.

Пример расчета. Рацион коровы состоит: из клеверного сена — 6 кг, кукурузного силоса — 20 кг, кормовой свеклы — 12 кг, комбикорма — 2 кг. За сутки корова выделила 30 кг кала (табл. 4).

Таблица 4. Потребление кормов и выделение кала коровой.
Химический состав кормов и кала

Показатель	Количество, кг	Химический состав, %			
		Протеин	Жир	Клетчатка	БЭВ
Потреблено за сутки:					
Сена клеверного	6,0	12,0	3,0	24,0	36,0
Силоса кукурузного	20,0	3,0	0,4	5,5	11,0
Свеклы кормовой	12,0	1,2	0,1	0,9	9,0
Комбикорма	2,0	16,4	4,4	6,1	35,5
Выделено кала	30,0	2,3	0,55	3,2	5,5

По данным таблицы 4 необходимо рассчитать количество питательных веществ, поступивших с кормами и выделенных с калом, на основании полученных данных определить коэффициенты переваримости питательных веществ. Для расчета коэффициента переваримости протеина необходимо определить количество протеина, которое поступило в организм коровы с кормами, в частности, с сеном клеверным:

в 100 г сена содержится 12 г протеина,

в 6000 г — X ; $X = \frac{6000 \cdot 12}{100} = 720$ г.

Следовательно, в организм коровы с 6-ю килограммами сена клеверного поступило 720 г протеина, с 20-ю килограммами силоса — 600, с 12-ю килограммами свеклы — 144, с 2-я килограммами комбикорма — 328 г, всего питательных веществ — 1792 г.

Аналогичным образом определить количество протеина, выделенного из организма с 30-ю килограммами кала — 690 г. После этого определить количество переваримого протеина: $1792 - 690 = 1102$ г. Коэффициент переваримости составит $1102:1792 \cdot 100 = 61,5\%$. Таким же образом рассчитать коэффициенты переваримости питательных веществ других кормов (табл. 5).

Таблица 5. Данные для расчета коэффициентов переваримости питательных веществ рациона

Показатель	Протеин	Жир	Клетчатка	БЭВ
Потреблено с кормами за сутки, г:				
с 6 кг сена	720	180	1440	2160
с 20 кг силоса	600	80	1100	2200
с 12 кг свеклы	144	12	108	1080
с 2 кг комбикорма	328	88	122	710
Всего, г	1792	360	2770	6150
Выделено с 30 кг кала, г	690	150	960	1650
Переварено, г	1102	210	1810	4500
Коэффициент переваримости, %	61,5	58,3	65,3	73,2

Косвенным методом определяют переваримость питательных веществ корма, входящего в состав сложного рациона. Суть его заключается в том, что в основной рацион вводят 20-30% испытуемого корма. В первом опыте определяют переваримость питательных веществ основного рациона, а во втором опыте исследуют переваримость питательных веществ рациона, в котором 20-30% основного рациона заменено изучаемым кормом.

Например, необходимо определить коэффициенты переваримости питательных веществ пшеничных отрубей, потребленных дойной коровой с живой массой 650 кг, среднесуточным удоем — 28 кг. Основной рацион коровы состоит из 7 кг сена, 25 кг силоса, 20 кг свеклы, 9 кг комбикорма.

Во втором опыте в основной рацион введено 5,2 кг пшеничных отрубей. Для определения коэффициентов переваримости пшеничных отрубей вначале проводят первый опыт по изучению переваримости питательных веществ основного рациона, затем второй опыт, в котором часть основного рациона, т.е. 20-30% заменяется испытуемым кормом. В обоих опытах учитывают количество потребленных кормов и количество выделенного кала (табл. 6).

Таблица 6. Химический состав кормов и кала, используемых в опытах, %

Показатель	Сухое вещество	Органическое вещество	Протеин	Жир	Клетчатка	БЭВ
Сено разнотравное	83,7	78,7	11,0	3,0	21,5	43,2
Силос кукурузный	25,0	23,8	3,4	1,2	5,6	13,6
Свекла кормовая	15,0	14,0	—	—	0,9	11,9
Комбикорм	85,5	78,0	19,0	3,5	5,6	49,9
Отруби пшеничные	85,0	80,6	15,1	4,1	8,8	52,6
Выделенный кал:						
в опыте I	18,66	13,5	2,0	0,79	3,5	8,0
в опыте II	13,4	10,3	1,65	0,62	2,73	6,0

В результате проведенных расчетов установлено, что в опыте I масса выделенного кала одной коровой в сутки составила 45,5, а в опыте II — 58,7 кг.

Результаты анализа потребления питательных веществ с кормами и выделения их с калом в непереваренном виде одной коровой (в сутки) в опыте I приведены в таблице 6. Используя данные таблицы 6, рассчитать коэффициенты переваримости питательных веществ основного рациона в опыте I (табл. 7).

Таблица 7. Данные для расчета коэффициентов переваримости питательных веществ основного рациона в первом опыте

Показатель	Сухое вещество, кг	Органическое вещество, кг	Протеин, кг	Жир, кг	Клетчатка, кг	БЭВ, кг
Потреблено с кормами за сутки:						
с 7 кг сена	5,86	5,51	770	210	1505	3024
с 25 кг силоса	6,25	5,95	850	300	1400	3400
с 20 кг свеклы	3,00	2,80	–	–	180	2380
с 9 кг комбикорма	7,69	7,02	1710	315	504	4491
Всего	22,8	21,28	3330	825	3589	13295
Выделено с 45,5 кг кала	8,49	6,14	910	360	1592	3549
Переварено	14,31	15,14	2420,0	465	1997	9746
Коэффициент переваримости, %	62,8	71,1	72,7	56,4	55,6	73,3

Переваримость питательных веществ основного рациона (ОР) в опыте II осталась такой же, как в опыте I. Установлено, что в опыте II потреблено коровой в сутки 22,01 кг сухого вещества, в том числе 80% из ОР, т.е. 17,61 кг. При проведении опыта I коэффициент переваримости сухого вещества (СВ) основного рациона составил 62,8%.

Следовательно, количество переваренного сухого вещества ОР в опыте II будет равно 11,06 кг ($17,61 \cdot 62,8 : 100$). Таким же способом рассчитывают коэффициенты переваримости остальных питательных веществ (табл. 8).

Таблица 8. Данные для расчета коэффициентов переваримости питательных веществ отрубей пшеничных

Показатель	Сухое вещество, кг	Органич. вещество, кг	Протеин, г	Жир, г	Клетчатка, г	БЭВ, г
Потреблено: с кормами ОР	17,61	17,03	2664	660	2871	10636
с 5,2 кг отрубей пшеничных	4,4	4,19	785	213	458	2735
Всего	22,01	21,22	3449	873	3329	13371
Выделено с 58,7 кг кала	7,87	6,05	970	365	1603	3522
Переварено	14,14	15,17	2479	508	1726	9849
в т.ч. за счет:						
ОР	11,06	12,11	1937	372	1596	7796
отрубей	3,08	3,06	542	136	130	2053
Коэффициент переваримости, %	70,0	73,0	69,0	64,0	28,4	75,0

Количество переваренного сухого вещества отрубей определяют вычитанием из всего сухого вещества, переваренного в опыте II, количества переваренного сухого вещества ОР:

$$14,14 - 11,06 = 3,08 \text{ кг.}$$

Затем рассчитывают коэффициент переваримости сухого вещества отрубей $(3,08 \cdot 100 : 4,4) = 70\%$.

У жвачных животных процессы переваривания корма протекают нормально, когда на 8-10 частей переваримых безазотистых веществ приходится одна часть переваримого протеина. Более широкое, чем 10:1, протеиновое отношение (ПО) сопровождается снижением переваримости углеводов и протеина корма. Для свиней ПО находится в пределах 12:1, для растущих животных всех видов ПО должно составлять 6:1 или 5:1.

$$\text{Протеиновое отношение} = \frac{\text{ПЖ} \cdot 2,25 + \text{ПБЭВ} + \text{ПК}}{\text{ПП}},$$

где ПЖ — переваримый жир, г; 2,25 — коэффициент перевода жира в углеводы (по энергии); ПБЭВ — переваримые безазотистые экстрактивные вещества, г; ПК — переваримая клетчатка, г; ПП — переваримый протеин, г.

Одновременно по результатам опытов определяют сумму переваримых питательных веществ (СППВ), величину которой используют при оценке энергетической питательности кормов в единицах обменной энергии, а также определяют протеиновое отношение в корме, значение которого существенно влияет на его переваримость.

Например, СППВ в 100 кг отрубей при наличии 13% протеина, 3,1% жира, 1,9% клетчатки и 40,9% БЭВ составит:

$$13 + (3,1 \cdot 2,25) + 1,9 + 40,9 = 62,8 \text{ кг}$$

или в 1 кг отрубей будет содержаться 628 г переваримых питательных веществ.

Переваримость питательных веществ корма можно определить с помощью инертных веществ. Они в организме не перевариваются, не всасываются и не вступают в реакцию с другими веществами. В качестве инертного вещества обычно используют оксид хрома, железа, бария или кремнекислоту, лигнин, содержащиеся в кормах.

В процессе опыта тщательно учитывают потребленный животными корм и от каждого животного берут 10-15 проб кала (от крупного рогатого скота по 1-2 кг). В средних пробах корма и кала определяют содержание питательных веществ и инертного вещества.

Пример расчета. Определим коэффициент переваримости протеина индикаторным методом в сене. В нем содержится 9,3% сырого протеина и 9,6% лигнина, в кале, соответственно, 2,7 и 6%. Допустим, что лигнин инертен, тогда коэффициент переваримости протеина в сене будет равен:

$$100 - \left(100 \cdot \frac{9,6}{6} \cdot \frac{2,7}{9,3}\right) = 53,6\% .$$

Из-за ряда недостатков метод инертных веществ имеет ограниченное распространение. Кремнекислота и лигнин кормов могут частично перевариваться. Инертные же соли хрома, железа и бария иногда недостаточно равномерно распределены в непереваренных остатках.

Задания

Задание 1. Определить коэффициенты переваримости питательных веществ и протеиновое отношение в нижеприведенном рационе коровы, пользуясь химическим составом кормов и кала (табл. 9) прямым методом по форме таблицы 10.

Суточный рацион коровы: сено луговое — 10 кг
 свекла кормовая — 20 кг
 овсяная дерть — 2 кг
 Суточное выделение кала : 25 кг

Таблица 9. Химический состав кормов и кала, %

Показатели	Протеин	Жир	Клетчатка	БЭВ	Органическое в-во
Сено	12,0	3,0	24,0	36,0	75,0
Свекла	1,6	0,1	0,9	9,5	12,1
Овсяная дерть	11,0	4,7	9,8	58,0	83,5
Кал	2,3	0,6	5,2	5,2	14,1

Таблица 10. Расчет коэффициентов переваримости питательных веществ рациона

Показатель	Протеин, г	Жир, г	Клетчатка, г	БЭВ, г	Органическое вещество, г
Принято: с 10-ю кг сена с 20-ю кг свеклы с 2-мя кг овсяной дерти Всего принято с рационом Выделено с 25-ю кг кала Переварено Коэффициент переваримости					

Протеиновое отношение =

Задание 2. Определить коэффициенты переваримости питательных веществ и протеиновое отношение косвенным методом в пшеничных отрубях (по формам таблиц 11-13).

За учетный период, продолжавшийся 15 суток, рацион коровы состоял из следующих видов кормов:

	Опыт 1	Опыт 2
Сено луговое, кг	150	150
Свекла кормовая, кг	300	300
Отруби пшеничные, кг	30	45
За период опыта выделено кала	300	315

Таблица 11. Химический состав кормов и кала, %

Показатель	Протеин	Жир	Клетчатка	БЭВ	Органическое вещество
Сено луговое	8,4	2,60	25,50	42,1	78,6
Свекла кормовая	1,3	0,10	0,90	9,5	11,8
Отруби пшеничные	15,9	4,20	10,20	51,1	81,4
Кал опыта 1	3,0	0,70	6,75	11,3	21,8
Кал опыта 2	3,1	0,74	6,60	11,2	21,6

Таблица 12. Среднесуточное потребление кормов и выделение кала, кг

Показатель	Опыт 1				
	Протеин	Жир	Клетчатка	БЭВ	Органическое в-во
Сено луговое					
Свекла кормовая					
Отруби пшеничные					
Выделено кала					

Таблица 13. Расчет коэффициентов переваримости питательных веществ, г

Показатель	Протеин	Жир	Клетчатка	БЭВ	Органическое вещество
Опыт 1					
Принято всего					
Выделено в кале					
Переварено					
Опыт 2					
Принято всего					
Выделено в кале					
Переварено					
Переварено за счет отрубей					
Коэффициент переваримости питат. веществ отрубей					

Контрольные вопросы

1. Когда применяют прямой и косвенный методы определения коэффициентов переваримости?
2. Факторы, влияющие на переваримость и значение положительных факторов на переваримость кормов.
3. Какие недостатки присущи методам оценки переваримости?
4. Что такое протеиновое отношение? Назовите корма с узким, средним и широким протеиновым отношением.
5. Какое значение имеет оценка питательности кормов в практике животноводства?

Практическое занятие 3
МАТЕРИАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ
В ОРГАНИЗМЕ ЖИВОТНЫХ. ОЦЕНКА ПИТАТЕЛЬНОСТИ
КОРМОВ МЕТОДОМ КОНТРОЛЬНЫХ ЖИВОТНЫХ
И ПО БАЛАНСУ АЗОТА И УГЛЕРОДА

Цель: ознакомиться с сущностью методов определения баланса веществ и энергии в организме животного. Приобрести навыки расчета питательности кормов на основе результатов баланса веществ и энергии. Ознакомиться с существующими системами оценки энергетической питательности кормов.

Литература: [1, с. 33-39; 3, с. 62-63; 4, с. 14-16].

Краткие теоретические сведения

Более совершенным методом для определения качественных изменений в организме животного под влиянием кормления в настоящее время считается балансовый метод. Суть этого метода заключается в том, что об изменениях в обмене веществ и степени использования питательных веществ под влиянием кормления судят по разности между тем, что животное получило в корме и выделило из организма. Метод основан на учете поступления и выделения азота, углерода и энергии из организма.

По балансу азота определяют использование протеина корма, прирост или убыль белка в теле животного. По балансу углерода определяют усвоение углеводов и жиров корма, а также величину отложенного жира в организме животных. Углерод корма выделяется из организма с непереваренными веществами и кишечными газами (метаном и др.), а остальной углерод разносится из кишечника кровью и лимфой по всем частям тела. Для определения баланса углерода необходимо знать не только состав кала и мочи, но и газообмен животного.

По балансу энергии определяют использование организмом животных органического вещества в целом (протеина, жира и углеводов) и энергетической питательности кормов. Таким образом, зная баланс азота и углерода в организме животного, можно рассчитать фактическое содержание белка и жира в теле животного или количество отложенной энергии.

Пример расчета. При проведении балансового опыта в организме животного отложилось 12 г азота и 100 г углерода. Определить питательность корма в овсяных кормовых единицах и крахмальных эквивалентах.

1. Исходя из данных, находим, сколько отложится белка в организме животного из 12 г азота:

100 г белка — 16,67 г азота;

x — 12 г; $x = 72$ г белка.

2. Затем необходимо рассчитать, сколько использовалось углерода в синтезе 72 г белка:

100 г белка — 52,54 г углерода;

72 г — x ; $x = 38$ г.

3. Сколько осталось углерода для синтеза жира:

100 г — 38 г = 62 г.

4. Определяем, какое количество жира синтезируется из 62 г углерода:

100 г жира — 76,5 г углерода;

x — 62 г; $x = 81$ г.

Полученный белок (72 г) переводится в жир с помощью коэффициента 0,6:

$72 \cdot 0,6 = 43$ г жира.

Общее продуктивное действие будет соответствовать:

$81 + 43 = 124$ г жира.

Исходя из полученных данных, рассчитать питательность корма в кормовых единицах:

1 корм. ед. — 150 г жира;

x — 124 г; $x = 0,83$ корм. ед.

В крахмальных эквивалентах: 1 крах. экв. — 248 г жира;

x — 124 г; $x = 0,5$ крах. экв.

Задания

Задание 1. Определить продуктивное действие и общую питательность кукурузного силоса в опыте на волах при откорме по следующим данным:

Две группы волов в течение 30 суток получали следующий рацион:

Вид корма	1 группа, кг	2 группа, кг
Сено луговое	4	4
Силос кукурузный	30	35
Жмых подсолнечный	1	1

В результате контрольного убоя после опыта было установлено в среднем на одну голову отложение белка и жира:

	Белка, кг	Жира, кг
1 группа	4,5	12,0
2 группа	5,5	15,9

1. У волов 2-й группы отложилось за счет дополнительного потребления силоса больше белка на _____ кг, жира на _____ кг

2. Отложенный белок в пересчете на жир составил _____ кг

3. Общее продуктивное действие ___ кг, что соответствует ___ к.ед.

4. Насколько больше животные 2 группы получили силоса ___ кг

5. Определить питательность 1 кг силоса в ОКЕ, ЭКЕ _____.

Задание 2. Написать схемы по определению баланса N (азота) и C (углерода).

$$N_{\text{корма}} =$$

$$C_{\text{корма}} =$$

Задание 3. Определить продуктивное действие и общую питательность лугового сена методом баланса веществ по следующим данным.

Баран в 2-х последовательно проведенных опытах получал рационы, кг:

Вид корма	1 опыт	2 опыт
Сено луговое	1,5	2,0
Силос кукурузный	2,0	2,0
Овес	0,2	0,2

Полученные результаты (в среднем за сутки, г) занести в таблицу 14.

Таблица 14. Поступление и выделение азота и углерода, г

Показатель	1 опыт		2 опыт	
	N	C	N	C
Принято в рационе	25,0	1100	31,5	1300,0
Выделено: в кале	10,0	400	12,0	430,0
в моче	14,5	85	15,5	90,0
в газах	–	610	–	749,6
Баланс (\pm)				

Получено дополнительно во 2-м опыте сена лугового ___ кг.

Отложилось за счет _____ кг сена лугового.

N _____ г, C _____ г

Отложилось белка за счет N _____ г.

Использовано C в синтезе белка _____ г.

Использовано C в синтезе жира _____ г.

Отложилось жира _____ г.

Отложенный белок в пересчете на жир _____ г.

Всего отложилось жира (продуктивное действие) _____.

Питательность 1 кг лугового сена _____ ЭКЕ, ОКЕ.

Задание 4. Определить баланс N, C и продуктивное действие отрубей по данным респираторных опытов на баранах (табл. 15-17).

Таблица 15. Принято и выделено азота и углерода в сутки, %

Принято в сутки	N	C	Выделено в сутки	N	C
Сена — 4,5 кг	1,7	38,0	Кала — 10,5 кг	0,49	9,7
Комбикорма — 3 кг	4,0	41,0	Мочи — 12,0 кг	1,10	1,8
			Метана — 188,0 г	–	75,0
			CO ₂ — 5100,0 г	–	27,3

Таблица 16. Баланс азота и углерода, г

Показатель	N, г	C, г	Показатели	N, г	C, г
В сене — 4,5 кг			В кале — 10,5 кг		
В комбикорме — 3 кг			В моче — 12,0 кг		
			В метане — 188,0 г	—	
			В CO ₂ — 5100,0 г	—	
Итого:			Итого:		
Баланс (+)					

После 1-го опыта был проведен второй, в котором к основному рациону добавили 1,5 кг отрубей с содержанием N — 37,5 г и C — 603 г.

Во втором опыте выделено:

	N, г	C, г
Кала — 12 кг	60,3	1170
Мочи — 13,5 кг	151,2	252
Метана — 220 г	—	165
CO ₂ — 5671 г	—	1548
Выделено всего	211,5	3135

Таблица 17. Расчет баланса N и C второго опыта

Показатель	N, г	C, г
Принято за счет 1-го опыта		
Принято за счет 1,5 кг отрубей		
Всего принято во 2-м опыте		
Выделено во 2-м опыте		
Баланс 2-го опыта		

1. Задержано в организме за счет 1,5 кг отрубей N ___ г, C ___ г.
2. Отложилось белка за счет 1,5 кг отрубей _____ г.
3. Использовано C в синтезе белка _____ г.
4. Использовано C в синтезе жира _____ г.
5. Отложилось жира _____ г.
6. Отложенный белок в пересчете на жир _____ г.
7. Общее жиросотложение _____ г.
8. Питательность 1 кг отрубей _____ ОЖЕ, ЭЖЕ.

Коэффициент использования азота отрубей

- а) с отрубями было принято азота _____ г;
- б) отложилось азота за счет отрубей _____ г;
- в) коэффициент использования азота отрубей _____ г.

Коэффициент использования переваримого азота отрубей

- а) во 2-м опыте было переварено _____ г;
б) в 1-м опыте было переварено _____ г;
в) переварено азота за счет отрубей _____ г;
г) принято азота за счет отрубей _____ г;
д) коэффициент использования переваримого N отрубей __ %.

Задание 5. Определить баланс веществ и энергии по результатам балансового опыта (табл. 18).

Таблица 18. Данные о потреблении веществ и энергии

Показатель	N, г	C, г	Энергия, ккал
В рационе получено	295	5081	49300
Выделено: в кале	82	1380	16500
в моче	112	200	1700
в CO ₂	–	1900	–
в CH ₄	–	150	4100
в молоке	94	1339	8525
Баланс (+)			

1. Задержано в организме N _____ г, C _____ г, энергии _____ ккал.
2. Отложилось белка за счет задержанного N _____ г.
3. Использовано C в синтезе белка _____ г.
4. Использовано C в синтезе жира _____ г.
5. Отложилось жира _____ г.
6. Отложенный белок в пересчете на жир _____ г.
7. Общее жиросотложение _____ г.
8. Продуктивная энергия рациона _____ ккал
9. Обменная энергия рациона _____ ккал.

Контрольные вопросы

1. В чем сущность оценки кормов по продуктивному действию?
2. Какие методы изучения материальных изменений в организме существуют?
3. Какие недостатки присущи методам оценки кормов по продуктивному действию?

Практическое занятие 4 ОЦЕНКА ПИТАТЕЛЬНОСТИ КОРМОВ В ЧАСТНЫХ ЕДИНИЦАХ

Цель: ознакомиться с существующими системами оценки питательности и научиться производить расчеты энергетической питательности в частных единицах.

Литература: [1, с. 43-48; 2, с. 64-68; 3, с. 16-17; 4, с. 25-29].

Краткие теоретические сведения

Разработанная Оскаром Кельнером система оценки общей питательности кормов получила наибольшее распространение в практике животноводства. В основе этой системы заложен способ оценивать питательную ценность кормов по их продуктивному действию (жироотложению) на организм животного.

На основе этого метода в разных странах были разработаны свои эквиваленты: в Советском Союзе — овсяная кормовая единица (1 ОКЕ = 150 г жира), Германии — крахмальные эквиваленты Кельнера (1 крах. экв. = 248 г жира), США — термы Армсби (1 терма = 1000 ккал, или 4,187 МДж), Скандинавии — ячменная кормовая единица (1 СКЕ = 180 г жира).

Таким образом, во всех странах к 50-м годам прошлого века стали применять в основном пять способов оценки энергетической питательности кормов — крахмальные эквиваленты, термы Армсби, сумму переваримых питательных веществ, скандинавскую (ячменную) и советскую (овсяную) кормовые единицы.

Пример расчета: рассчитать количество кормовых единиц в 100 кг пшеничных отрубей при содержании в них 14% белка, 3,2% жира, 8,4% клетчатки и 53,2% БЭВ. Коэффициенты переваримости белка 69%, жира — 64, клетчатки — 28 и БЭВ — 75%. По химическому составу и коэффициентам переваримости необходимо определить содержание переваримых питательных веществ в 100 кг пшеничных отрубей. Оно составит 9,66 (14·69:100); 2,05; 2,35 и 39,9 кг соответственно. Перемножив указанные количества переваримых питательных веществ на константы жиरोотложения, находим ожидаемое отложение жира: $9,66 \cdot 0,235 = 2,27$ кг; $2,05 \cdot 0,526 = 1,08$ кг; $2,35 \cdot 0,248 = 0,58$ кг; $39,9 \cdot 0,248 = 9,9$ кг. Суммарное жиरोотложение составит: $2,27 + 1,084 + 0,58 + 9,9 = 13,83$ кг. Известно, что коэффициент полноценности пшеничных отрубей соответствует 79%, тогда фактическое жиरोотложение составит 10,93 кг ($13,83 \cdot 79:100$). Продуктивное действие 1 кг овса по жиरोотложению (при откорме крупного рогатого скота) соответствует 150 г жира. Разделив 10,93 кг жира на 0,15 кг, получим 72,83 кг. Следовательно, 100 кг отрубей эквивалентны по продуктивному действию 72,83 кг овса и 1 кг отрубей соответствует 0,73 корм. ед.

Задания

Задание 1. Пользуясь показателями продуктивного действия чистых питательных веществ, крахмальных констант, коэффициентами полноценности (табл. 19, 20) или поправкой на содержание сырой клетчатки (табл. 21), рассчитать содержание крахмальных эквивалентов в 100 кг корма (табл. 22).

Таблица 19. Показатели жиросотложения чистых веществ и крахмальных констант

Переваримые питательные вещества, кг	Количество жира, отложенного в организме, кг	Крахмальные константы (по О. Кельнеру)
Переваримый белок	0,235	0,95
Переваримый жир грубых кормов	0,474	1,91
Переваримый жир зерновых и продуктов их переработки	0,526	2,12
Переваримый жир масличных культур и жмыхов	0,598	2,41
Переваримые крахмал и клетчатка	0,248	1,00

Таблица 20. Коэффициенты полноценности кормов (по О. Кельнеру), %

Вид корма	Коэффициент полноценности, %	Вид корма	Коэффициент полноценности, %
Картофель в среднем	100	Кукуруза	100
Морковь	87	Отруби	78
Свекла кормовая	72	Жмых льняной	97
Турнепс	78	Жмых подсолнечный	95
Жом свежий	94	Жмых рапсовый	95
Рожь, пшеница, овес в ср.	95	Барда зерновая	87
Ячмень, горох, бобы в ср.	97	Молоко и кровяная мука	100

Таблица 21. Жиропонижающее действие клетчатки грубых и зеленых кормов

Вид корма	Содержание сырой клетчатки, %	Снижение жиросотложения на 1 кг сырой клетчатки, г
Сено, солома	Более 16	143
Мякина		72
Зеленый корм и силос	Более 16	143
« »	От 14 до 16	131
« »	От 12 до 14	119
« »	От 10 до 12	107
« »	От 8 до 10	94
« »	От 6 до 8	84
« »	До 6	82

Таблица 22. Расчет питательности кормов в крахмальных эквивалентах

Показатель	Протеин	Жир	Клетчатка	БЭВ
Химический состав корма, г				
Коэффициенты переваримости, %				
Содержание ППВ, кг				
Константы жиरोотложения/ крахмальные эквиваленты				
Ожидаемое жиरोотложение по ППВ, кг				
Общее жироотложение (расчетное), кг				
Поправочный коэффициент на содержание сырой клетчатки, г (коэффициенты полноценности, %)				
Жиरोотложение с учетом поправки, кг				
Питательность корма в крахмальных эквивалентах, кг				

Задание 2. Рассчитать содержание овсяных кормовых единиц в корме, пользуясь справочным материалом, данные занести в таблицу 23.

- а) название корма _____
 б) химический состав, %; вода _____; сырой протеин _____
 сырой жир _____; сырая клетчатка _____; БЭВ _____; зола _____

Таблица 23. Расчет питательности корма в частных единицах

Показатель	Протеин	Жир	Клетчатка	БЭВ
Химический состав корма, %				
Коэффициенты переваримости, %				
Содержание ППВ, кг				
Константы жиरोотложения, кг				
Ожидаемое жироотложение по ППВ, кг				

- Общее жироотложение _____
 Поправочный коэффициент на сырую клетчатку
 или коэффициент полноценности _____
 Жиरोотложение с учетом поправки _____
 Питательность 100 кг корма в ОКЕ _____
 Питательность 100 кг в крахмальных эквивалентах _____
 Питательность 100 кг корма в скандинавских
 кормовых единицах (СКЕ) _____
 Питательность 100 кг корма в термах Армсби _____

Контрольные вопросы

1. Что лежит в основе системы оценки питательности кормов по О. Кельнеру?
2. Что означают константы жиросотложения О. Кельнера и что входит в понятие «крахмальный эквивалент»?
3. Какое влияние оказывает уровень сырой клетчатки на продуктивное действие корма?
4. Что такое советская и скандинавская кормовая единица?

Практическое занятие 5

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПИТАТЕЛЬНОСТИ КОРМОВ

Цель: ознакомиться и научиться рассчитывать питательность кормов в энергетических кормовых единицах (ЭКЕ) в зависимости от вида животных.

Литература: [1, с. 48-52; 2, с. 67-71; 3, с. 6-7; 4, с. 18-23].

Краткие теоретические сведения

Энергия — один из основных показателей питательной ценности корма для животного организма, без нее невозможен обмен веществ.

Для нормальной жизнедеятельности, образования продукции необходимо постоянное поступление в организм энергии. Источниками энергии для животных являются органические вещества корма. В последние годы все большее предпочтение отдается оценке питательности кормов и рационов по обменной и чистой энергии.

В нашей стране, начиная с 1932 до 1985 года, применялась оценка общей питательности кормов и нормирование питания по кормовым единицам, в основе которых лежит разработанная Кельнером система крахмальных эквивалентов. Было принято, что одна кормовая единица по энергетической питательности равна 1 кг среднего по качеству овса (или 1414 ккал чистой энергии).

В 1968 году Пленум отделения животноводства ВАСХНИЛ (ныне РАСХН) вынес решение о разработке в нашей стране новой системы оценки питательности кормов по обменной энергии. Было принято, что 1 ЭКЕ равна 2500 ккал (около 10 МДж) обменной энергии. Такая система была разработана, одобрена и с 1985 года внедрена в производство.

В соответствии с международной системой СИ энергетическую ценность выражают в джоулях. Один джоуль равняется 0,2388 калорий, а одна калория — 4,1868 джоуля. Для практических целей рекомендовано обменную энергию выражать в энергетических кормовых единицах. 1 ЭКЕ равна 10 мегаджоулям (МДж) обменной энергии.

Из приведенной ниже схемы биологического распределения энергии корма в процессе ее обмена в организме видно, что ни валовая энергия (ВЭ), ни переваримая (ПЭ) не могут служить объективными показателями энергетической ценности корма, так как они не характеризуют фактического ее использования организмом животных.

Поэтому именно обменная энергия принята за критерий оценки энергетической питательности кормов.

Органические питательные вещества кормов необходимы животным не только как материал для построения тканей тела и синтеза продукции, но и как источник энергии. Поступающая с кормом энергия используется животными прежде всего для поддержания жизненных процессов и для

образования продукции. Поэтому химические преобразования перевариваемых органических веществ корма в организме животного сопровождаются превращениями содержащейся в них энергии и является единым процессом жизнедеятельности. Следовательно, о материальных изменениях в организме животного можно судить и по балансу энергии. Энергия, поступившая в организм животного с кормом, откладывается в теле, выделяется с продукцией, а оставшаяся часть выводится из организма. При проведении опыта не учитывают поступление и выделение воды и минеральных веществ, так как они не являются источниками энергии.

Валовая энергия (ВЭ) — количество энергии, которое освобождается при полном окислении (сгорании) органического вещества корма. Количество энергии по международной системе единиц (СИ) измеряют в джоулях (Дж). 1 Дж = 0,2388 калории (кал), 1 кал = 4,1868 Дж. Энергетическую оценку кормов выражают в мегаджоулях (МДж). 1 МДж = 1 000 000 Дж.

Перевариваемая энергия (ПЭ) — энергия, остающаяся в организме животного после переваривания корма:

$$ПЭ = ВЭ - Э_{кала}$$

Обменная энергия (ОЭ) — определяется по разности между валовой энергией корма (рациона) и ее потерями с калом, мочой и кишечными газами:

$$ОЭ = ВЭ - Э_{кала} - Э_{мочи} - Э_{кишечных\ газов}$$

Пример расчета. При проведении балансового опыта установлено, что корова массой 550 кг с суточным удоем 10 кг ежедневно съедала 50 кг пастбищной злаково-бобовой травы. При этом были определены потери энергии: с калом — 67,6 МДж, с мочой — 6,7 МДж, с метаном — 19,8 МДж. В 1 кг травы содержится 4,2 МДж валовой энергии, следовательно, в 50 кг травы — 210 МДж (4,2 МДж·50 кг). Обменная энергия $ОЭ_{крс}$ в данном примере составит $210 - (67,6 + 6,7 + 19,8) = 115,9$ МДж, или в 1 кг травы 2,32 МДж (115,9 МДж:50 кг). Энергетическая питательность корма составит 0,232 ЭКЕ_{крс}.

Пример расчета:

1. Сумма перевариваемых питательных веществ (СППВ) в 100 кг отрубей, содержащих 13% перевариваемого протеина, 3,1% перевариваемого жира, 1,9% перевариваемой клетчатки и 40,9% перевариваемых безазотистых экстрактивных веществ, составит:

$$13 \text{ кг} + (2,25 \cdot 3,1) \text{ кг} + 1,9 \text{ кг} + 40,9 \text{ кг} = 62,8 \text{ кг}.$$

Следовательно, в 1 кг отрубей СППВ = 628 г.

2. Сумма СППВ в рационе составит:

$$1102 \text{ г} + (2,25 \cdot 210) \text{ г} + 1810 \text{ г} + 4500 \text{ г} = 7885,5 \text{ г}.$$

Рассчитать обменную энергию можно с использованием коэффициентов Ж. Аксельсона:

Пример расчета. По Аксельсону 1 г СППВ = 15,45 кДж (3,69 ккал) обменной энергии. Рассчитаем количество обменной энергии в злаково-бобовой траве данным способом. СППВ в злаково-бобовой траве, по данным опыта, составляет 159,7 г.

Чтобы определить количество обменной энергии для крупного рогатого скота, надо СППВ умножить на коэффициент, предложенный Аксельсоном: $159,7 \cdot 15,45 \text{ кДж} = 2467 \text{ кДж}$, или 2,47 МДж.

Задания

Задание 1. Написать схему энергетического баланса веществ:

а)

б)

Задание 2. Определить переваримую, обменную энергию и энергию теплопродукции рациона в опыте на дойной корове (табл. 24). Вычислить относительную величину переваримой, обменной и продуктивной энергии в процентах к валовой энергии рациона и определить количество ЭКЕ в рационе дойной коровы (табл. 25).

Таблица 24. Баланс энергии по опыту на дойной корове (по А.П. Дмитроченко)

Показатель	Принято		Выделено	
	кг	валовая энергия, МДж	вещество, кг	энергия, МДж
Рацион	42,1	177,336		
Выделено: кала			15,78	46,260
мочи			13,89	5,158
метана			348 (л)	16,006
молока			13,65	32,829
Отложено в теле в белке и жире				12,401

Таблица 25. Расчет количества обменной энергии рациона

Показатель	Количество, МДж	Процент к валовой энергии
Валовая энергия рациона		
Энергия кала		
Энергия ППВ		
Энергия мочи		
Энергия метана		
Обменная энергия		
Энергия теплопродукции		
Энергия продукции		
В том числе в молоке		
в белке и жире		
Количество ЭКЕ в рационе		

Задание 3. Используя уравнения регрессии для крупного рогатого скота, овец, свиней и птицы, определить питательность 1 кг (корма) в обменной энергии и ЭКЕ (табл. 26):

- а) по переваримым питательным веществам;
- б) по сумме переваримых питательных веществ;
- в) с использованием коэффициентов Ж. Аксельсона.

Уравнения регрессий

Для крупного рогатого скота:

$$OE_{крс} = 17,47ПП + 31,23ПЖ + 13,65ПК + 14,78ПБЭВ;$$

овец:

$$OE_o = 17,71ПП + 37,89ПЖ + 13,44ПК + 14,78ПБЭВ;$$

свиней:

$$OE_c = 20,85ПП + 36,63ПЖ + 14,27ПК + 16,95ПБЭВ;$$

птицы:

$$OE_n = 17,84ПП + 39,78ПЖ + 17,71ПК + 17,71ПБЭВ.$$

Таблица 26. Расчет энергетической питательности в кормах

Показатель	Протеин	Жир	Клетчатка	БЭВ
Содержится в 1 кг корма, г				
Коэффициенты переваримости, %				
ППВ, г				
Уравнение регрессии				
Обменной энергии, кДж				
Обменной энергии, МДж				
ЭКЕ в 1 кг корма				

Контрольные вопросы

1. В чем заключается принцип оценки питательности кормов в обменной энергии?
2. Каковы ее преимущества перед системой оценки в овсяных кормовых единицах?
3. Как оценивают питательность кормов по обменной энергии?

Практическое занятие 6 **ОЦЕНКА МИНЕРАЛЬНОЙ** **И ВИТАМИННОЙ ПИТАТЕЛЬНОСТИ КОРМОВ**

Цель: ознакомиться с минеральным и витаминным составом кормов. Научиться рассчитывать реакцию золы в кормах и рационах.

Литература: [1, с. 23-75; 2, с.77-122; 3, с. 81-89; 4, с. 23-27].

Краткие теоретические сведения

Балансирование рационов по минеральным веществам и витаминам нужно проводить всегда в соответствии с действующими нормами для каждого вида и половозрастной группы животных. В тканях животного организма постоянно обнаруживают около 40 минеральных элементов, но физиологическая необходимость доказана пока только 13. При изучении минерального питания животных встречаются определенные трудности, потому что многие физиологические процессы в организме регулируются как отдельными элементами, так и их комплексом. Нормальный обмен и усвоение минеральных элементов могут проходить только в том случае, если они поступают с кормами в строго определенном соотношении между ними.

В настоящее время выделено и изучено более 20 витаминов. Витамины классифицируют по их отношению к растворителям и по физиологическому действию. По первому признаку витамины делятся на две группы: растворимые в жирах (витамины А, D, Е, К) и растворимые в воде (витамины группы В и витамин С). А по роли в клеточном обмене — на биокаталитические, участвующие в построении ферментов, и являются их составными частями (витамины группы В и витамин К), и витамины с индуктивным действием, функция которых состоит в поддержании дифференциации тканей и упорядочении клеточных структур (витамины А, D, Е, С).

Задания

Задание 1. На основании справочных данных рассчитать отношение кальция и фосфора в следующих кормах (по форме таблицы 27).

Таблица 27. Содержание кальция и фосфора в кормах, г

Вид корма	Содержится		Отношение кальция и фосфора
	кальция	фосфора	
Клеверо-тимофеечная смесь			
Отава многолетних трав			
Сено луговое			
Сено клеверо-тимофеечное			
Солома овсяная			
Силос вико-овсяный			
Силос горохо-овсяный			
Сенаж клеверо-тимофеечный			
Свекла кормовая			
Картофель			
Жмых подсолнечный			
Шрот льняной			
Барда хлебная			
Овес			
Ячмень			

Задание 2. Для полного использования животными питательных веществ рациона и поддержания в норме здоровья необходимо, кроме абсолютного содержания минеральных веществ, контролировать соотношение кислотных и щелочных элементов. Пользуясь справочным материалом, рассчитать отношение кислотных и щелочных элементов в кормах (табл. 28), используя следующую формулу:

$$P_h = \frac{0,028CL + 0,062S + 0,097P}{0,044Na + 0,0256K + 0,082Mg + 0,050Ca}$$

Таблица 28. Определение реакции золы в некоторых видах кормов (по выбору)

Вид корма	Содержание в 1 кг корма, г/элемент.							Сумма г/экв	P_h
	кислые			основные					
	P	Cl	S	Ca	Na	K	Mg		
1									
2									
3									
4									
5									
6									

Задание 3. В соответствии с индивидуальным заданием вычислите реакцию золы в следующих рационах (табл. 29).

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

Основной

1. Менькин, В.К. Кормление животных. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : КолосС, 2007. — 360 с.
2. Практикум по кормлению животных / Л.В. Топорова, А.В. Архипов, Н.Г. Макарец и др. — М. : КолосС, 2007. — 358 с.
3. Хохрин, С.Н. Кормление сельскохозяйственных животных. — М. : КолосС, 2007. — 692 с.

Дополнительный

4. Хазиахметов, Ф.С. Рациональное кормление животных : учебное пособие. — СПб. : Лань, 2011. — 368 с.

Учебно-практическое издание

Кормление животных. Оценка питательности кормов и научные основы полноценного питания животных : практикум для студентов направления подготовки 36.03.02 «Зоотехния» очной и заочной форм обучения / сост. Т.Н. Кирикова, А.С. Давыдова. — Караваево : Костромская ГСХА, 2015. — 34 с.

Гл. редактор Н.В. Киселева
Редактор выпуска Т.В. Тарбеева
Корректор Т.В. Кулинич

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Костромская государственная сельскохозяйственная академия" 156530, Костромская обл., Костромской район, пос. Караваево, уч. городок, д. 34, КГСХА

Компьютерный набор. Подписано в печать 11/12/2015.
Заказ №1199. Формат 84x60/16. Тираж 100 экз.
Усл. печ. л. 2,16. Бумага офсетная. Отпечатано
24/12/2015. Цена 18,00 руб.

Отпечатано с готовых оригинал-макетов в академической типографии на цифровом дубликаторе. Качество соответствует предоставленным оригиналам.
вид издания: первичное (редакция от 5.06.2015 № 313)

Цена 18,00 руб.



2015*1199