МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ,
НАУКИ И КАДРОВОЙ ПОЛИТИКИ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
ОРДЕНОВ ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ
И ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

А. Я. Райхман, Г. Г. Мясников

КОРМЛЕНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

КОРМЛЕНИЕ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

*Рекомендовано учебно-методическим объединением
по образованию в области сельского хозяйства
в качестве учебно-методического пособия
для студентов учреждений, обеспечивающих получение
высшего образования I ступени по специальности
1-74 03 01 Зоотехния*

Горки
БГСХА
2023

УДК 636.084(075.8)
ББК 45.45я73
Р18

Рекомендовано методической комиссией факультета биотехнологии и аквакультуры 24.05.2022 (протокол № 9) и Научно-методическим советом БГСХА 25.05.2022 (протокол № 9)

Авторы:
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *А. Я. Райхман*;
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *Г. Г. Мясников*

Рецензенты:
доктор сельскохозяйственных наук *Н. В. Пилюк*;
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *Н. А. Шарейко*

Райхман, А. Я.
Р18 Кормление сельскохозяйственных животных. Кормление крупного рогатого скота : учебно-методическое пособие / А. Я. Райхман, Г. Г. Мясников. – Горки : БГСХА, 2023. – 271 с.
ISBN 978-985-882-341-2.

Приведены сведения о составе и питательности кормов. Изложены методики вычисления расчетных показателей и даны теоретические основы, задания и методические указания для составления рационов и выполнения всех расчетов, необходимых для организации полноценного кормления крупного рогатого скота. Изложены основы компьютерного моделирования смесей, рационов, рецептов комбикормов.

Для студентов учреждений, обеспечивающих получение высшего образования I ступени по специальности 1-74 03 01 Зоотехния.

УДК 636.084(075.8)
ББК 45.45я73

ISBN 978-985-882-341-2

© УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», 2023

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ СОКРАЩЕНИЯ

АКД – амидоконцентратные добавки.

БАВ – биологически активные вещества.

БВМД – белково-витаминно-минеральные добавки.

БЭВ, ПБЭВ – безазотистые экстрактивные вещества, переваримые безазотистые экстрактивные вещества.

ВЭ – валовая энергия.

ЗЦМ – заменители цельного молока.

ИП – используемый протеин.

КДК – кислотно-детергентная клетчатка, остаток, полученный при обработке пробы кислотным детергентом. Она содержит главным образом целлюлозу, лигнин и кремний. Чем больше их в рационе, тем хуже переваримость и доступность энергии и питательных веществ грубого корма.

КИПП – коэффициент использования переваримого протеина.

КОЭ – концентрация обменной энергии.

КП – коэффициент переваримости.

Кр – крахмал.

КРС – крупный рогатый скот.

ЛЖК – летучие жирные кислоты.

ЛФУ – легкоферментируемые углеводы.

МЕ – международные единицы.

НДК – нейтрально-детергентная клетчатка, фракция корма, которая не растворяется в нейтральном детергенте, показывает количество клеточного материала стенок растений, или структурных волокон, в корме.

НЖК – незаменимые жирные кислоты.

НРП – нерасщепляемый протеин.

НСТ Кр – нестабильный крахмал.

ОВ – органическое вещество.

ОКЕ – овсяная кормовая единица.

ОЭ – обменная энергия

ППВ – переваримые питательные вещества.

ПО – протеиновое отношение.

ПЭ – переваримая энергия.

РБА – рубцовый баланс азота.

РП – расщепляемый протеин.

САВ – синтетические азотсодержащие вещества.

Ст Кр – стабильный крахмал.
СВ – сухое вещество.
СЖ, ПЖ – сырой жир, переваримый жир.
СЗ – сырая зола.
СКл, ПКл – сырая клетчатка, переваримая клетчатка.
СНК – система нормированного кормления.
СП, ПП – сырой протеин, переваримый протеин.
СППВ – сумма переваримых питательных веществ.
СПО – сахаропротеиновос отношение.
ЭКЕ – энергетическая кормовая единица.
ЭПО – энергопротеиновое отношение.

ВВЕДЕНИЕ

Рационы животных состоят из разнообразных кормов растительного и животного происхождения, а также из минеральных и витаминных добавок. Полное использование генетического потенциала животных зависит не только от количества, но и от качества кормов. Один из этапов оценки качества кормов – определение их химического состава, который не всегда постоянен и зависит от многих факторов. Например, химический состав растительных кормов зависит от вида растений, состава почвы, нормы внесения и вида удобрений, погодных условий, технологии заготовки и условий хранения. На химический состав кормов животного происхождения прежде всего оказывают влияние исходное сырье, технология приготовления и условия хранения. В практической работе часто используют справочные материалы по химическому составу и питательности кормов, однако эти данные ориентировочные. При организации нормированного кормления животных необходимо знать фактическое содержание питательных веществ в кормах. Для этого проводят их зоотехнический анализ. Принципиальная схема зоотехнического анализа была разработана более века назад. Ее постоянно совершенствуют и дополняют новыми показателями.

При изучении материалов этого пособия студентам очень важно научиться формализовать алгоритмы расчетов в электронной таблице. Это позволит более тщательно отработать детали вычислений и привьет навыки применения информационной технологии в повседневной работе, защитит от ошибок и сократит затраты времени.

Для закрепления материала рекомендуется его многократное повторение и проведение регулярного контроля знаний пройденных разделов. Обязательным условием для успешного освоения предлагаемых методов является решение расчетных задач и примеров из практики животноводческих предприятий агропромышленного комплекса.

1. ОЦЕНКА ПИТАТЕЛЬНОСТИ КОРМОВ И РАЦИОНОВ

1.1. Изучение химического состава кормов

Цели занятия: освоить терминологию, применяемую в кормлении для обозначения питательных веществ; ознакомиться с химическим составом основных кормов; изучить основы методов определения основных групп питательных веществ и расчетов, связанных с форматом представления информации о кормах.

Растения, животные и их продукты содержат сходные группы химических соединений. Азот, углерод, водород, кислород, кальций и фосфор составляют около 98,5 % вещества растения и животного.

Минеральные вещества делят на макро- и микроэлементы. К макроэлементам относят образующие щелочи: кальций, магний, калий, натрий и образующие кислоты: серу, фосфор, хлор, силиций (кремний). К микроэлементам относят: кобальт, медь, марганец, цинк, йод, бор, железо.

Элементы входят в состав химических соединений, содержащихся в животном и растении. К таким соединениям относятся: вода, органические вещества (белки, углеводы, жиры)и минеральные (зола).

Химический состав растительных кормов зависит от многих факторов: вида растений, их агротехники, времени и способа уборки, технологии консервирования и условий хранения, состава почвы, географических и метеорологических условий.

При составлении рационов для животных необходимо знать фактическое содержание питательных веществ в кормах. Определение содержания питательных веществ в кормах – задача зоотехнического анализа. Для его проведения средние пробы корма систематически отправляют в лабораторию. Показатели химического состава кормов – основа оценки их питательности.

Методами зоотехнического анализа определяют группы питательных веществ, которые содержатся в кормах не в чистом виде, а с примесями (см. схему химического состава корма). В задачу зоотехнического анализа по основным показателям входит определение в корме влаги, сырого протеина, сырого жира, сырой клетчатки, безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ) и сырой золы.

Содержание влаги определяют по разности массы навески до высушивания и после высушивания.

Сырой протеин в корме определяют по содержанию азота в белке и амидах (полипептиды, аминокислоты, амиды аминокислот, а также азот липидов, гликозидов, аммонийных солей, нитратов и др.).

При определении сырого жира в эфирную или бензиновую вытяжку переходят нейтральный жир и жирные кислоты, а также воски, смолы, стеролы, фосфатиды, жирорастворимые пигменты, витамины и др.

Сырую клетчатку представляют группы веществ, состоящие из собственно клетчатки (целлюлозы), а также некоторого количества гемицеллюлоз (пентозаны, гексозаны), инкрустирующих и небольшой части минеральных веществ.

В группу безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ) относят углеводы разной системы полимерности: моно-, ди- и трисахариды (фруктоза, манноза, галактоза, сорбоза, сахароза, мальтоза, лактоза, целлобиоза, раффиноза); пентозаны, гексозы, декстрины, гемицеллюлозы, крахмал, пектиновые вещества, органические кислоты (яблочная, винная, молочная, уксусная, масляная, щавелевая и др.).

В лабораториях по химическому анализу кормов (в зависимости от их оснащенности приборами и реактивами) можно расширить приведенную схему зоотехнического анализа. Например, в сыром протеине можно определить белок, амиды, аминокислоты, нитраты, аммиак и др.; в углеводном комплексе кроме сырой клетчатки определяют гемицеллюлозу, крахмал, различные сахара, лигнин и др. Можно определить энергетическую питательность кормов опытным путем или косвенным по уравнениям регрессии. Для этого необходима информация об органических веществах корма.

В золе корма определяют содержание кальция, фосфора, магния, калия натрия, серы, хлора, железа, меди, кобальта, марганца, цинка, йода, селена и др. Кроме того, в кормах определяют каротин, витамины А, Е, D, К, С и витамины группы В.

Для организации полноценного кормления животных необходимо знать их потребность в питательных веществах, а также содержание этих веществ в кормах.

Задание 1.1. Изучить схему зоотехнического анализа кормов (рис. 1.1). Указать названия групп питательных веществ и сформулировать основы методов их определения. Необходимо запомнить, какие химические соединения и элементы входят в состав органической и неорганической части корма, а также, что входит в состав сырой золы, сырого протеина, сырого жира и безазотистых экстрактивных веществ.

Далее приведена классическая схема зоотехнического анализа кормов по Геннебергу и Штоманну.

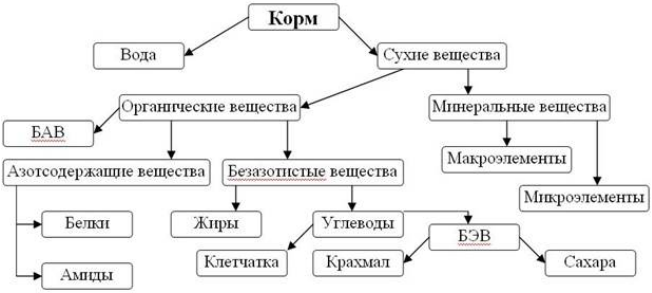


Рис. 1.1. Классическая схема зоотехнического анализа кормов

Схему зооанализа можно представить в математическом виде. Для этого следует использовать следующие уравнения:

Корм = СВ + Вода;
СВ = ОВ + СЗ;
ОВ = СП + СЖ + СКл + БЭВ.

Объединив представленные выше уравнения, получим:

Корм = Вода + СЗ + СП + СЖ + СКл + БЭВ.

Дать названия питательных веществ по результатам зоотехнического анализа кормов в следующих примерах:

а) 100 – % воды = ...;
б) 100 – (% воды + % золы) = ...;
в) 100 – (% воды + % золы + % протеина + % жира + % клетчатки) =
г) % азота·6,25 = ...;
д) % протеина – % белка = ...;
е) % протеина + % жира + % клетчатки + % БЭВ = ...;
ж) БЭВ = … .

Ознакомиться с таблицами химического состава кормов.

Задание 1.2. Изучить справочную информацию о химическом составе и питательности кормов. Выписать основные показатели и произвести вычисление расчетных показателей (рис. 1.1). Отработать методику пересчета питательности кормов из натурального корма на сухое вещество и наоборот – из сухого вещества на единицу веса натурального корма. Научиться переводить показатели питательности кормов из абсолютных величин в относительные и наоборот.

Выписать по 4 корма с большим и малым содержанием сырого протеина и сырой клетчатки в сухом веществе (СВ) кормов.

Задание 1.3. Изучить методику решения задач пересчета из граммов в проценты, килограммы, миллиграммы, тонны, центнеры, и наоборот.

Информацию для расчета брать из таблиц питательности кормов.

После заполнения таблицы освоить метод пересчета питательности кормов на 1 кг сухого вещества, а также из сухого вещества на натуральный корм. Отработать методику расчетов на примерах, предложенных преподавателем.

Пример расчета концентрации ОЭ в 1 кг сухого вещества силоса кукурузного. Допустим, содержание сухого вещества в силосе составляет 27 % (270 г в килограмме натурального корма), а сырого протеина содержится 2,5 % (25 г/кг натурального корма).

Поскольку протеин представляет часть сухого вещества, можно заключить, что 25 г его содержится в 270 г сухого вещества. Остается рассчитать его количество в 1 кг СВ по пропорции:

270 г СВ – 25 г СП;
1000 г СВ – X г СП.

Отсюда $X = 1000 \cdot 25 / 270 = 92{,}6$ г СП в 1 кг СВ.

Пример перевода показателя из концентрации в 1 кг СВ на его содержание в натуральном корме. Допустим, концентрация ОЭ в СВ силоса кукурузного составляет 9,8 МДж/кг СВ, а СВ в силосе – 27 % (270 г).

Составим пропорцию:

9,8 МДж – 1000 г СВ;
X МДж – 270 г СВ.

Отсюда $X = 9{,}8 \cdot 270 / 1000 = 2{,}65$ МДж/кг натурального корма.

Ниже приведена детализированная классическая схема зоотехнического анализа кормов (рис. 1.2). В ней показано, что включает каждая группа веществ органической и минеральной составляющей корма.

В прил. 4 приведена схема зоотехнического анализа кормов, уточненная в соответствии с новыми представлениями науки о кормлении сельскохозяйственных животных (по Ван Соесту). Следует изучить эту схему и освоить методику определения нейтрально-детергентной клетчатки (НДК), кислотно-детергентной клетчатки (КДК) и неструктурных углеводов (НСУ). Используя таблицу питательности кормов (прил. 1), рассчитать все необходимые показатели основных кормов (табл. 1.1). Научиться определять концентрацию элементов питания в кормах, используя как относительные показатели, так и абсолютное их количество.

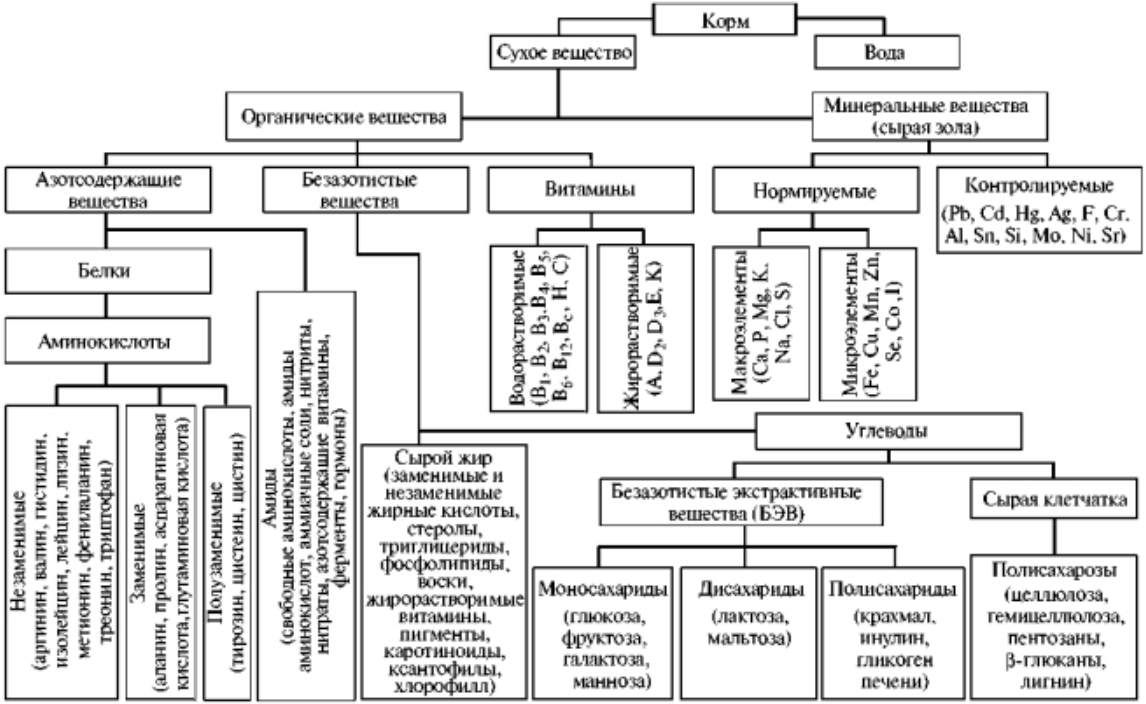


Рис. 1.2. Детализированная классическая схема зоотехнического анализа кормов

Таблица 1.1. **Химический состав кормов, %**

Наименование корма	Вода	СВ	ОЭ, МДж	СП	РП	НРП	СЖ	СКл	КДК	НДК	Крахмал		Сырая зола	Органическое вещество	БЭВ
											СТБ Кр	НСТБ Кр			
ЗМ пастбища в среднем															
Солома ячменная яровая															
Сено луговое в среднем															
Сенаж разнотравный															
Силос кукурузный 1-го класса															
Силос кукурузный высшего класса															
Зерно ячменя															
Зерно тритикале															
Зерно кукурузы															
Зерно гороха															
Шрот рапсовый															
Шрот соевый															
Патока свекловичная															
Картофель сырой															
Свекла кормовая															
Молоко цельное															
Мука мясокостная															
Мука рыбная															

Задание 1.4. Используя информацию об урожайности кормовых культур в Республике Беларусь, рассчитать выход питательных веществ с единицы площади. Использовать информацию о растительных кормах из табл. 1.1. Сравнить культуры по выходу энергии, протеина, сухого и органического вещества. Результаты расчетов свести в табл. 1.2.

Таблица 1.2. **Выход питательных веществ с 1 га**

Кормовые культуры	Урожай	СВ, ц	ОЭ, ГДж	СП, кг	СКл, кг

Задание 1.5. Рассчитать, сколько можно получить сена с 4 га площади при урожайности зеленой массы 170 ц/га. Содержание воды в зеленой массе составляет 80 %, а в сене – 17 %.

Задание 1.6. Изучить основы методов определения основных групп питательных веществ в кормах.

Контрольные вопросы

1. Перечислите химические элементы и вещества, которые содержатся в растениях и организме животных. Назовите основные различия по этим показателям между растениями и животными.
2. Нарисуйте схему зоотехнического анализа кормов и укажите, что входит в каждую группу питательных веществ.
3. Запишите схему зоотехнического анализа в форме математических уравнений.
4. Как определить органическое вещество корма?
5. Из каких питательных веществ состоит органическое вещество корма?
6. Изложите основы методов определения сырого протеина, сырого жира, сырой клетчатки, БЭВ.
7. Почему клетчатку выделяют из группы углеводов, из каких химических веществ она состоит?
8. Из каких веществ состоит нейтрально-детергентная (НДК) и кислотно-детергентная клетчатка?

9. Укажите основные различия между кормами растительного и животного происхождения.

10. Произведите расчет содержания питательных веществ в 1 кг сухого вещества из натурального и наоборот (по заданию преподавателя).

11. Поясните значение приставки «сырой» в названии основных групп органических веществ.

12. Какие корма содержат много протеина, сахара, крахмала, клетчатки, кальция, фосфора?

13. Чем отличается схема анализа кормов по Ван Соесту от схемы по Геннебергу и Штоманну?

1.2. Оценка кормов по переваримым питательным веществам

Цели занятия: изучить современные методы определения переваримости питательных веществ в кормах и рационах; освоить методику организации и проведения опытов по переваримости на животных; разработать и реализовать алгоритм расчетов средствами информационных технологий, используя инструментарий электронных таблиц.

Задание 1.7. Вычислить коэффициенты переваримости питательных веществ рациона кормления дойной коровы прямым методом с помощью персонального компьютера. Для углубления понимания алгоритма расчета студентам предлагается самостоятельно определить его в электронной таблице Excel. Порядок выполнения задания приведен далее.

1. Рассчитать переваримость органического вещества рациона.

2. Рассчитать процент всасывания сырой золы из приведенного рациона.

3. Рассчитать сумму переваримых питательных веществ по формуле

$$\text{СППВ} = \text{ПП} + \text{ПЖ} \cdot 2{,}25 + \text{ПКл} + \text{ПБЭВ}.$$

4. Рассчитать протеиновое отношение в данном рационе и объяснить его смысл. Для расчета следует использовать формулу

$$\text{ПО} = \frac{\text{ПЖ} \cdot 2{,}25 + \text{ПКл} + \text{ПБЭВ}}{\text{ПП}}.$$

Исходная информация представлена в табл. 1.3, 1.4.

Т а б л и ц а 1.3. **Химический состав кормов и кала по результатам опыта, %**

Корма и кал	СВ, %	Содержание в СВ, %			
		Протеин	Жир	Клетчатка	БЭВ
Сено луговое	83	7,2	2,4	30,1	56,6
Сенаж злаково-бобовый	48	8,3	2,1	25,0	60,4
Силос кукурузный	29	10,3	1,7	24,1	62,1
Свекла кормовая	13	13,1	3,1	23,1	53,8
Дерть ячменная	85	11,3	2,9	7,6	72,0
Шрот рапсовый	88	47,7	4,5	13,6	27,3
Кал коровы, 23 кг	22	11,8	3,7	25,7	46,0

Т а б л и ц а 1.4. **Расчет переваримости питательных веществ рациона**

Показатели	Рацион, кг	СВ, г	Протеин, г	Жир, г	Клетчатка, г	БЭВ, г
Сено луговое	2					
Сенаж злаково-бобовый	12					
Силос кукурузный	18					
Свекла кормовая	8					
Дерть ячменная	5					
Шрот рапсовый	1,5					
Всего принято						
Выделено с калом						
Переварено						
Процент переваримости						

В сущности, протеиновое отношение показывает, сколько переваримых безазотистых органических веществ приходится на 1 часть переваримого протеина. Различают три градации протеинового отношения (ПО):

– нормальное ПО – находится в пределах от 6 до 8. Это означает, что протеин будет использован организмом животного оптимальным образом. Он не превращается в источник энергии, является строительным материалом для органов и тканей;

– широкое ПО – более 8. Такие корма или рационы дефицитны по количеству протеина. Энергия избыточна и «сгорает» в организме напрасно;

– узкое ПО – менее 6. В такой ситуации мы имеем избыток протеина (или недостаток энергии). Часть протеина используется в качестве

энергетического источника, что нежелательно с точки зрения экономической эффективности, поскольку протеиновые корма и добавки, как правило, очень дорогие. Кроме того, создается напряжение азотистого обмена, которое может перейти в специфические заболевания.

Реализация методики расчета переваримости питательных веществ в программе Excel показана на рис. 1.3.

	A	B	C	D	E	F	G
1	**Расчет переваримости питательных веществ**						
2	**рациона прямым методом**						
3	***Химический состав кормов и кала, %***						
4	**Корм и кал**	**Кол-во,кг**	**Сух в-во**	**Прот**	**Жир**	**Клетч**	**БЭВ**
5	Сено луговое	1,0	87,5	7,0	2,5	23,8	44,2
6	Сено клеверное	1,0	83,0	13,4	2,3	24,9	35,5
7	Силос викоовсяный	1,0	25,0	2,6	0,7	6,0	9,9
8	Свекла сахарная	1,0	17,0	1,6	0,1	1,2	19,4
9	Отруби пшеничные	1,0	85,0	14,6	3,2	8,1	54,6
10	Дерть овсяная	1,0	86,0	12,8	5,1	5,3	60,4
11	Жмых подсолнечниковый	1,0	90,0	43,1	7,5	13,7	20,4
12	Кал	1,0	21,5	2,0	0,6	4,8	10,1
13							
14	***Потребление веществ с кормами и выделение с калом***						
15	**Показатели**	**Кол-во,кг**	**Сух в-во**	**Прот**	**Жир**	**Клетч**	**БЭВ**
16	Сено луговое	2,0	1750	140	50	476	884
17	Сено клеверное	2,0	1660	268	46	498	710
18	Силос викоовсяный	25,0	6250	650	175	1500	2475
19	Свекла сахарная	7,0	1190	112	7	84	1358
20	Отруби пшеничные	1,5	1275	219	48	122	819
21	Дерть овсяная	1,0	860	128	51	53	604
22	Жмых подсолнечниковый	1,5	1350	647	113	206	306
23	***Выделено с калом***	***25,0***	***5375***	***500***	***150***	***1200***	***2525***
24	***Принято всего***	***40,0***	***14335***	***2164***	***490***	***2938***	***7156***
25	***Переварено***	***15,0***	***8960***	***1664***	***340***	***1738***	***4631***
26	***% переваримости***	***37,50***	***62,50***	***76,89***	***69,36***	***59,16***	***64,71***
27							

Рис. 1.3. Электронная таблица с расчетом коэффициентов переваримости питательных веществ

Прежде всего, следует занести в электронную таблицу химический состав кормов и кала, как это показано на рис. 1.3 в блоке ячеек A4:G12. Данные приведены в процентах. Для улучшения восприятия цифровой информации ее необходимо округлить до одного знака после десятичной точки и выровнять по правому краю. Для этого следует выделить соответствующий блок, выбрать **Формат ячеек** из объектно-ориентированного меню (вызывается правой клавишей мыши) и на закладке **Выравнивание** указать **По правому краю**.

Расчетная часть электронной таблицы определена в блоке A16:G26. Формулы записаны таким образом, что вычисляется поступление питательных веществ с каждым из кормов в зависимости от его количества и химического состава.

Так, потребление питательных веществ с сеном луговым определяется путем введения в данную таблицу формул в ячейки C16:G16:

=C5*$B16*10 по сухому веществу;
=D5*$B16*10 по протеину;
=E5*$B16*10 по жиру;
=F5*$B16*10 по клетчатке;
=G5*$B16*10 по БЭВ.

Абсолютная адресация здесь используется для удобства копирования формул, а умножение на 10 переводит проценты в граммы. Аналогичным образом рассчитано потребление питательных веществ со всеми кормами рациона.

Для определения выделения соответствующих веществ с калом в блоке C23:G23 записано: =C12*$B23*10; =D12*$B23*10; =E12*$B23*10; =F12*$B23*10; =G12*$B23*10.

В 24-й строке таблицы вычисляется общее потребление веществ со всеми кормами рациона путем использования функции суммирования, а затем по разности между принятым и выделенным выводится количество переваренных питательных веществ. В последней строке таблицы остается только определить формулы для расчета процентов переваримости по каждому из органических веществ в рационе, разделив переваренные вещества на потребленные и умножив результат на 100 %.

Как видно из приведенного примера, простота метода позволяет записать алгоритм его расчета в электронной таблице, не прибегая к программированию. Решение других подобных задач осуществляется путем изменения питательности кормов, химического состава выделений и количества кормов в рационе. Функциональная часть таблицы может быть расширена при необходимости изучения переваримости более сложных (по набору кормов) рационов.

Задание 1.8. Вычислить коэффициенты переваримости шрота соевого дифференцированным методом. Разработать и реализовать алгоритм расчета с использованием персонального компьютера средствами электронной таблицы.

Данные, полученные в ходе проведения зоотехнического эксперимента по определению переваримости испытуемого корма, представлены в табл. 1.5, химический состав кормов и выделений – в табл. 1.6.

Для выполнения задания на компьютере необходимо записать алгоритм расчета в электронной таблице, используя формулы, определяющие взаимосвязи между исходными данными и результатами счета, а именно – коэффициентами переваримости органических веществ исследуемого корма.

Таблица 1.5. **Рационы и кал коров в 1-м и 2-м опытах**

Корма	1-й опыт		2-й опыт	
	Количество корма, кг	Количество СВ, кг	Количество корма, кг	Количество СВ (80 %), кг
Сено злаково-бобовое	4	3,32	3,2	2,66
Сенаж	12	4,08	9,6	3,26
Силос кукурузный	16	4,16	12,8	3,33
Ячмень	5	4,25	4,0	3,40
Шрот соевый	0,5	0,45	0,4	0,36
Всего СВ	–	16,26	–	13,01
Дополнительный шрот	–	–	3,61	3,25
Кал	20,0	–	21,5	–

Таблица 1.6. **Химический состав кормов и кала по данным учета и анализа в опытах, %**

Корма и выделения	СВ	СП	СЖ	СКл	БЭВ
Сено злаково-бобовое	83,0	9,2	2,0	23,5	45,0
Сенаж	34,0	4,2	1,6	11,5	10,2
Силос кукурузный	26,0	2,4	0,9	5,8	12,7
Ячмень	85,0	9,8	2,2	7,2	58,8
Шрот соевый	90,0	45,0	3,5	7,5	33,0
Кал в 1-м опыте	22,0	2,4	1,0	5,8	10,0
Кал в 2-м опыте	22,4	2,7	0,9	5,1	9,4

Расчет количества кормов во втором опыте проводим следующим образом:

– вычисляем количество сухого вещества каждого из кормов в первом опыте, используя данные о химическом составе;

– вычисляем количество сухого вещества во втором опыте, уменьшая его на 20 % для каждого корма;

– суммируем сухое вещество – получили значения 16,26 кг для первого и 13,01 кг для второго опытов;

– находим арифметическую разницу, которая составляет 3,25 кг (16,26 – 13,01);

– именно такое количество и надо добавить во второй рацион за счет шрота – это составляет 3,61 кг;

– проводим второй опыт по переваримости на тех же животных по рассчитанному нами рациону.

После проведения второго опыта и завершения лабораторных исследований кормов и выделений мы можем рассчитать переваримость питательных веществ отдельного корма (шрота соевого). Все расчеты сведем в табл. 1.7.

Таблица 1.7. **Вычисление коэффициентов переваримости соевого шрота**

Показатели	СВ, г	СП, г	СЖ, г	СКл, г	БЭВ, г
Расчет переваримости веществ в первом опыте					
Принято всего	16,26				
Выделено с калом	4,40				
Переварено	11,86				
Коэффициенты переваримости	72,94				
Расчет переваримости шрота соевого во втором опыте					
Принято в 80 % основного рациона	13,01				
Принято в дополнительном количестве шрота	3,25				
Принято всего в 2-м опыте	16,26				
Выделено с калом в 2-м опыте	4,82				
Переварено всего в 2-м опыте	11,44				
Переварено в 80 % основного рациона в 2-м опыте*	9,49				
Переварено за счет дополнительного количества шрота	1,96				
Коэффициенты переваримости шрота	60,15				

*Расчет делается на основании коэффициентов переваримости, полученных в 1-м опыте.

В табл. 1.7 произведен расчет переваримости сухого вещества шрота соевого. Самостоятельно произвести расчеты по протеину, жиру, клетчатке и БЭВ.

Открыть электронную таблицу Excel и создать документ под именем «Расчет переваримости дифференцированным методом <фамилия студента>.xlsx». Занести исходные данные в таблицу и решить задачу путем ее алгоритмизации формальными средствами табличного процессора.

Файлы примеров решения хранятся в электронном портале кафедры кормления и разведения сельскохозяйственных животных. Ссылка на интернет-источник доступна студентам в компьютерных классах кафедры.

На рис. 1.4 изображен лист электронной таблицы, содержащий исходные данные и результаты расчетов. Формулы, содержащиеся в нем, не отображаются. Для их просмотра необходимо включить режим отображения формул, в котором ячейки с формулами будут видны на экране – войти в меню **Сервис** | **Параметры** | **Параметры окна**. Установить флажок в поле **Формулы** и подтвердить, щелкнув мышью по кнопке **OK**. Будут отображены формулы вместо значений, что позволит детально изучить алгоритм расчета. Самостоятельное оформление приведенной таблицы желательно, но не обязательно. Достаточно воспользоваться файлом ДифМетодПереваримости.xls, который откроется в программе Excel.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1	***Расчет переваримости дифференцированным методом***																	
2	Таблица1. Количество съеденных кормов и выделенного кала																	
3		**опыт 1**		**опыт 2**		**Хим сост кормов,г/кг**					**Принято в 1 опыте**				**Принято во 2 опыте**			
4	**Наименование**	**Колич. корма, кг**	**Колич.СВ, кг**	**Колич. корма, кг**	**Колич.СВ, кг**	**СВ**	**Протеин**	**Жир**	**Клетчатка**	**БЭВ**	**Протеин**	**Жир**	**Клетчатка**	**БЭВ**	**Протеин**	**Жир**	**Клетчатка**	**БЭВ**
5	Сено луговое	3	2571	2,4	2057	857	70	25	238	442	210	75	714	1326	168	60	571	1061
6	Сено клеверное	2	1660	1,6	1328	830	134	23	249	355	268	46	498	710	214	36,8	398	568
7	Силос викоовсяный	25	6250	20	5000	250	26	7	60	99	650	175	1500	2475	520	140	1200	1980
8	Свекла сахарная	7	1190	5,6	952	170	16	1	12	194	112	7	84	1358	89,6	5,6	67,2	1086
9	Отруби пшеничные	1,5	1275	1,2	1020	850	146	32	81	546	219	48	122	819	175	38,4	97,2	655,2
10	Дерть овсяная	1	860	0,8	688	860	128	51	53	604	128	51	53	604	102	40,8	42,4	483,2
11	Жмых подсолнечниковый	1,5	1350	1,2	1080	900	431	75	137	204	647	113	206	306	517	90	164	244,8
12	Содержание в кормах СВ, г:		15156		12125													
13	Жмых дополн. во 2 опыте, г:			3,37	3031										1452	253	461	687,1
14	% сухого вещества		100		100													
15	% сухого вещества за счет:																	
16	основного рациона		100		80													
17	жмыха				20													
18																		
19	Итого принято с основню рац										2234	515	3176	7598	1787	412	2541	6078
20	Итого осн + жмых														3238	664	3002	6765
21																		
22	Выделено с калом в 1 опыте	25				215	20	6	48	101	500	150	1200	2525				
23	Переваренов 1 опыте										1734	365	1976	5073				
24	% переваримости в 1 опыте										77,6	70,8	62,2	66,8				
25																		
26	***опыт 2***																	
27	Принято в 80% осн рациона														1787	412	2541	6078
28	Принято в доп жмыхе														1452	253	461	687,1
29	Принято всего														3238	664	3002	6765
30	Выделено с калом	24				220	22	6	44	103					528	144	1056	2460
31	Переварено всего														2710	520	1946	4305
32	Переварено в 80% осн рац														1387	292	1581	4058
33	Перевар. за счет доп жмыха														1324	229	365	247,1
34	% переваримости жмыха														91,2	90,5	79,2	35,96

Рис. 1.4. Реализация дифференцированного метода в Excel

1.3. Расчет общей питательности кормов по их продуктивному действию

Для оценки общей питательности кормов была принята овсяная кормовая единица. Овсяная кормовая единица (ОКЕ, корм. ед., к. ед.) – единица измерения общей питательности кормов была разработана в 1922 г. профессором Е. А. Богдановым и официально введена в 1933 г. В основе ОКЕ лежат константы жироотложения Кельнера, полученные в опытах на волах. Для ее расчета требуется информация о содержании в кормах органических веществ и их переваримости.

Задание 1.9. Рассчитать содержание овсяных кормовых единиц и обменной энергии в кормах с помощью персонального компьютера. Данные о химическом составе и переваримости представлены в табл. 1.8.

Таблица 1.8. **Химический состав кормов**

Корма	Протеин		Жир		Клетчатка		БЭВ	
	СП, %	КП, %	СЖ, %	КП, %	СК, %	КП, %	БЭВ, %	КП, %
ЗМ пастбища	3,5	65	1,2	51	6,5	69	6,4	77
Сено луговое	6,8	57	2,1	54	24,2	52	46,1	64
Солома ячменная	4,1	27	1,1	39	33,0	54	35,0	53
Силос кукурузный	2,4	57	0,9	83	5,8	55	12,7	71
Сенаж в среднем	4,2	65	1,6	57	11,5	69	8,5	71
Картофель сырой	1,9	76	0,1	47	0,8	62	17,2	85
Зерно ячменя	9,8	72	2,2	66	7,2	58	58,8	92
Зерно гороха	21,9	80	1,4	73	5,1	86	53,9	94
Шрот льняной	33,3	86	1,9	89	9,7	49	36,9	80

Инструменты для реализации методики расчета питательности кормов. Предлагается две методики расчета питательности кормов. Первая основана на возможности использования электронной таблицы, вторая – посредством специальной программы-калькулятора.

При решении задачи в электронной таблице существует возможность самостоятельного определения алгоритма решения средствами табличного процессора. Это потребует детального его изучения с одной стороны, и дает возможность закрепить навыки решения зоотехнических задач на компьютере – с другой. Рассмотрим подробно процесс определения питательности силоса кукурузного в электронной таблице, предварительно задав в ней алгоритм расчета. Окончательный вариант решения представлен на рис. 1.5.

	A	B	C	D	E
1		***Расчет ОКЕ (в 1 кг корма)***			
2	**Показатели**	**Органические вещества**			
3		**Протеин**	**Жир**	**Клетчатка**	**БЭВ**
4	Состав корма, г	24	9	58	127
5	% переваримости	57	83	55	71
6	Переваримых ПВ, г	13,68	7,47	31,90	90,17
7	Константы ЖО	0,24	0,47	0,25	0,25
8	ЖО ожидаемое, г	3,21	3,54	7,91	22,36
9	ЖО ожидаемое общее,г			37,03	
10	Скидка на 1 кг клетч. ,г	зеленый корм		82	
11	Коэфф.полноценности			0	
12	ЖО фактическое, г			32,27	
13	ОКЕ			0,22	

Рис. 1.5. Расчет ОКЕ в Excel

На рис. 1.5 задано пять колонок. Первая содержит наименования рассчитываемых показателей. Остальные четыре колонки содержат исходные данные для расчета, а также формулы и функции для определения питательности корма. В данной конфигурации они скрыты, а на дисплее отображаются только результаты вычислений.

Исходные данные вводятся в диапазон B4:E5. В четвертой строке задана информация о содержании в корме сырых органических веществ (г в 1 кг). В пятой строке – % переваримости органических веществ. Для удобства работы с вводимой информацией и во избежание ошибок ввода на этот диапазон наложены следующие ограничения. В ячейки B4:E4 можно ввести только целое число от единицы до тысячи. Иначе будет выведено сообщение об ошибке. Недопустим ввод символов, строк, отрицательных цифровых данных или значений больше тысячи. Аналогичным образом организован контроль ввода % переваримости в ячейках B5:E5. Сюда можно ввести любое действительное число от 1 до 100. Нижележащая область таблицы с цифровой информацией для ввода не доступна, поскольку все дальнейшие вычисления производятся автоматически. Из методики расчета питательности кормов следует, что продуктивное действие питательных веществ постоянно, за исключением жира. Константа жироотложения по жиру варьирует от 0,474 в объемистых кормах до 0,526 в концентратах и 0,598 в жмыхах и шротах. В программе предусмотрена возможность уточнения константы жироотложения по жиру в зависимости от вида корма. Для этого определен встроенный список из трех значений, ко-

торый активизируется при переходе в ячейку C7. Выбор значения из списка производится щелчком мыши на соответствующей цифре.

Расчет переваримых питательных веществ производится по формулам:

=B4*B5/100 – переваримый протеин;
=C4*C5/100 – переваримый жир;
=D4*D5/100 – переваримая клетчатка;
=E4*E5/100 – переваримые БЭВ.

Расчет ожидаемого жироотложения получаем путем произведения переваримых питательных веществ на соответствующие константы жироотложения:

=B6*b7; =C6*C7; =D6*D7; =E6*E7.

Далее рассчитывается общее ожидаемое жироотложение в ячейке D9 суммированием значений, полученных в восьмой строке.

Ячейка B10 содержит список:

- сено, солома;
- мякина;
- зеленый корм;
- другие.

В зависимости от выбора из списка автоматически рассчитывается скидка на клетчатку, которая записывается в ячейку D10. Эта ячейка содержит формулу

=ЕСЛИ(B10="сено, солома";143;ЕСЛИ(B10="мякина";72;_
ЕСЛИ(B10="зеленый корм";K1;0)))

При выборе первой строки списка скидка на клетчатку равна 143 г на 1 кг сырой клетчатки в корме. Выбор второй строки приведет к получению цифры 72, что соответствует скидке на клетчатку в мякине, а третья строка ссылается на ячейку K1. Дело в том, что скидка на клетчатку в зеленом корме зависит от количества в нем сырой клетчатки. Чем меньше клетчатки в корме, тем ниже ее отрицательное действие в синтезе продукции. Этот алгоритм заложен в ячейке K1, которая содержит формулу

=ЕСЛИ(D4>=140;131;ЕСЛИ(D4>=100;107;ЕСЛИ(D4>=60;82;82)))

Здесь проверяется ячейка D4, содержащая количество сырой клетчатки, в зависимости от которого и определяется скидка на клетчатку.

При выборе из списка B10 строки «Другие» управление передается списку в ячейке B11, предназначенному для определения коэффициента полноценности, который применяется к корнеклубнеплодам и концентрированным кормам. В списке выбирается конкретный вид корма и тогда заполняется ячейка D11, содержащая коэффициент полноценности. В этой ячейке записана формула

=ЕСЛИ(B10="другие";ВПР(B11;H1:I18;2;);0)

Отсюда следует, что если в первом списке выбрано «Другие», то срабатывает функция **ВПР (**из раздела **Ссылки и массивы)**, иначе – 0. В нашем примере отражена именно эта ситуация. При внимательном рассмотрении рис. 1.6. нетрудно заметить, что цифра 0 отображается светлым тоном. Это означает, что при расчетах скидки на клетчатку коэффициент полноценности не учитывается. Функция **ВПР** анализирует массив H11:I18. Она ищет значение в крайнем левом столбце таблицы и возвращает значение ячейки, находящейся в указанном столбце той же строки. В нашем примере крайний левый столбец массива – ни что иное, как наименования концентрированных кормов, а правый – коэффициенты их полноценности, значения которых заносятся в ячейку D11.

В ячейке D12 записана формула

=ЕСЛИ(D10=0;D9*D11/100;D9–(D10*D4/1000))

Она вычисляет фактическое жироотложение с учетом скидки на клетчатку или коэффициента полноценности в зависимости от содержимого ячейки D10. Если D10 = 0, то из общего ожидаемого жироотложения вычитается скидка на клетчатку, а коэффициент полноценности игнорируется. И наоборот, если выбраны корма из второго списка, то коэффициент полноценности принимается в расчет. В последней строке диалогового окна в ячейке D12 записана простая формула расчета овсяных кормовых единиц в корме путем деления фактического жироотложения на 150, как это предписано изучаемой методикой:

=D12/150

В заключение необходимо отметить, что расчетная таблица должна быть защищена от случайного разрушения целостности заложенного в нее алгоритма. Пользователь не должен иметь возможности изменения формул или очистки ячеек, их содержащих. Для этого лист таблицы надо защитить, установив свойство **Защитить лист** в меню **Сервис** |

Защита. Но предварительно надо установить флажок **Защищаемая ячейка** в свойствах ячейки.

Для лучшего усвоения этой методики необходимо, чтобы студенты самостоятельно заложили алгоритм расчета кормовой единицы в электронную таблицу, так как это предполагает детальное его изучение, что и является целью настоящего задания.

Если вышеизложенная методика предполагает возможность готового расчета, и изучение реализации расчетного алгоритма, то для профессионального использования предлагается готовая программа, оформленная в виде специализированного калькулятора овсяных кормовых единиц и обменной энергии в кормах. Вид калькулятора показан на рис. 1.6.

Рис. 1.6. Диалоговое окно калькулятора ОКЕ

Произведен расчет питательности силоса кукурузного, как и в предыдущем примере (0,22 к. ед.).

Опишем способ работы с этой программой и ее возможности. Программа разработана на кафедре кормления сельскохозяйственных животных БГСХА в 2004 г. Она написана на языке программирования VisualBasic 6 в технологическом комплексе MicrosoftVisualStudio 6.0 и

скомпилирована в исполняемый файл с именем Oke.exe, размером 61 Кб. Для удобства пользования ярлык программы следует вынести на рабочий стол компьютера. Калькулятор активизируется двойным щелчком мыши на ярлыке и может быть доступен в любой программе в соответствии с правилами многозадачного режима операционной системы. Программе присущи все качества приложения Windows, т. е. ее можно перемещать по экрану для установки в наиболее удобном положении, складывать на панель задач, перекрывать другими активными приложениями.

Для изучения возможностей работы можно вызвать встроенную электронную помощь по одноименной кнопке в нижней части панели. При расчете питательности корма необходимо ввести содержание сырых органических веществ и % их переваримости. Для этого предназначены специальные поля ввода, встроенные в верхней части панели калькулятора. Здесь допускается ввод только положительных чисел от 1 до 1000 – в полях ввода химического состава, и от 1 до 100 – в полях ввода % переваримости. Если значения не входят в указанный диапазон, то генерируется сообщение об ошибке ввода и курсор возвращается в поле с ошибочно введенным значением.

Следующие три ряда цифровых полей для ввода и редактирования недоступны, так как вычисления производятся автоматически. Здесь можно уточнить только скидку на клетчатку, выбрав из списка одно из трех значений (0,474; 0,526; 0,598). Привлекает внимание отсутствие надписей полей ввода и вычисляемых полей. Это сделано для того, чтобы не загромождать программу, а узнать о назначении конкретного объекта на панели программы можно путем установки на него указателя мыши. В этом случае появляется всплывающая подсказка (Hint). Так, например, если подвести указатель мыши к первому полю во второй строке, то появится надпись «% переваримости протеина», а к четвертому в пятой строке – «жироотложение по БЭВ». После смещения указателя надпись исчезает.

По ходу расчета необходимо выбрать вид корма, для чего установить переключатель (*) в позицию **Концентраты, корнеклубнеплоды** или **Другие корма**. После этого активизируется один из нижележащих списков: левый – для выбора объемистых кормов, правый – для выбора концентрированных кормов или корнеплодов. Это в дальнейшем определит направление расчетов – будет сделана скидка на клетчатку или программа учтет коэффициент полноценности корма. В первом списке находятся наименования кормов: сено, солома, мякина, зеленый корм. При выборе из списка одного из кормов программа производит вычисление скидки на клетчатку в соответствии с известной

методикой. Во втором списке находятся такие корма, как картофель, морковь, свекла, турнепс, а также концентрированные корма из зерна кормовых злаковых и бобовых культур, жмыхи, шроты, корма животного происхождения. В этом случае программа определит коэффициент полноценности корма и учтет его при расчете фактического жироотложения.

После ввода всей необходимой информации и уточнений, разъясненных выше, достаточно нажать кнопку **Расчет**, и в поле **Кормовых единиц** будет выведен результат вычисления питательности корма. Все промежуточные расчеты отобразятся в соответствующих полях калькулятора. В данном варианте расчета можно убедиться, что все значения совпадают со значениями, полученными в электронной таблице, что свидетельствует о правильности заложенного алгоритма.

На этом возможности программы не исчерпываются. Завершив расчет овсяных кормовых единиц, можно получить информацию о содержании в корме обменной энергии для разных видов сельскохозяйственных животных и птицы. Для этого достаточно нажать кнопку>>в правом нижнем углу панели калькулятора, и тогда панель развернется на экране, отобразив результаты расчетов обменной энергии, как показано на рис. 1.7.

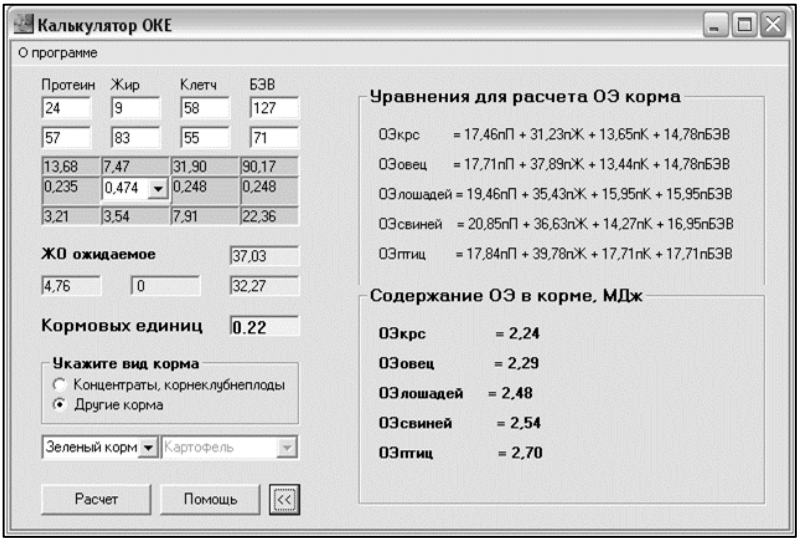


Рис. 1.7. Диалоговое окно калькулятора ОКЕ в развернутом виде

Расчет производится по уравнениям Аксельсона на основании данных о переваримых питательных веществах в корме. Эти уравнения приведены в верхней части открывшейся панели. Ниже выведены результаты счета. В таком виде калькулятор может загромождать экран, и при необходимости его можно опять свернуть, нажав кнопку <<.

Завершение работы с программой осуществляется путем закрытия ее окна управляющей конструкцией в заголовку (×).

1.4. Расчет энергетической питательности кормов в показателях обменной энергии и чистой энергии лактации

Прежде всего необходимо усвоить основные термины и определения.

Единицей измерения энергии по Международной системе единиц измерения СИ является **Джоуль**. По его определению один Джоуль равен количеству энергии, которая необходима для того, чтобы вес в 1 кг сдвинуть на 1 м с ускорением 1 м/с.

Раньше при измерении теплоты в качестве единицы измерения энергии использовали **калории**. Это приблизительно равно количеству тепла, которое необходимо для того, чтобы нагреть 1 г воды на 1 °С. Более точно определили количество энергии в калории благодаря электрическому измерению энергии. В качестве единицы измерения служила ватт-секунда, которая равна Джоулю. Таким образом применяемая до этого времени калория была заменена Джоулем.

Для перевода калорий в Джоули в англосаксонских странах пользуются коэффициентом Россини, по которому 1 кал = 4,184 Джоуля, в то время как по другому определению 1 кал = 4,186 Джоуля.

Энергетическая ценность кормов.

Энергия – один из основных показателей питательной ценности корма для животного организма. Для нормальной жизнедеятельности, образования продукции необходимо постоянное поступление в организм энергии. Источниками энергии являются органические вещества корма. Без энергии невозможен обмен веществ в организме.

Валовая энергия (ВЭ) – это суммарная энергия всех органических веществ корма, полученная путем сжигания средней пробы корма в кислородной среде калориметра или расчетным методом по содержанию сырых питательных (органических) веществ с использованием калорических коэффициентов.

ВЭ = Э протеина + Э углеводов + Э жира + Э БЭВ (безазотистых экстрактивных веществ).

Определение валовой энергии осуществляется с использованием специального калориметра (калориметрическая бомба) путем сжигания навески корма с учетом выделившийся при горении тепловой энергии. Иначе говоря, валовая энергия – это теплота с□ тния кт а. Это самый точный метод определения данного показателя.

Для удобства можно использовать косвенные методы расчета, одним из кт является регрессионны . Это мет менее то ны , но позволяе уск ть ж с□ ет на основании инф ции о с ержании в кормах сырых органических веществ:

$$ВЭ_{МДж} = 0{,}0239\ СП + 0{,}0398\ СЖ + 0{,}0201\ СКл + 0{,}0175\ БЭВ.$$

Переваримая энергия (ПЭ) – энеж ия переварим о ож ан ческ го вещества корма. Она опре еляется в опытах на животных и представляет собой показатель разности между валовой энергией корма и энергией, выделенной животным с калом (Эк). Ее величина находится в зависимости от вида корма и животни и котож скармливают корм. ПЭ = ВЭ – Эк.

Обменная энергия (ОЭ) – часть валовой энергии корма, необхи димая для обеспечения определенного уровня жизнедеятельности, биосинтеза и отложения в веществах продукции и т. д. По ни ой и стеме энергетическая питательни ть одних и тех же корми для разных видов животных неодинакова. Грубые корма имеют более высокую (на 10–20 %) питательность для жвачных, концентрированные – для монигастричных животных. В связи с этим в новой системе оценки принято выделять и менную энергию крупни о ри ати о скота (ОЭкрс), овец (ОЭо), свиней (ОЭс), птицы (ОЭп), лошадей (ОЭл).

ОЭкрс, КДж = 17,46ПП + 31,23ПЖ + 13,65ПК + 14,78ПБЭВ;

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

ОЭл, КДж = 19,46ПП + 35,43ПЖ + 15,95ПК + 15,95ПБЭВ;

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

ОЭп, КДж = 17,84ПП + 39,78ПЖ + 17,71ПК + 17,71ПБЭВ.

Существуют следующие уравнения регрессии для расчета содержания обменной энергии в кормах по сырым органическим питательным веществам:

- зеленые корма (травы естественных и сеяных лугов и пастбищ и др.):

$$ОЭ = 0{,}0166 \cdot СП + 0{,}0172 \cdot СЖ + 0{,}00286 \cdot СК + 0{,}01159 \cdot БЭВ;$$

• грубые корма (сено, сенная резка, сенаж, солома, силос до 50 % влаги и другие грубые корма):

$$ОЭ = 0{,}0212 \cdot СП + 0{,}020486 \cdot СЖ + 0{,}00159 \cdot СК + 0{,}0105 \cdot БЭВ;$$

• сочные корма (корнеклубнеплоды, силос высокой влажности):

$$ОЭ = 0{,}0151 \cdot СП + 0{,}01378 \cdot СЖ + 0{,}00328 \cdot СК + 0{,}01265 \cdot БЭВ;$$

• концентрированные корма (зерно злаков и бобовых культур, дерть, мука):

$$ОЭ = 0{,}02085 \cdot СП + 0{,}01715 \cdot СЖ – 0{,}001865 \cdot СК + 0{,}01226 \cdot БЭВ;$$

• технические отходы перерабатывающей промышленности (жмыхи, шроты, дробина, барда, сухие корнеплоды, отруби и др.):

$$ОЭ = 0{,}02157 \cdot 01 + 0{,}01667 \cdot СЖ – 0{,}003772 \cdot СК + 0{,}01074 \cdot БЭВ;$$

• корма животного и микробного происхождения (молочные, мясные, рыбные продукты, дрожжи и др.):

$$ОЭ = 0{,}02461 \cdot СП + 0{,}02025 \cdot СЖ – 0{,}009769 \cdot СК + 0{,}00671 \cdot БЭВ.$$

Уравнения, приведенные выше, используются в оценке кормов для крупного рогатого скота.

Чистая энергия (ЧЭ – продуктивная энергия) характеризует только ту ее часть, которая идет на отложение в продукции (чистая энергия продукции – $Э_{прод}$) и на поддержание жизнедеятельности организма (чистая энергия поддержания – $Э_{под}$) без учета энергии теплоприращения, т. е. за вычетом ее из обменной энергии. $ЧЭ = Э_{прод} + Э_{под}$.

Общая энергия теплопродукции, образуемая в процессе жизнедеятельности организма, – величина непостоянная и сильно колеблется в зависимости от ряда факторов (возраста, живой массы, условий содержания, активности движения животного, температурных условий окружающей среды и др.), которые трудно учесть даже в условиях эксперимента. Для ее определения требуется специальное оборудование.

В некоторых литературных источниках приводится информация о содержании энергии, выраженной в калориях. Необходимо усвоить следующие соотношения:

1000 Дж = 1 кДж (килоджоуль);
1000 кДж = 1 МДж (мегаджоуль);
1 Дж = 1 Вт·с (ватт-секунда);
1 кал = 4,184 Дж;
1 ккал = 4,184 кДж;
1 Мкал = 4,184 МДж;
1 Дж = 0,239 кал.

Задание 1.10. Рассчитать содержание в кормах обменной энергии косвенным методом по уравнениям регрессии. Исходные данные для расчета представлены в табл. 1.9.

Произвести расчеты по разным уравнениям регрессии. Сравнить результаты расчетов по сырым и перевариваемым питательным веществам.

Таблица 1.9. **Информация о питательности и переваримости кормов**

Показатели	Протеин		Жир		Клетчатка		БЭВ	
	СП, %	КП, %	СЖ, %	КП, %	СКл, %	КП, %	СБЭВ, %	КП, %
Силос кукурузный	2,9	60	1,0	71	7,6	69	16,7	72
Сено злаково-бобовое	9,2	63	1,3	59	25,2	47	44,0	70
Зерно ячменя	9,8	70	1,2	90	7,2	33	68,0	92
Шрот рапсовый	42,0	72	5,0	62	6,9	40	37,0	82
Зеленая масса пастбища	4,2	65	2,0	51	9,2	69	10,5	77

Задание 1.11. Рассчитать содержание в кормах чистой энергии лактации по методике Ван Эсса (приведена далее). Исходные данные для расчета представлены в табл. 1.10.

Чистая энергия лактации (ЧЭЛ) – мера энергетической оценки молочных коров, используемая для секреции молока, поддержания жизненных процессов (собственный прирост) и на приплод. Она изначально выделяется из обменной энергии кормов.

Система оценки по чистой энергии лактации (ЧЭЛ) основана на расчете той части валовой энергии корма, которая переходит в молоко и прирост живой массы у коров в период лактации. Если нет прироста – значит, это только энергия молока. Этот показатель измеряется в МДж.

Количество чистой энергии прямо пропорционально зависит от концентрации обменной энергии и составляет ее определенную часть.

По определению, ЧЭЛ составляет 60 % от ОЭ, если ОЭ корма составляет ровно 57 % от валовой. Каждый дополнительный процент концентрации ОЭ увеличивает содержание ЧЭЛ на 0,04 %.

Зная количество ЧЭЛ корма и энергоемкость молока, можно рассчитать, сколько молока будет получено из этого корма. Для этого количество ЧЭЛ в корме необходимо разделить на содержание энергии молока. В свою очередь содержание энергии молока определяется путем сжигания высушенного молока в калориметрической бомбе или косвенным методом по уравнению регрессии.

Чистая энергия лактации рассчитывается по формуле (формула VAN ES):

$$\text{ЧЭЛ (МДж)} = 0{,}6 \cdot (1 + 0{,}004 \cdot (q - 57)) \cdot \text{ОЭ (МДж)},$$

где q (%) = ОЭ / ВЭ · 100;

ЧЭЛ – чистая энергия лактации;

ОЭ – обменная энергия;

ВЭ – валовая, или общая, энергия.

Остаток перевариваемой органической массы (ОПОМ) = перевариваемая органическая масса – перевариваемый сырой жир – перевариваемая сырая клетчатка.

Для упрощения расчета ОЭ можно использовать методику, рассмотренную нами ранее. Однако она дает незначительную погрешность. Для сравнения необходимо произвести расчеты двумя методами и сравнить существенность различий между ними для разных кормов.

В качестве примера рассчитаем чистую энергию лактации (ЧЭЛ) для одного килограмма зерна ячменя. Для удобства сведем расчеты в табл. 1.10.

Таблица 1.10. **Расчет содержания ЧЭЛ в 1 кг ячменя**

Питательное вещество	Сырые в-ва, г	Коэффициент ВЭ	ВЭ, МДж	КП, %	ПВ, г	Коэффициент ОЭ	ОЭ, МДж
ОВ	857			86,64	742,52		
СП	105	0,0239	2,51	78	81,9		
СЖ	20	0,0398	0,80	76	15,2	0,0312	0,47
СКл	46	0,0201	0,92	46	21,16	0,0136	0,29
БЭВ	686	0,0175	12,01	91	624,26		
ОПОМ*					706,16	0,0147	10,38
Итого…			16,24				11,33
ЧЭЛ							7,19

*ОПОМ – остаток перевариваемой органической массы = перевариваемое органическое вещество – перевариваемый жир – перевариваемая клетчатка.

Далее рассчитываем содержание энергии в корме на 1 кг натурального вещества:

ВЭ, МДж	16,24 =	0,0239СП + 0,0398СЖ + 0,0201СКл + 0,0175БЭВ;
ОЭ, МДж	11,33 =	0,0312пЖ + 0,0136пКл + 0,0147(пОВ – пЖ – пКл) + + 0,00234СП;
ЧЭЛ, МДж	5,27 =	0,6(1 + 0,004(ОЭ/ВЭ · 100 – 57)) ОЭ.

Задание 1.12. Рассчитать содержание чистой энергии лактации в кормах средствами электронной таблицы Excel.

Для лучшего понимания алгоритма расчета следует изучить представленный далее рисунок с отображением формул в программе Excel, посредством которых он реализован (рис. 1.8).

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	ПВ	Сырое	Коэф ВЭ, %	ВЭ, МДж	КП, %	ПВ, г	Коэф ОЭ	ОЭ, МДж
2	ОВ	=СУММ(B3:B6)			=F2/B2*100	=СУММ(F3:F6)		
3	СП	105	0,0239	=B3*C3	78	=B3*E3/100		
4	СЖ	20	0,0398	=B4*C4	76	=B4*E4/100	0,0312	=F4*G4
5	СКл	46	0,0201	=B5*C5	46	=B5*E5/100	0,0136	=F5*G5
6	БЭВ	686	0,0175	=B6*C6	91	=B6*E6/100		
7	ПОВ-ПЖ-ПКл					=F2-F4-F5	0,0147	=F7*G7
8	ИТОГО			=СУММ(D3:D6)				=H4+H5+G7*(F2-F4-F5)+0,00234*B3
9	ЧЭЛ							=0,6*(1+0,004*(H8/D8*100-57))*H8

Рис. 1.8. Отображение формул в программе Excel

Задание 1.13. Рассчитать, какую молочную продуктивность по энергетической питательности обеспечивает рацион, состоящий из 2 кг сена лугового, 18 кг силоса кукурузного, 4 кг зерна ячменя, и 0,5 кг шрота льняного. Информация о кормах дана в табл. 1.11.

Таблица 1.11. **Химический состав и переваримость кормов в рационе**

Корма	Протеин		Жир		Клетчатка		БЭВ	
	СП, %	КП, %	СЖ, %	КП, %	СК, %	КП, %	БЭВ, %	КП, %
Сено луговое	6,8	57	2,1	54	24,2	52	46,1	64
Силос кукурузный	2,4	57	0,9	83	5,8	55	12,7	71
Зерно ячменя	10,5	78	2,0	76	4,6	46	686	91
Шрот льняной	33,3	86	1,9	89	9,7	49	36,9	80

При расчетах следует принять во внимание состав молока и содержание в нем энергии. Содержание энергии в молоке можно определить по его химическому составу:

Энергия молока (МДж/кг) = 0,024 Белок (г) + 0,039 Жир (г) + 0,017 Лактоза (г).

Состав молока: жир – 3,9 %, белок – 3,2 %, лактоза – 4,5 %.

Алгоритм расчета представлен далее.

1. Рассчитать содержание ЧЭЛ каждого корма в рационе по изученной ранее методике Ван Эсса.
2. Умножить содержание ЧЭЛ кормов на их количество.
3. Сложить все корма по ЧЭЛ – получить общее количество ее в рационе.
4. Определить энергоемкость молока по заданному условию.
5. Для расчета количества молока, обеспечиваемого поступлением энергии из данного рациона, необходимо разделить общее количество ЧЭЛ в рационе на энергоемкость 1 кг молока.

Контрольные вопросы

1. Нарисуйте схему обмена энергии в организме сельскохозяйственных животных. Поясните ее сущность.
2. В каких единицах измеряется энергия кормов. Как пересчитать показатели из системы СИ в СГС и наоборот.
3. Дайте определение валовой энергии корма? Как ее определить прямым и косвенным методом?
4. Обменная энергия корма. Ее определение и расчет прямым и косвенным методом.
5. Чистая энергия лактации. Ее определение и расчет прямым и косвенным методом.
6. Как рассчитать концентрацию энергии в 1 кг сухого вещества?
7. Как рассчитать содержание энергии в рационе, состоящем из определенного количества кормов и добавок?

1.5. Протеиновая питательность кормов и рационов

Очень важную роль при полноценном кормлении сельскохозяйственных животных играют протеины. Главная составная часть каждого живого тела – белки. Жизнедеятельность животных неразрывно связана с образованием и распадом белковых веществ в организме. Для образования белков своего тела животное должно получить с кормом необходимое количество их. Протеиновой питательностью корма называют свойство корма удовлетворять потребность животных в бел-

ках и аминокислотах. Протеиновая питательность имеет большое значение в рационах животных.

Протеины кормов – основной источник азотистых веществ для синтеза белка тканей организма и образования продукции животных. Сумму азотистых веществ кормов принято обозначать как сырой протеин. Общее содержание сырого протеина в корме устанавливают путем определения в нем азота корма и умножения его на коэффициент 6,25, исходя из того, что в составе протеина в среднем содержится 16 % азота.

Сырой протеин состоит из собственно протеинов (белков) и амидов – небелковые азотистые соединения.

Белки – сложные химические соединения, структурной основой которых являются аминокислоты. В настоящее время выделено около 100 различных аминокислот. Ряд аминокислот не входят в состав протеинов и находятся в свободном состоянии. Особенно много свободных аминокислот в зеленых кормах в период интенсивного роста, а также в корнеклубнеплодах (до 25–30 %).

Для животного организма некоторые из аминокислот являются незаменимыми. Среди них наиболее важными являются: лизин, триптофан, метионин, аргинин, гистидин, треонин, лейцин, изолейцин, валин, фенилаланин. Эти аминокислоты не синтезируются в организме или синтезируются в ограниченных количествах. Первые три (лизин, триптофан, метионин) относят к числу лимитирующих, особенно для моногастричных животных. Другие аминокислоты, такие как глицин, серин, цистин, тирозин и др., могут синтезироваться в организме животных и поэтому не относятся к числу незаменимых.

Количество и соотношение заменимых и незаменимых аминокислот в корме является основным показателем качества протеина.

У жвачных животных незаменимые аминокислоты могут синтезироваться микроорганизмами в желудочно-кишечном тракте и поэтому эти животные в меньшей мере, чем животные с однокамерным желудком, реагируют на изменение аминокислотного состава протеина.

Роль отдельных аминокислот в процессах обмена веществ чрезвычайно велика. Лизин используется для синтеза тканевых белков. Аргинин способствует синтезу мочевины, предотвращая аммиачное отравление организма, а также участвует в образовании семени производителей, креатина мышц и инсулина. Гистидин участвует в образовании гемоглобина и адреналина. Цистин активирует инсулин. Метионин

участвует в процессах обмена липидов, триптофан – в обновлении белков плазмы крови. Все свободные аминокислоты кормов входят в группу амидов.

В группу амидов входят также содержащие азот глюкозиды, амиды аминокислот, органические соединения, нитраты, нитриты, аммиачные соли. Эта группа амидов представляет определенную ценность главным образом для жвачных животных, так как населяющие преджелудки микроорганизмы используют азот амидов для построения белка собственного тела, который в последующих отделах пищеварительного тракта служит источником полноценного протеина для самого животного. Жвачные животные могут использовать до 30 % небелкового азота, содержащегося в кормах или включаемого в состав рациона в виде карбамида и других амидных добавок.

Наибольшая активность микроорганизмов в преджелудках жвачных проявляется при соотношении амидов и белка как 1:2 или 1:3, т. е., на одну часть амидов в рационе должно приходиться две-три части белка. В этом случае обеспечивается наиболее высокая переваримость сырого протеина.

В настоящее время установлено, что для жвачных животных важным показателем протеиновой полноценности корма является не столько содержание в нем переваримого протеина, сколько наличие и соотношение легко- (РП) и труднорасщепляемого (НРП) протеина.

До настоящего времени в нашей стране действует система нормирования протеинового питания жвачных животных, в основе которой лежит переваримый и сырой протеин, в соответствии с которой предполагается, что переваримый протеин полностью усваивается животным организмом. Однако, как установлено в исследованиях, такое положение справедливо только в отношении моногастричных животных.

У жвачных животных протекают более сложные процессы превращения сырого и переваримого протеина кормов, такие как образование микробного белка в преджелудках из азотистых веществ кормов и синтетических азотистых добавок, рециркуляция азота в организме и использование аминокислот.

Доказано, что при равном потреблении переваримого протеина из разных кормовых источников эффективность его использования и продуктивность животных могут сильно различаться. Основной причиной такого факта у жвачных является различие в физико-химических свойствах белка, определяемое их генетическим статусом

либо создаваемое под влиянием агротехники выращивания культур (дозы удобрений, использование соответствующих смесей растений, создание определенных условий произрастания и др.) и технологии приготовления корма (консервирование химическими реагентами, обработка формальдегидом и органическими кислотами, гранулирование, брикетирование, экструдирование и др.), приводящих к снижению растворимости и распаду (расщепляемости) протеина в рубце.

Протеиновая питательность – это свойство корма удовлетворять потребность животных в белках и аминокислотах. Протеиновая питательность определяется содержанием: СП, ПП, растворимого и расщепляемого протеина, незаменимых аминокислот (10), критически незаменимых аминокислот (3), полузаменимых аминокислот (5) в 1 кг корма либо в расчете на 1 ОКЕ, либо в г, либо в %.

Расщепляемость протеина – ферментативный распад протеина до аммиака и аминокислот. Все корма по степени расщепляемости подразделяются на 3 группы.

1. Корма с высокорасщепляемым протеином (70–90 %). Это зерно овса, ячменя, пшеницы, свеклы кормовой, силоса разнотравного.

2. Корма со среднерасщепляемым протеином (50–70 %). Это сено луговое, сенаж, травяная мука.

3. Корма с трудно- или низкорасщепляемым протеином (30–50 %). Это зерно кукурузы, рыбная мука, дрожжи кормовые, кукурузный глютен.

В первые три месяца лактации (период раздоя) животным следует скармливать корма с низкорасщепляемым протеином во избежание потерь азота в виде аммиака, мочевины и аминокислот с калом и мочой. В конце лактации, когда уровень продуктивности у животного снижается, можно скармливать корма с высокорасщепляемым протеином. Снизить расщепляемость протеина можно термической обработкой (из травы делают ТМ) и консервированием (зерно консервируют формальдегидом).

Классификация аминокислот.

Заменимые – содержатся в кормах в достаточном количестве: аспарагиновая, глутаминовая кислоты, серин;

Незаменимые – жизненно важные: лизин, лейцин, изолейцин, метионин, триптофан, фенилаланин, треонин, валин, аргинин, гистидин;

Полузаменимые – цистин, тирозин, цитрулин, оксилизин и орнитин;

Критически незаменимые – лизин, метионин, триптофан.

Если в рационе избыток одной аминокислоты может быть восполнен недостатком другой, то она полузаменимая (реакция идет только в одном направлении).

Метионин (избыток) – цистин (недостаток) – цистин – полузаменимая аминокислота. Фенилаланин – тирозин. Лизин – оксилизин. Аргинин – цитрулин и орнитин.

Белки представляют собой полимерные химические соединения неодинаковой степени сложности и состоят из различных сочетаний аминокислот. По своим свойствам и функциям белки подразделяются на простые и сложные.

Задание 1.14. Рассчитать все протеиновые параметры корма (зерно ячменя), используя предложенную далее методику.

Условия для расчета обеспеченности корма протеином: содержание сырого протеина составляет 9,4 %, а его расщепляемость – 80 %.

Для расчета обеспеченности корма протеином используем следующие формулы:

1. Сначала определяем, сколько нерасщепляемого протеина содержится в корме. Для этого используем формулу

$$НРП = СП \cdot НРП(\%) / 100 = 94 \cdot 20(\%) / 100 = 18{,}80 \text{ г.}$$

2. С помощью уравнения регрессии определяем количество усвоенного в тонком кишечнике протеина из содержания в корме сырого протеина, обменной энергии и нерасщепляемого протеина:

$$УП = (11{,}93 – 6{,}82 \cdot НРП / СП) \cdot ОЭ + 1{,}03 \cdot НРП =$$
$$= (11{,}93 – 6{,}82 \cdot 18{,}80 / 94) \cdot 8{,}50 + 1{,}03 \cdot 18{,}80 = 109{,}13.$$

3. Далее рассчитываем количество образуемого в рубце микробного протеина, как разницу между усвоенным в тонком кишечнике протеином и нерасщепляемым протеином. А потребность микроорганизмов рубца в азоте можно определить, разделив показатель микробного протеина на коэффициент 6,25.

4. И, наконец, определяем показатель баланса азота в рубце, как разницу между сырым протеином и усвоенным протеином, разделенную на 6,25.

В результате получаем таблицу с показателями, которые можно использовать для составления рациона кормления для коровы (табл. 1.12).

Таблица 1.12. **Результаты расчета протеиновых параметров корма**

Процент нерасщепляемого протеина (НРП), %	20,00	Формулы для расчета
Нерасщепляемый протеин (НРП), г	18,80 =	СП · НРП(%) / 100
Усвоенный протеин (УП), г	109,113 =	(11,93 –6,82 · НРП / СП) · ОЭ + + 1,03 · НРП
Микробный протеин (МП), г	90,33 =	УП – НРП
Баланс азота в рубце (БАР), г	–2,42 =	(СП – УП) / 6,25

Задание 1.15. Рассчитать, сколько протеина образуется в рубце бычка при скармливании ему 120 г карбамида (мочевины).

Использование кормовой мочевины в кормлении коров – распространенная практика, которая позволяет обеспечить оптимальную работу рубца животного, если речь идет о рационах, богатых энергией. Это эффективная протеиновая добавка, которая способствует увеличению молочной продуктивности.

В кормлении животных кормовую мочевину обычно используют в виде специальных кормовых добавок, которые предлагают кормовые компании. Такие добавки могут содержать дополнительные минералы, которые принимают участие в синтезе микробного протеина, что улучшает усвоение мочевины организмом. Часто мочевину вводят в рацион в «защищенной» форме, которая притормаживает процесс освобождения аммиака, также она может быть составляющей минеральных премиксов для коров.

Химическая формула карбамида: $(NH_2)_2CO$, или

$$NH_2-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-NH_2$$

Для решения поставленной задачи необходимо воспользоваться таблицей Менделеева. В этой таблице следует взять информацию об атомных весах элементов, входящих в формулу карбамида.

Следует помнить, что мочевину, прежде чем ввести в полносмешанный рацион, сначала смешивают с концентрированными кормами и минералами. Ее нельзя смешивать непосредственно с влажными компонентами (пивной дробиной, бардой, жомом), что очень осложняет равномерное распределение мочевины в рационе.

Задание 1.16. Используя рацион кормления из задания по теме «Оценка кормов по переваримым питательным веществам», рассчи-

тать соотношение РП и НРП, а также и все параметры. Информацию о химическом составе кормов и их питательности взять из прил. 1.

Контрольные вопросы

1. Объясните, что такое сырой протеин. Что входит в его состав? На чем основан метод определения в зоотехническом анализе кормов?
2. Что входит в состав белков?
3. Что входит в состав амидов?
4. Объясните, в каких кормах можно поставить знак равенства между сырым протеином и белком. В каких кормах протеин не содержит белка?
5. Поясните, что понимают под расщепляемостью протеина.
6. Опишите процесс утилизации протеина в желудочно-кишечном тракте моногастричных животных.
7. Опишите процесс утилизации протеина в желудочно-кишечном тракте жвачных животных.
8. Что означает «Баланс азота в рубце»? Уточните, какой должен быть оптимальный РБА и каковы последствия высокого положительного и высокого отрицательного баланса азота в рубце молочного скота.
9. Изложите, какова ситуация с обеспеченностью протеином рационов молочного скота в республике в плане его количества и качества.

1.6. Минеральная и витаминная питательность кормов и рационов

В организме животных и составе растений обнаружено до 70 элементов и около 50 из них определены количественно. Известный ученый Вернадский – основоположник учения о биологической роли микроэлементов – считает, что для нормального развития животного необходимы все (или почти все) элементы периодической системы Менделеева.

Современные нормы кормления предполагаю контроль 14 минеральных веществ, из которых 7 макроэлементов и такое же количество микроэлементов.

Последствия недостатка микроэлементов и витаминов могут быть самыми разнообразными, основные же из них сводятся к следующему:

1) нарушение функциональной деятельности органов и систем и возникновение алиментарных заболеваний;

2) нарушение воспроизводительных способностей и рождение нежизнеспособного молодняка;

3) снижение продуктивности и качества продуктов;

4) ухудшение использования питательных веществ рациона и увеличение затрат кормов на образование продукции.

Задание 1.17. Выписать из справочника содержание макро- и микроэлементов в кормах, приведенных в таблице из темы «Изучение химического состава кормов», и проанализировать результаты. Выписать по 2 корма с максимальным и минимальным содержанием кальция, фосфора, серы, кобальта и йода. Данные анализа свести в таблицу. Форма таблицы произвольная.

Задание 1.18. Рассчитать количество минеральных добавок, необходимых для балансирования рациона по минеральным веществам. В сутки корова потребляет следующий рацион: силос кукурузный молочно-восковой спелости зерна – 22 кг, сено клеверо-тимофеечное – 4 кг, зерно ячменя – 6 кг, шрот рапсовый – 1,2 кг, патока кормовая – 0,7 кг. Информацию о химическом составе кормов взять из прил. 1. Содержание кальция в меле кормовом составляет 37 %. Содержание фосфора в фосфате составляет 23 %.

Расчеты свести в табл. 1.13. Информацию о составе и питательности кормов следует взять из прил. 1.

Таблица 1.13. **Расчет количества минеральных подкормок для балансирования рациона лактирующей коровы в период раздоя**

Рацион	Количество корма, кг	СВ, кг	Ca	P
Силос	22			
Сено	4			
Ячмень	6			
Шрот	1,2			
Патока	0,7			
Итого СВ, кг	–		–	–
Потребность в минеральных веществах, % в СВ	–	–	0,77	0,48
Потребность суточная, г	–			
Недостаток минеральных элементов, г				
Мел кормовой		–		–
Динатрийфосфат		–	–	

Задание 1.19. По заданию преподавателя проанализировать предложенные им рационы на предмет обеспеченности их минеральными

веществами и витаминами. Разработать 1, 2 и 3%-ные премиксы для балансирования этих рационов по недостающим элементам питания. Информацию о химическом составе кормов взять из прил. 1.

Задание 1.20. Выписать из учебника все минеральные вещества, контролируемые в рационах сельскохозяйственных животных. Описать кратко каждый из них. При описании нужно использовать следующую схематику:

– роль элемента в жизнедеятельности организма животного, какие функции он выполняет;

– к каким последствиям приводит недостаток/избыток элемента;

– в каких кормах элемента много, мало или он отсутствует;

– какие кормовые добавки используются в кормлении для устранения недостатка данного элемента в рационах.

1.7. Отбор средней пробы кормов для проведения зоотехнического анализа

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

Согласно требованиям соответствующих стандартов на корма, принята определенная терминология. Так, партией считают любое количество однородного корма (например, сена одного вида и класса, комбикорма, изготовленного по одному рецепту), предназначенного к одновременной приемке, отгрузке, сдаче или одновременному хранению.

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

Общая проба – совокупность всех разовых проб, взятых из разных мест хранилища, скирда, вагона и т. д.

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

На отбираемую для анализа среднюю пробу корма заводят паспорт, в котором указывают сведения о хозяйстве, районе, области, отделении и бригаде, а также о ботаническом составе, фазе вегетации (для сена, сенажа и др.), технологии, сроках приготовления и основных показателях органолептической оценки (прил. 6). По завершении ана-

лиза в лаборатории в паспорта вносят результаты исследований качества корма и данные о содержании в нем питательных веществ.

Взятие средней пробы сена. Среднюю пробу сена, закладываемого в хозяйствах на хранение, отбирают по окончании его заготовки, но не ранее 30 суток после закладки в стога, скирды, сараи. Разовые пробы непрессованного сена (по 200–250 г с каждого места) отбирают вручную или пробоотборником. От партии непрессованного сена массой до 25 т отбирают 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 партии сена от 15 до 50 т пробу сена отбирают от 15 тюков. 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 поверхностный пласт, из второго – следующий и т. д.

Для получения средней пробы сена все разовые пробы объединяют, помещают на брезент размером 2×2 м и осторожно перемешивают, избегая ломки растений и образования трухи. Затем для анализа берут образец массой не менее 1 кг, для чего не менее чем из 10 различных мест смешанного на брезенте сена отбирают пучки по 90–110 г. При этом образовавшуюся при смешивании сена труху и мелкие части растений тоже включают в среднюю пробу.

Сено средней пробы закатывают без поломки растений в плотную бумагу.

Для определения влажности сена пробу массой 300 г отбирают отдельно и помещают в стеклянную банку с притертой пробкой.

Поступившее в лабораторию сено записывают в регистрационную книгу, описывают результаты его осмотра: внешний вид, ботанический состав, цвет, запах, признаки порчи, наличие примесей (земли, металлических и др.). Аналогично отбирают пробы соломы.

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 1/4 объема башни или траншеи.

Пробы сенажа и силоса, взятые из траншей и башен, перемешивают и методом деления квадрата берут 1 кг корма для анализа, определяют

цвет, наличие плесени и запах; результаты записывают в паспорт качества.

В пробу силоса, помещенную в пакет из плотной полимерной пленки или стеклянную банку с герметически закрывающейся крышкой, добавляют 5 $см^3$ смеси хлороформа с толуолом в соотношении 1:1. Консервант вносят на дно, в середину и сверху пробы. Пакет с пробой завязывают, предварительно вытеснив воздух, банки должны быть полностью заполнены пробой корма.

Проба сенажа должна поступить на исследование в течение 24 ч со времени сбора. До анализа пробы силоса и сенажа хранят в холодильнике. Допускается хранение проб в замороженном виде в течение 24 ч с момента их поступления в лабораторию.

Взятие средней пробы зеленого корма. Пробы травы берут в сухую погоду после росы и до захода солнца. На каждом однотипном угодье выделяют участок площадью 1 га, на котором намечают 10 пробных делянок размером 1 $м^2$. 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. Поступившую в лабораторию пробу зеленого корма быстро измельчают и по принципу квадрата отбирают для высушивания образец массой 0,5–0,8 кг.

Чтобы остановить ферментативные процессы в клетках растений, не позднее чем через 4 ч после взятия средней пробы траву помещают в сушильный шкаф и выдерживают в нем при температуре 80 °С в течение 30–40 мин; затем сушат при температуре 60–65 °С, пока разница между смежными взвешиваниями будет не более 0,5 г.

Взятие средней пробы корнеклубнеплодов. В хозяйствах среднюю пробу корнеплодов берут обычно из вскрытых буртов. Из разных мест исследуемой партии берут подряд примерно 100–150 корнеплодов неодинаковой величины. Их очищают от земли и сортируют на крупные, средние и мелкие. Общую пробу уменьшают в 10–12 раз, но так, чтобы соотношение крупных, средних и мелких корней в средней пробе оставалось прежним. В лабораторию отсылают 2–3 кг корнеклубнеплодов.

Взятие средней пробы комбикормов. *Отбор разовых проб рассыпного комбикорма*. В зависимости от места хранения комбикормов или вида транспорта отбор средней пробы имеет некоторые особенности. При хранении комбикорма на складах разовые пробы берут ва-

гонным или амбарным щупом, для чего поверхность комбикорма делят на квадраты площадью примерно по 4–5 м^2. Выемки делают посередине каждого квадрата. При высоте насыпи 0,75 м комбикорм берут из верхнего и нижнего его слоев, а при высоте насыпи свыше 0,75 м – из верхнего, среднего и нижнего слоев.

Для взятия разовых проб комбикорма из грузовых автомашин, возов и небольших насыпей в складах используют щуп с укороченной ручкой, причем разовые пробы берут из пяти различных мест (по схеме Конверта), отступая на 0,5 м от края, со всей глубины насыпи.

Если комбикорм находится в закрытых мешках, то разовые пробы берут мешочным щупом из верхней и нижней частей. Щуп вводят желобком вниз, затем поворачивают его на 180° и выводят наружу. Образовавшиеся отверстия в ткани мешка при взятии пробы заделывают концом щупа. Разовые пробы корма берут из 5 % всех мешков данной партии. Мешки, из которых необходимо взять разовые пробы, должны находиться не менее чем в трех местах.

При загрузке комбикорма в вагоны, пароходы, баржи или выгрузке его оттуда пробы берут из падающей с транспортерных лент струи комбикорма или в других местах его перепада, пересекая струю комбикорма железным ковшом через каждые 15 мин (не менее двух выемок за погрузку). При производстве комбикорма на заводах пробы отбирают из-под смесителя после магнитной защиты, пересекая струю комбикорма железными ковшом через каждые 2 ч.

Таким же способом отбирают среднюю пробу травяной муки, отрубей, кормовой муки.

Отбор проб гранулированного и брикетированного комбикорма. При производстве гранулированных комбикормов или при их погрузке (выгрузке) разовые пробы отбирают путем пересечения струи комбикорма железным ковшом. При производстве брикетированного комбикорма в среднюю пробу включают отдельные его брикеты при выходе их из мундштука пресса через каждые 2 ч.

Если гранулированные или брикетированные комбикорма затарены в мешки или кули, то пробы берут из 5 % мешков (кулей) данной партии, расположенных не менее чем в трех местах. Мешки расшивают и разовую пробу берут из верхней части.

Общая масса разовых проб рассыпного, гранулированного и брикетированного комбикорма, помещенного в чистую тару, должна составлять не менее 4 кг.

Среднюю пробу рассыпного и гранулированного комбикорма из общей пробы выделяют путем квартования. Для этого общую пробу высыпают на ровную поверхность (стол, деревянный щит) и разравнивают, формируя при этом квадрат двумя деревянными планками со скошенными ребрами, перемешивают 3 раза (попеременно собирая в валик и разравнивая). Затем планками квадрат делят по диагонали на четыре треугольника. Комбикорм с двух противоположных треугольников объединяют вместе, а с двух других отбрасывают. Так продолжают до тех пор, пока в двух треугольниках не останется масса примерно в 2 кг, которая и будет представлять собой среднюю пробу. Среднюю пробу рассыпного и гранулированного комбикорма вышеуказанным способом делят на две части, каждую из которых помещают в чистую сухую банку. Одну банку хранят в течение одного месяца на случай арбитража, из другой берут навески комбикорма для анализов.

Для составления средней пробы брикетированного комбикорма из общей пробы выделяют 6 брикетов, а остальные измельчают и из полученной массы описанным выше способом выделяют среднюю пробу. Один или два брикета из 6 выделенных используют для определения их плотности, а остальные помещают в чистую тару и хранят в течение месяца на случай арбитража.

В среднюю пробу вкладывают этикетку с указанием наименования комбикорма, его рецепта, массы партии, а для затаренного комбикорма – количества мест, даты и места отбора пробы, наименования предприятия, изготовившего комбикорм, и номера транспортного документа.

В лаборатории среднюю пробу регистрируют и нумеруют. Присвоенный данной пробе номер проставляют во всех относящихся к ней документах.

Взятие средней пробы зерна. При хранении зерна в складах насыпью (высота насыпи до 1,5 м) для его выемки используют вагонный щуп, при большей высоте насыпи – щуп с навинчивающимися штангами. Перед взятием разовых проб всю поверхность зерна на складе разделяют на секции площадью около 100 м^2 каждая. Выемку зерна делают в пяти точках каждой секции (в середине и четырех точках по углам), отстоящих примерно на 1 м от границы следующей секции. В каждой из пяти точек разовые пробы берут из верхнего (с 10–15-сантиметровой глубины), среднего и нижнего слоев. Общая масса зерна, взятого из каждой секции, должна составлять 2 кг.

Пробы зерна, взятые от каждой его партии, осматривают и сравнивают. Если зерно однородно, то все пробы ссыпают в чистую тару. Это и составит общую пробу. Если общая проба весит не более 2 кг, то она и будет средней пробой.

Взятие средней пробы жмыхов и шротов, кормовых дрожжей. *Жмыхи*. При погрузке и выгрузке жмыха из вагонов выемки его делают автоматическим пробоотборником. При этом с 1 т продукции берут 250 г, но не менее 2,5 кг жмыха от партии. В таких случаях для отбора разовых проб через равные промежутки времени ковшом не менее 10 раз пересекают поток жмыха в местах его свободного падения. Если жмых затарен в мешки, то для выемок используют конусный щуп, причем из каждого пятого мешка берут 0,5 кг продукта (из первого мешка – сверху, из второго – с середины, из третьего – снизу).

Для составления общей пробы жмыха, находящегося в хранилищах в виде насыпи, всю ее поверхность условно делят на секции площадью 1 $м^2$. Затем в шахматном порядке с каждой такой секции берут разовые пробы из верхнего, среднего и нижнего слоев. Важно, чтобы общая масса разовых проб жмыха при ручном отборе проб составляла 1 кг с каждой тонны продукта.

После осмотра все выемки жмыха тщательно перемешивают и получают общую пробу. Далее жмых разравнивают в виде квадрата высотой 10 см и описанным выше способом делят до тех пор, пока не останется масса в 2,5 кг. Так получают среднюю пробу, ее делят на две части, которые помещают в банки с плотными крышками.

Шроты. Среднюю пробу шротов отбирают так же, как и среднюю пробу жмыхов, только для выемок используют каждый десятый мешок. При хранении шротов насыпью разовые пробы берут конусным щупом через каждые 2 м поверхности из верхнего, нижнего и среднего слоев. Общая масса разовых проб должна составлять не менее 2,5 кг.

Кормовые дрожжи. Для проверки качества порошкообразных кормовых дрожжей от партии, насчитывающей до 100 упакованных мест, разовые пробы берут из 3 % упаковок, расположенных в разных местах. Если партия насчитывает более 100 упакованных мест, то пробы берут из 1 % общего количества упаковок, но не менее 3 единиц упаковок.

Разовые пробы отбирают деревянным или металлическим щупом, погружаемым на всю глубину тары. Объем разовой пробы должен составлять не менее 350 г. Объединив вместе разовые пробы, составляют общую пробу. Последнюю тщательно перемешивают и доводят опи-

санным ранее способом до массы в 2 кг. Оставшуюся часть делят пополам и помещают в две чистые сухие банки с притертыми крышками. Навески кормовых дрожжей, взятые из одной банки, используют для анализов. Дрожжи другой банки хранят в течение 2 мес на случай повторных анализов.

От партии гранулированных дрожжей общую пробу массой не менее 4 кг отбирают от каждой единицы упаковки, каждого транспортного средства или каждой насыпи. Разовые пробы берут со всей глубины насыпи из пяти разных мест по схеме конверта на расстоянии 0,5 м от краев.

Перед анализом дрожжи в гранулах измельчают в ступке, затем на лабораторной мельнице до порошкообразного состояния и просеивают через сито с диаметром ячеек 0,25 мм.

Взятие средней пробы кормов животного происхождения, подкормок и жидких кормов. Общую пробу муки животного происхождения при бестарном хранении берут с транспортера (нории, шнека) через равные промежутки времени в количестве 250 г с 1 т продукта, но не менее 1,5 кг от партии. При хранении муки в таре общую пробу отбирают щупом по диагонали от 10 % общего количества упаковок, расположенных в трех местах. Перед отбором пробы корм осматривают, проверяют состояние тары и выделяют из партии 5 % всех мест. Из них и берут разовые пробы. Если корм неоднороден по качеству, то рекомендуется отобрать из партии для вскрытия большее число мест. Масса общей пробы должна быть не менее 1,5 кг.

Для зоотехнического анализа достаточно направить 100–150 г муки, которую отбирают из общей пробы общепринятым способом. Корм измельчают, просеивают через сито с диаметром отверстий 0,5 мм и помещают в банку с притертой крышкой.

Молоко. Перед взятием пробы молоко тщательно перемешивают. Пробы отбирают металлической трубкой диаметром 9 мм, которую погружают вертикально до дна сосуда с молоком. Закрыв верхнее отверстие трубки пальцем, ее вынимают из сосуда и молоко выливают в чистую сухую склянку, которую плотно закрывают пробкой. Для анализа необходима средняя проба молока массой 250–500 см^3. Содержание сухого вещества, белка, жира, золы, кальция, фосфора, витамина А и каротина определяют в двухсуточной пробе молока, а его кислотность, пригодность для производства сыра и содержание витамина С – в пробе молока, взятой от одного утреннего удоя. Двухсуточные про-

бы молока рекомендуется консервировать 40%-ным раствором формалина из расчета 1–2 капли на 100 $см^3$ продукта. Если анализ на содержание золы и минеральных веществ не проводят, то молоко можно консервировать 10%-ным двухромовокислым калием из расчета 1 $см^3$ на 100 $см^3$ продукта.

Для определения сахара, альбумина, казеина, глобулина, а также плотности, количества и величины жировых шариков используют односуточную пробу незаконсервированного, хранящегося на холоде молока.

Кратность исследований зависит от поставленных при этом задач. Например, в опытах по изучению эффективности скармливания животным определенных кормов молоко исследуют не менее 2 раз в предварительный и заключительный периоды, а в опытный период не менее 3–4 раз. Содержание жира в молоке определяют один раз в 10 дней из пробы молока, взятой от каждой коровы, а также от группы коров и от животных всего стада.

Взятие средней пробы жидких и водянистых остатков технических производств (барда, пивная дробина, мезга, жом свежий, патока кормовая). Для проверки качества таких кормов от партии пробу берут черпаком или пробоотборником водянистых кормов ПВК-1 из 10 мест с различной глубины. Разовые пробы затем смешивают и из общей пробы массой не менее 10 кг отбирают среднюю пробу. Величина последней должна обеспечить получение для анализа около 150 г сухого вещества. Если быстро провести анализ невозможно, то корм помещают в стеклянную посуду с плотной пробкой и консервируют его смесью хлороформа и толуола, толуола и ксилола (1:1) или одним формалином (5 $см^3$ на 1 кг корма), тщательно перемешивая консервант с кормом. При определении сахара консервировать пробу формалином нельзя.

Взятие средней пробы подкормок. Для проверки качества кормового *монокальцийфосфата* разовые пробы отбирают с транспортерной ленты через равные промежутки времени из расчета 25 проб от каждой партии (партией считают не более 65 т продукта). Разовые пробы из мешков отбирают щупом, погружая его на 3/4 глубины. Масса разовой пробы, взятой с транспортерной ленты и из мешков, должна составлять 200 г. Разовые пробы объединяют, перемешивают и для получения средней пробы общепринятым методом доводят до массы не менее 0,5 кг.

Разовые пробы *обесфторенного кормового фосфата* берут из каждого 20-го, а разовые пробы других кормовых фосфатов – из каждого 50-го мешка.

Разовые пробы *синтетической мочевины* берут не менее чем от 1 % мешков всей партии, но не менее чем из 10 мешков.

Контрольные вопросы и задания

1. Как правильно взять среднюю пробу сена?
2. Как берут среднюю пробу сочных кормов: силоса, сенажа, корнеклубнеплодов?
3. Каковы правила отбора средней пробы комбикормов?
4. Какие основные положения необходимо соблюдать при отборе средней пробы комбикорма?
5. Как отобрать среднюю пробу зерна, жмыхов, шротов?
6. Каковы особенности взятия средней пробы зеленого корма?

2. КЛАССИФИКАЦИЯ И ХАРАКТЕРИСТИКА КОРМОВЫХ СРЕДСТВ

2.1. Классификация кормовых средств

Цели занятия: ознакомиться с классификацией кормов и кормовых добавок по происхождению, химическому составу и общей питательности; изучить общий порядок оценки качества кормов в соответствии со стандартами.

Организация полноценного и сбалансированного кормления сельскохозяйственных животных, рациональное использование кормовых ресурсов невозможны без детального изучения параметров качества кормовых средств, их питательности и биологической полноценности.

Часто понятия «корма» и «кормовые средства» употребляют как синонимы. Однако следует помнить, что корма – это специально приготовленные, физиологически приемлемые продукты растительного и животного происхождения, содержащие питательные вещества в усвояемой форме и не оказывающие вредного влияния на здоровье животных и на качество получаемой от них продукции.

Кормовые средства – понятие более широкое, объединяющее как натуральные, так и синтетические продукты.

Кормовое средство – продукт, используемый для кормления животных и, в пределах допустимых дозировок, не оказывающий вредного воздействия на их здоровье и продуктивность.

По происхождению кормовые средства делятся на две группы:

1) естественные: растительного и животного происхождения;

2) синтетические: химического и микробиального происхождения (рис. 2.1).

Растительные корма по концентрации питательных веществ и физическому состоянию подразделяют на объемистые и концентрированные (рис. 2.2).

Объемистые корма содержат не более 5–6 МДж ОЭ в 1 кг корма. Это корма невысокой питательной ценности из-за низкого содержания в них сухого вещества или большого количества клетчатки.

Объемистые корма в свою очередь подразделяются на грубые и влажные.

К грубым относятся корма, которые содержат свыше 19 % сырой клетчатки: солома, сено, травяная мука и др.

Влажные корма содержат свыше 40 % воды. Среди влажных кормов различают сочные и водянистые.

Кормовые средства								
Корма				Кормовые добавки				
Растительного происхождения		Животного происхождения	Комбинированные	Природные минералы	Синтетические соединения макро- и микроэлементов	Препараты биологически активных веществ	Источники протеина (синтетические азотсодержащие вещества)	Источники жира (липиды)
Объемистые	Концентрированные	Отходы от переработки животных и рыбы, молоко и отходы от его переработки и др.	Кормосмеси, комбикорма-концентраты, полнорационные комбикорма и др.	Поваренная соль, мел, фосфаты	Соли, органо-минеральные комплексоны и др.	Витаминные и ферментные препараты, антибиотики и др.	Кормовые дрожжи и бактериальная биомасса, синтетические аминокислоты и др.	Фузы масличные, кормовые жиры

Рис. 2.1. Схема классификации кормовых средств

Корма растительного происхождения				
Объемистые			Концентрированные	
Грубые	Влажные		Углеводистые	Протеиновые
	Сочные	Водянистые		
Солома, сено, сенаж, травяная мука и др.	Зеленые корма, силос, сенаж, корнеклубнеплоды и др.	Барда, мезга, жом	Зерновые злаковые корма, отходы мельничного производства (мучка), высушенные отходы, сахарного производства (патока)	Зерновые бобовые корма, отходы мельничных и маслоэкстракционных производств (отруби, шроты)

Рис. 2.2. Схема классификации кормов растительного происхождения

Сочные корма отличаются тем, что вода у них входит в состав протоплазмы или представляет основную часть сока, она химически связана с растворенными в ней питательными веществами: это зеленые корма, силос, сенаж, корнеклубнеплоды, овощи и др.

В водянистых кормах вода находится в виде примеси, появляющейся при переработке кормов (это отходы технических производств: барда, мезга, жом).

Концентрированные корма содержат более 6 МДж в 1 кг корма, не более 19 % клетчатки и менее 40 % воды.

Сюда относятся зерновые корма, отходы мельничных и маслоэкстракционных производств (отруби, шроты), высушенные отходы крахмального, сахарного и бродильного производств (сушеная мезга, барда, жом).

Концентрированные корма делятся:

1) на углеводистые (низкопротеиновые, энергетические): зерна злаков, сушеная свекла, сушеный картофель, патока, сухой жом;

2) протеиновые (высокопротеиновые): зерна бобовых, жмыхи, шроты, кормовые дрожжи;

3) комбикорма выделяются в отдельную группу.

Синтетические кормовые средства и природные минералы характеризуются высоким содержанием одного или нескольких питательных, минеральных или биологически активных веществ. Используют их в небольших количествах в составе различных кормовых смесей. Относятся к этой группе:

1) природные минералы (минеральные подкормки): соль, мел, фосфаты;

2) синтетические соли макро- и микроэлементов;

3) препараты витаминов, антибиотики и др.;

4) источники протеина – кормовые дрожжи и бактериальная биомасса, синтетические аминокислоты и др.

Для кормов характерны определенные физические и химические признаки, вкус, запах, а также ограничение вредных примесей и антипитательных веществ до уровня, не оказывающего воздействия на потребление корма, продуктивность и здоровье животных. Чем выше концентрация в корме питательных веществ, их доступность, биологическая полноценность, тем выше его питательная ценность.

Для рационального использования кормов необходимо знать их достоинства и недостатки, качество, питательность (химический состав, переваримость питательных веществ) и хозяйственную ценность. С этой целью производится зоотехническая оценка кормов.

Зоотехнический анализ (зооанализ) – это комплексный метод исследования корма, результатом которого является заключение о качестве корма (обычно выраженное в усредненном показателе – классе). Зоотехнический анализ можно условно разделить на две части: химический анализ корма и органолептическая оценка корма (определение доброкачественности кормов по органолептическим признакам: цвету, запаху, вкусу).

Качество корма (его класс или сорт) устанавливают в зависимости от показателей общей (энергетической) питательности, содержания сухого вещества, протеина, клетчатки, каротина, органических кислот, наличия в нем примесей, а также по ряду других показателей согласно стандартам, разработанным для кормов определенных групп.

При оценке кормов класс качества определяют в следующем порядке.

При соответствии большинства показателей какому-либо одному классу корм оценивается по данному классу. В случае отнесения отдельных показателей корма к разным классам качества определяющим фактором является содержание сырого протеина, а для силосной массы из кукурузы – содержание сухого вещества.

При несоответствии нормативным требованиям по содержанию:

- сухого вещества в сене и искусственно высушенных травяных кормах – их относят к неклассным, независимо от содержания сырого протеина, а в сенажной и силосной массе (кроме кукурузной) – качество их снижают на один класс;
- сырого протеина – все виды кормов (кроме силосной массы из кукурузы) относят к неклассным;
- каротина – качество корма снижают на один класс независимо от содержания сухого вещества и протеина.

Образцы кормов, сдаваемых на химический анализ, должны сопровождаться паспортом качества (прил. 3).

Массовая доля нитратов и нитритов в искусственно высушенных кормах не должна превышать установленных норм.

При возникновении разногласий в оценке качества кормов по степени загрязнения, несвойственным включениям, наличию примесей ядовитых растений, а также затхлости, плесневелости, гнилостности и посторонних запахов корм направляется в ветеринарную лабораторию для установления пригодности его к скармливанию.

Характеристику кормов необходимо приводить в соответствии со следующим планом.

1. Особенности химического состава и питательности кормов данной группы.

2. Специфические особенности химического состава отдельных кормов этой группы.

3. Кормовые достоинства и недостатки характеризуемых кормов.

4. Кому, в каких количествах, почему и когда скармливаются эти корма?

5. Способы подготовки кормов к скармливанию.

6. Влияние кормов на качество продукции.

7. Экономические показатели, характеризующие корма (себестоимость, трудоемкость возделывания и заготовки и т. д.).

Задания для выполнения во время аудиторных занятий

1. Ознакомиться со схемами классификации кормовых средств и перенести их в рабочие тетради (см. рис. 2.1, 2.2).

2. Отметить, какие показатели положены в основу классификации кормов растительного происхождения.

Задание для самостоятельной работы

Выписать из справочной литературы данные по химическому составу и питательности кормов и кормовых добавок (обменная энергия, сухое вещество, сырой протеин, сырой жир, сырая клетчатка, сахар, крахмал, кальций, фосфор), упорядочив их по группам в соответствии с общепринятой классификацией:

барда ячменная, свежая;
барда ячменная, сушеная;
ботва свеклы сахарной;
динатрийфосфат (водный);
дробина пивная свежая;
дробина пивная, сушеная;
дрожжи кормовые сухие;
жир животный;
жмых подсолнечный;
жмых рапсовый;
жом свекловичный, кислый;
жом свекловичный, сушеный;

зерна бобовых, бобы кормовые;
зерна бобовых, горох;
зерна злаковых, кукуруза;
зерна злаковых, овес;
зерна злаковых, пшеница;
зерна злаковых, ячмень;
зерноотходы;
комбикорм для коров, К 60-6 (с удоем до 20 кг);
комбикорм для коров, К 60-7 (с удоем более 20 кг);
корнеклубнеплоды, свекла кормовая;
корнеклубнеплоды, свекла полусахарная;
корнеклубнеплоды, свекла сахарная;
кукуруза, восковая спелость;
кукуруза, молочная спелость;
масло растительное;
мезга картофельная, силосованная;
мезга картофельная, сушеная;
мел кормовой;
молоко, цельное;
монокальцийфосфат;
мочевина;
мука мясо-костная;
мякина льняная;
отруби пшеничные;
патока кормовая;
преципитат;
сахар;
сенаж вико-овсяный;
сено посевное бобовое люцерновое;
сено посевное злаковое;
силос кукурузный, класс качества 1-й;
солома виковая;
солома ячменная;
трава бобовых, клевер красный (бутонизация);
трава бобовых, клевер красный (цветение);
мука травяная люцерновая;
шрот подсолнечный;
шрот рапсовый.

Вопросы для самоконтроля

1. Основные группы кормов и их классификация.
2. Факторы, влияющие на состав и питательность кормов.
3. Что такое ГОСТ и для чего он нужен??
4. Особенности химического состава и питательности кормов Беларуси.

2.2. Зеленые корма

Цели занятия: ознакомиться с требованиями стандарта к качеству зеленых кормов и их питательности; научиться оценивать качество зеленых кормов.

К зеленым кормам относятся травы естественных лугов и пастбищ, сеяные травы (однолетние и многолетние культуры, возделываемые на зеленый корм), кормовая капуста, ботва корнеплодов и др. Питательная ценность зеленых кормов зависит от ботанического состава растений, фазы их развития и условий произрастания; климата, типа почв, применяемых удобрений и других факторов.

Для определения урожайности пастбищ используют укосный или зоотехнический методы.

Чтобы установить урожайность укосным методом, на каждом загоне выделяют по 4 учетные площадки по 10 м^2. Перед выгоном скота на пастбища траву с этих участков скашивают на высоте 3–7 см от земли и взвешивают, предварительно отбросив вредные и ядовитые растения. По средней массе травы с одного участка определяют урожайность с 1 га. При зоотехническом делении урожайности пастбищ на основании полученной продуктивности от животных, которые выпасались на пастбище, устанавливают общее количество потребленного корма. Затем из этого числа вычитают количество кормовых единиц, которые животные потребили в дополнительной (кроме пастбищ) подкормке. Полученное количество кормовых единиц делят на питательность 1 ц травы и на площадь используемого пастбища (в га). Таким образом находят урожайность пастбища (в ц/га).

Оптимальную нагрузку пастбищ определяют исходя из точной потребности животных в зеленых кормах, продолжительности пастьбы и продуктивности пастбища. Для этого урожайность зеленого корма (кг/га) делят на количество зеленого корма, необходимого для одной

головы скота в сутки (кг), и на продолжительность пастбищного периода (дней).

Для изучения химического состава и энергетической питательности зеленого корма пробы кормовых трав берут в различные фазы развития растений.

Отбор проб проводится в соответствии с межгосударственным ГОСТ 27262-87 «Корма растительного происхождения. Методы отбора проб». Для определения фазы вегетации растений в травостое пробы отбирают в сухую погоду или после схода росы по диагонали поля на восьми-десяти площадках по 1–2 м^2. Траву скашивают на высоте 5 см.

Определение цвета и запаха производится органолептически. Зеленый корм должен быть без плесени, признаков ослизнения, затхлого и других посторонних запахов и иметь цвет, свойственный растениям, из которых он приготовлен. При оценке скошенного зеленого корма учитывают его температуру, наличие атмосферной влаги. Корм, смоченный дождем, росой, снегом или замерзший, следует перед скармливанием высушить или оттаять, иначе у животных возможны вздутия, поносы, аборты. Зеленый корм, согревшийся в кучах, также вызывает расстройство пищеварения.

В соответствии с ГОСТ 46125-88 «Корма зеленые. Технические условия» зеленые корма по биологическим и физико-химическим показателям должны соответствовать требованиям, указанным в табл. 2.1.

Допускается в зеленых кормах содержание вредных и ядовитых растений не более 1 %, триходесмы седой – не более 0,3 % (прил. 5).

Массовая доля золы, нерастворимой в соляной кислоте (минеральная примесь), в зеленых кормах не должна превышать 0,5 %, в листьях корнеплодов – 1 %.

Фазу развития растений определяют визуально в полевых условиях. Началом данной фазы развития считают, если она наступила у 10 % растений доминирующего вида в травостое, полной – у 70 %.

Для определения ботанического состава навеску зеленого корма массой 600–800 г (для кукурузы, подсолнечника и других крупностебельных растений – 3–5 кг) разбирают на следующие группы: бобовые, злаковые, разнотравье, ядовитые и вредные (прил. 5), а также другие растения. Каждую группу взвешивают с погрешностью ±0,1 г.

Таблица 2.1. **Требования к качеству зеленых кормов (ГОСТ 27978-88 «Корма зеленые. Технические условия»)**

Источник зеленых кормов	Фаза уборки	Массовая доля сырого протеина в сухом веществе, %, не менее	Содержание в 1 кг сухого вещества	
			обменной энергии, МДж, не менее	кормовых единиц, кг, не менее
1. Сеяные злаковые многолетние и однолетние травы	Не позднее начала выметывания (колошения)	15	10,3	0,86
2. Сеяные бобовые многолетние и однолетние травы (кроме люцерны)	Не позднее начала цветения многолетних, начала образования бобов в нижних 2–3 ярусах однолетних	17	10,1	0,83
3. Люцерна	Не позднее бутонизации	17	9,6	0,75
4. Сеяные бобово-злаковые или злаково-бобовые многолетние и однолетние травы	Не позднее начала цветения бобовых и начала колошения злаковых	16	10,1	0,83
5. Зернофуражные культуры	Не позднее начала выметывания (колошения)	11	10,1	0,83
6. Кукуруза	Не позднее начала образования початков	9	10,3	0,86
7. Подсолнечник и его смеси с другими культурами	Не позднее начала цветения подсолнечника	10	10,0	0,81
8. Рапс, сурепица и другие крестоцветные культуры	Не позднее цветения	16	10,4	0,88
9. Травы природных кормовых угодий	Не позднее начала выметывания (колошения)	10	10,0	0,81
10. Листья корнеплодов	В период уборки корнеплодов	12	10,4	0,88

Примечание. Содержание обменной энергии в кукурузе выражается постоянной величиной – 10,3 МДж в 1 кг сухого вещества.

Массовую долю вида растений (X) в процентах вычисляют по формуле

$$X = \frac{m}{m_1} \cdot 100,$$

где m – масса данного вида растений, г;

m_1 – масса навески зеленого корма, г.

Допускаемые расхождения между параллельными испытаниями не должны превышать для вредных и ядовитых растений 0,1 %, для других растений – 1 %.

Количество обменной энергии для крупного рогатого скота ($ОЭ_{КРС}$), МДж/кг сухого вещества, в зеленом корме вычисляют по формуле

$$ОЭ_{КРС} = 15{,}0 – 0{,}18 \cdot СК,$$

где 15,0; 0,18 – постоянные коэффициенты;

СК – массовая доля сырой клетчатки в сухом веществе, %.

Количество обменной энергии для крупного рогатого скота ($ОЭ_{КРС}$), МДж/кг сухого вещества, в листьях корнеплодов вычисляют по формуле

$$ОЭ_{КРС} = 11{,}2 – 0{,}056 \cdot СК,$$

где 11,2; 0,056 – постоянные коэффициенты.

Количество овсяных кормовых единиц (ОКЕ) вычисляют по формуле

$$ОКЕ = ОЭ^2 \cdot 0{,}0081,$$

где 0,0081 – постоянный коэффициент.

Задания для выполнения во время аудиторных занятий

1. Ознакомиться с требованиями стандарта (см. табл. 2.1) к качеству зеленых кормов. Отметить, какие показатели положены в основу их классификации.

2. По данным выданного индивидуального задания рассчитать количество обменной энергии и кормовых единиц в отдельных зеленых кормах.

3. При пастьбе 100 коров на 40 га культурных пастбищ за пастбищный сезон (155 дней) получено 2800 ц молока. Нормативные затраты

кормов на 1 ц молока составляют 0,9 ц ОКЕ. За пастбищный период этим коровам скормлено 530 ц комбикорма. Питательность 1 кг травы – 0,24 к. ед., комбикорма – 1,05 к. ед. Определить урожайность пастбищ и среднюю нагрузку на 1 га пастбищ.

4. Определить поступление в организм коровы питательных веществ с травой культурного бобово-злакового пастбища (трава влажностью 75 %), если корова (живой массой 500 кг) в сутки потребляла 38 кг такой травы. Указать, какую суточную молочную продуктивность обеспечивает такое количество травы, каких питательных веществ в рационе не хватает и какое количество дополнительной подкормки в стойле из свежескошенной вико-овсяной смеси (до цветения) необходимо скормить, чтобы достичь максимально возможной продуктивности коров без использования концентратов (принять максимальное суточное потребление коровой сухого вещества корма равным 3,2 кг на 100 кг живой массы).

Задания для самостоятельной работы

1. Выписать из справочной литературы данные по химическому составу и питательности зеленых кормов – травы злаково-разнотравного луга, культурных злакового и злаково-бобового пастбищ, посевных трав – клевера, ежи, кукурузы, вико-овсяной и клеверо-тимофеечной смесей, рапса, ботвы кормовой свеклы. Отметить различия в составе и питательности иных видов зеленых кормов.

2. Определить оптимальную нагрузку на 1 га пастбища с урожайностью травы 280 ц/га, используемого в течение 5 мес, при выпасе: а) коров; б) рабочих лошадей; в) овец (в отаре 50 % взрослых овец и 50 % ягнят). При расчетах следует пользоваться примерными нормами потребности в зеленых кормах на 1 гол. в сутки, кг: коровы – 50–70; лошади рабочие – 40–50; овцы взрослые – 7–10; ягнята – 2–3.

Вопросы для самоконтроля

1. В чем состоят особенности зеленых кормов по их химическому составу и питательности в сравнении с другими растительными кормами?

2. Какие факторы определяют питательную ценность зеленых кормов?

3. Какие показатели учитывают при оценке качества зеленого корма?

4. Как определить урожайность пастбищ и оптимальную нагрузку на единицу площади пастбища при выпасе сельскохозяйственных животных?

2.2.1. Определение урожайности пастбищ, поедаемости травы и ее питательности

Цель занятия: ознакомиться с методами зоотехнического анализа пастбищного кормления коров.

Урожайность пастбища, содержание в траве воды и сухого вещества, продолжительность выпаса в сутки и расход концентратов являются главными объектами для регламентации.

В повседневной хозяйственной практике должна быть налажена оценка продуктивности пастбищ по фактической поедаемости животными зеленой массы с определением ее энергетической питательности.

Уровень удобрений (NPK), вносимых дробно на пастбище, положительно и серьезно влияет на величину урожая травы, чем на энергетическую ценность единицы сухого вещества ее. Процедура определения урожайности пастбища проста, хотя и требует навыка. Для этого замеряют точно площадь пастбища, стравленную гуртом за предыдущие сутки. В трех местах утром после схода росы подкашивают несъеденные остатки травы для определения их среднего количества в расчете на 1 м^2.

Рядом со стравленным участком на нетронутом пастбище после схода росы подкашиванием травы определяют среднюю урожайность на 1 м^2 (Y).

Поедаемость травы определяют по формуле

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

где A – процент съеденной травы (поедаемость);

Y – урожайность пастбища, кг/м^2;

X – количество несъеденной на участке травы, кг/м^2.

В средних пробах мелко измельченной травы и несъеденных остатков определяют содержание сухого вещества.

Метод высушивания в микроволновой печи подходит для быстрой оценки сухого вещества для влажных грубых кормов и полносмешанных рационов с содержанием сухого вещества от 15 %. То, как долго

сушить, зависит от влажности основных составляющих пробы. Так толстые стебли и части початков кукурузы сушатся дольше.

Приборы и материалы: микроволновая печь с функцией размораживания; стакан с водой; весы с точностью ±1 грамм; журнал для фиксирования результатов.

Порядок выполнения работы:

1. Микроволновку установить в проветриваемое и сухое помещение.
2. В зависимости от влажности корма отобрать 50 г (для более сухого) или 100 г (для более влажного) материала с точностью до грамма и записать в журнал.
3. Распределить материал равномерно по тарелке.
4. В зависимости от влажности корма включить печь в режим размораживания от 15 до 45 мин для нагревания. При очень сухом материале в печь нужно поставить стакан с водой.
5. Взвесить пробу. Если материал при сдавливании крошится и ломается, то он сухой. При очень негомогенном материале, как, например, зеленая масса кукурузы, некоторые, особенно крупные, части могут еще окончательно не высохнуть. Такие части нужно взять в руки, сдавить, проверить, осталась ли влага. Если они несухие, повторить нагревание еще раз от пяти до десяти минут.
6. Снова взвесить.
7. Если вес не изменяется, то проба сухая. Если изменяется, нужно поставить еще на пять минут в микроволновку.
8. Рассчитать количество сухого вещества в процентах:

Расчет содержания сухого вещества выполняют по формуле:

$$C = \frac{H_1 \cdot 100}{H},$$

где С – содержание сухого вещества в корме, %;

Н – навеска корма, взятого для высушивания;

H_1 – масса корма после высушивания до постоянной массы при температуре 105 °С, г.

Высушивание корма в микроволновке по сравнению со стандартным методом происходит значительно быстрее и при более высокой температуре.

Для получения поправочного коэффициента при постоянном использовании данного метода рекомендуется несколько раз определить сухое вещество одного и того же корма по стандартному методу и в микроволновке.

Немецкие ученые, проведя ряд опытов, доказали, что результат из микроволновки по сравнению со стандартным методом преувеличен, поэтому для корректировки используют следующую формулу:

$$\text{СВ стандарт} = 0{,}975 \cdot \text{СВ микроволновки}.$$

Если пробы были отобраны правильно и вся работа была проведена правильно, то микроволновка дает очень точный результат.

По окончании этой работы определяют энергетическую питательность скошенной травы и несъеденных остатков (табл. 2.2):

$$C_1 = \frac{K \cdot C}{100},$$

где C_1 – количество кормовых единиц в 1 кг скошенной пастбищной травы при ее натуральной влажности;

К – концентрация кормовых единиц в 1 кг сухого вещества скошенной пастбищной травы (табл. 2.2).

Таблица 2.2. **Питательность сухого вещества пастбищной травы и несъеденных ее остатков по видам, фазам вегетации и циклам стравливания (к. ед/кг сухого вещества)**

Культура	Скошенная трава (К)			Несъеденная трава (K_1)		
	Цикл стравливания			Цикл стравливания		
	I	II–III	IV	I	II–III	IV
Тимофеевка с клевером: кущение	1,03	0,98	0,90	0,81	0,77	0,69
трубкование, бутонизация	0,96	0,92	0,85	0,78	0,71	0,65
колошение, начало цветения	0,85	0,84	0,76	0,74	0,68	0,62
Клевер с тимофеевкой: кущение	0,96	0,93	0,89	0,78	0,73	0,66
бутонизация, трубкование	0,95	0,90	0,84	0,75	0,70	0,64
начало цветения, колошения	0,84	0,83	0,81	0,72	0,64	0,60
Клевер: кущение	0,95	0,91	0,90	0,80	0,76	0,68
бутонизация	0,94	0,88	0,83	0,74	0,68	0,63
начало цветения	0,87	0,81	0,80	0,71	0,65	0,61
Смесь культурных злаков: кущение	1,05	1,02	1,01	0,80	0,78	0,70
трубкование	0,94	0,93	0,90	0,76	0,70	0,65
начало колошения	0,84	0,83	0,82	0,70	0,63	0,58

Количество кормовых единиц в несъеденных остатках пастбищной травы находят по формуле

$$S_1 = \frac{К_1 \cdot S}{100},$$

где S_1 – количество кормовых единиц в 1 кг несъеденных остатков пастбищной травы при ее натуральной влажности;

$К_1$ – концентрация кормовых единиц в 1 кг сухого вещества несъеденных остатков пастбищной травы (табл. 2.2);

S – содержание сухого вещества в несъеденных остатках пастбищной травы, %.

Содержание сухого вещества и кормовых единиц в съеденной траве находят по следующим формулам:

$$R = \frac{100 \cdot С - S \cdot (100 - A)}{A}; \quad (2.1)$$

$$R_1 = \frac{100 \cdot С_1 - S_1 \cdot (100 - A)}{A}, \quad (2.2)$$

где R – содержание сухого вещества в съеденной траве, %;

R_1 – количество кормовых единиц в 1 кг съеденной травы.

Для определения затрат энергии на физиологические функции коров (поддержание жизни, рост плода, отложение в теле) пользуются нормами. На основе подготовленной таким образом информации проводят зоотехнический анализ пастбищного кормления коров.

Задание для выполнения во время аудиторных занятий

Провести анализ пастбищного кормления гурта дойных коров, находящихся во 2-й фазе лактации, средняя живая масса которых составляет 500 кг, удой молока – 17 кг жирностью 3,6 %. Выпас животных проводится на культурном пастбище. Цикл стравливания – 1-й, размер гурта – 150 гол., урожайность пастбища – 112 ц/га. Стравленная гуртом площадь пастбища за сутки составила 124,5 м в длину и 84 м в ширину. Поедаемость травы – 87 %. Пастбище удалено от места доения коров на 2,5 км. Кратность доения – 2 раза в сутки. Содержание влаги в скошенной траве составляет 82 %, в несъеденных остатках пастбищной травы – 81 %.

Определить, какое количество концентратов (ячменной дерти) необходимо включить в суточный рацион дойных коров, состоящий из травы злакового культурного пастбища и 2 кг сена тимофеевки, содержащего 80 % сухого вещества и 0,45 к. ед/кг.

Последовательность выполнения задания:

1. Определить стравленную площадь пастбища в расчете на 1 корову:

$$124{,}5 \cdot 84 \div 150 = 69{,}72 \text{ м}^2.$$

2. Найти урожайность пастбища в ц/га:

$$112 \cdot 100 \div 10000 = 1{,}12 \text{ кг/м}^2.$$

3. Найти, какое количество пастбищной травы потреблено в среднем каждой коровой:

$$1{,}12 \cdot 69{,}72 \cdot 87 \div 100 = 67{,}94 \text{ кг}.$$

4. По формулам (2.1), (2.2) определить содержание сухого вещества и кормовых единиц в съеденной коровами траве.

Данные для C_1 и S_1 в формуле (2.2) определить путем умножения содержания кормовых единиц в сухом веществе скошенной травы или несъеденных остатков (см. табл. 2.2) на содержание в них сухого вещества:

$$C_1 = \frac{0{,}90 \cdot (100 - 82)}{100} = 0{,}162 \text{ к. ед.};$$

$$S_1 = \frac{0{,}76 \cdot (100 - 81)}{100} = 0{,}144 \text{ к. ед.}$$

Подставить значения показателей в формулы и получить содержание сухого вещества в съеденной траве (R) и количество в ней кормовых единиц (R_1):

$$R = \frac{100 \cdot (100 - 82) - (100 - 81) \cdot (100 - 87)}{87} = \frac{1800 - 247}{87} = 17{,}85 \ \ \%;$$

$$R_1 = \frac{100 \cdot 0{,}162 - 0{,}144 \cdot (100 - 87)}{87} = 0{,}165 \text{ к. ед.}$$

5. Найти, какое количество сухого вещества, а с ним и кормовых единиц потребила корова вместе со съеденной травой и сеном:

- потреблено сухого вещества пастбищной травы:

$$\frac{67{,}94 \cdot 17{,}85}{100} = 12{,}1 \text{ кг};$$

- потреблено сухого вещества сена: 2 · 0,8 = 1,6 кг;

- в потребленном сухом веществе пастбищной травы содержится:

$$69{,}72 \cdot 0{,}165 = 11{,}50 \text{ к. ед.};$$

- в потребленном сухом веществе сена – 0,90 к. ед.

6. Произвести расчет потребления сухого вещества пастбищной травы на каждые 100 кг живой массы коровы:

$$12{,}1 \div 5 = 2{,}42 \text{ кг}.$$

Физиологически корова способна переварить 3,5 кг сухого вещества пастбищной травы в расчете на каждые 100 кг живой массы. В нашем примере мы получили 2,42 кг. Чтобы увеличить этот показатель, необходимо часть, может быть и значительную, пастбищной травы скармливать коровам в скошенном и провяленном виде.

7. Определить расход энергии у коровы на физиологические функции, используя следующие данные:

- расход энергии на поддержание жизни: 0,9 · 5 = 4,5 к. ед.;

- расход энергии на возможное повышение продуктивности во второй фазе лактации: 0,5 к. ед/гол. в сутки;

- расход энергии на рост плода у стельных коров: 0,7 к. ед/гол. в сутки;

- всего: 4,5 + 0,5 + 0,7 = 5,7 к. ед.

8. Используя данные табл. 2.3, а также зная удаление пастбища от места доения коров и кратность доения (см. задание), определить расход энергии, связанный с передвижением коров, по формуле

$$Q = K \cdot Z \cdot W,$$

где Q – количество энергии, израсходованной на передвижение коровы, кДж;

K – удельный расход энергии на 1 кг живой массы на 1 км пути, кДж;

Z – путь, пройденный коровой от места доения до пастбища и обратно, умноженный на кратность доения, км;

W – живая масса коровы, кг.

$$Z = 2{,}5 \cdot 2 \cdot 2 = 10 \text{ км};$$

$$Q = 2{,}38 \cdot 500 \cdot 10 = 11900 \text{ кДж}.$$

Таблица 2.3. **Удельный расход энергии, связанный с животными (по данным Е. А. Надальяка, 1986)**

Наименование	Удельный расход энергии (кДж/кг/км) при скорости движения	
	3 км/ч	4 км/ч
Коровы живой массой, кг:		
550	2,76	–
500	2,38	–
450	2,01	–
Бычки живой массой, кг:		
176 (18 мес)	4,56	4,02
150 (5 мес)	5,27	4,06

Калорийность 1 кг молока (кДж) находят по формуле

$$\text{Е} = (113{,}5 \cdot \text{ж} + 300) \cdot 4{,}187,$$

где Е – калорийность 1 кг молока, кДж;

ж – процент содержания жира.

$$\text{Е} = (113{,}5 \cdot 4{,}0 + 300) \cdot 4{,}187 = 3157 \text{ кДж}.$$

Расход энергии, связанный с передвижением коровы, в пересчете на количество молока 4%-ной жирности составит:

$$11900 : 3157 = 3{,}77 \text{ кг}.$$

9. Удой пересчитать на 4%-ное молоко по формуле Фридериксена:

$$\text{А} = \text{В} \cdot (0{,}4 + 0{,}15 \cdot \text{ж}); \quad \text{А} = 17 \cdot (0{,}4 + 0{,}15 \cdot 3{,}6) = 15{,}98 \text{ кг}.$$

10. Определить ожидаемый надой с поправкой величины затрат на передвижение:

$$15{,}98 + 3{,}77 = 19{,}75 \text{ кг}.$$

11. Определить норму потребности в кормовых единицах для получения 19,75 кг молока из справочника [9]. Для получения 20 кг требуется 15,3 к. ед. В нашем примере норму следует уменьшить до 19,75 кг:

$$15{,}3 – [(15{,}3 : 20) \cdot (20 – 19{,}75)] = 15{,}11 \text{ к. ед.}$$

Находим, что если бы коровы не проходили 10 км пути, то каждая могла бы дать дополнительно 3,77 кг молока, а в сумме с тем, что дали – 19,75 кг. Корове потребовалось бы для этого 15,11 к. ед. и 17,6 кг сухого вещества (17,8 : 15,3 · 15,11) по нормам [2].

Нами установлено, что в среднем каждая корова с пастбищной травой получила 12,1 кг сухого вещества, с сеном – 1,6, а всего – 13,7 кг сухого вещества (12,1 + 1,6) и 12,19 к. ед. (11,29 + 0,9).

Для балансирования суточной нормы потребности коров по кормовым единицам требуется дополнительно 2,92 к. ед. (15,11 – 12,19) и 3,9 кг сухого вещества (17,6 – 13,7).

Эти 2,92 к. ед. могут быть получены за счет концентратов, причем с невысоким содержанием кормовых единиц в 1 кг сухого вещества (2,92 : 3,9 = 0,75). Это могут быть зерноотходы, овсяная дерть. В задании требуется определить, сколько надо ячменной дерти. Если питательность дерти 1,16 к. ед/кг, то ее потребуется в нашем примере 2,52 кг (2,92 : 1,16).

Задание для самостоятельной работы

В соответствии с выданным индивидуальным заданием провести анализ пастбищного кормления гурта дойных коров, определить, какое количество концентратов необходимо включить в суточный рацион дойных коров.

Вопросы для самоконтроля

1. Как определить, какое количество сухого вещества, а с ним и кормовых единиц потребила корова вместе со съеденной травой и сеном?
2. Как определить ожидаемый надой 4%-ного молока с поправкой величины затрат на передвижение?

2.3. Силос, силаж и сенаж

Цель занятия: изучить методы оценки качества и питательности силоса, силажа и сенажа.

– корм из свежескошенной или провяленной (до влажности 70,1 % и более) зеленой массы, законсервированной в анаэробных условиях образующимися при этом органическими кислотами или консервантами.

– это разновидность силоса влажностью из провяленных (до влажности 60,1–70 %) однолетних и многолетних трав, а также корм, приготовленный способом равномерного смешивания и плющения измельченных свежескошенных бобовых трав со злаковыми, провяленными до влажности 40–45 %, в соотношении 1:1 (ГОСТ РБ (СТБ) 1223-2000).

Сырьем для силосования могут быть также корнеклубнеплоды, отходы овощеводства, полеводства и др. На питательность и качество силоса влияют химический состав силосуемого сырья (особенно наличие сахара, протеина, золы и влаги), технология его приготовления, хранения и способы выемки.

Влажность силосуемой массы должна быть в пределах 65–75 %. При силосовании растительной массы с повышенной влажностью к ней добавляют сухие корма (солому и др.). Для определения соотношения сухих и влажных кормов при силосовании можно попользоваться методом квадрата. Например, для получения силосуемой массы 70%-ной влажности из кукурузы, содержащей 80 % воды, и соломы, влажность которой составляет 16 %, проводят следующие вычисления по методу квадрата: $70 - 16 = 54$ и $80 - 70 = 10$. Получаем, что на 54 весовые части кукурузы необходимо вносить 10 весовых частей соломы.

Кормовые культуры, предназначенные для заготовки силоса, должны убираться в следующие фазы вегетации:

- кукуруза – восковая и молочно-восковая спелость зерна, допускается убирать кукурузу в более ранние фазы в повторных посевах и в районах, где эта культура по климатическим условиям не может достигнуть этих фаз;
- подсолнечник – начало цветения;
- люпин – фаза блестящих бобов;
- многолетние бобовые травы – бутонизация – начало цветения;

• злаковые травы – конец фазы выхода в трубку – начало колошения (выметывание метелок);

• травосмеси многолетних бобовых и злаковых трав – в названные выше фазы вегетации преобладающего компонента;

• однолетние бобово-злаковые травосмеси – восковая спелость семян в двух-трех нижних ярусах бобовых растений;

• однолетние злаковые и злаково-бобовые смеси – молочная спелость зерна.

Продолжительность загрузки силосной массы в хранилища и ее трамбовка в зависимости от высоты стен не должна превышать:

до 2,5 м – трех суток;

до 3,5 м – четырех суток;

свыше 3,5 м – пяти суток.

Герметизация массы должна быть проведена сразу же после закладки ее в хранилище. Температура массы во время трамбовки не должна превышать 38–40 °С.

Силосная масса подразделяется на четыре класса качества и должна соответствовать требованиям СТБ 1223-2000, указанным в табл. 2.4–2.6.

Таблица 2.4. **Нормативные требования, предъявляемые к кукурузному силосу**

Показатель	Нормы для зон*									
	всех	первой			второй			третьей		
	класса									
	высшего	1-го	2-го	3-го	1-го	2-го	3-го	1-го	2-го	3-го
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Массовая доля сухого вещества, %, не менее	30	25	25	24	25	24	23	25	22	20
Массовая доля в сухом веществе, %: сырого протеина, не менее	10	10	9	7	10	9	7	9	8	7
сырой клетчатки, не более	22	26	28	30	27	29	31	29	31	32

Окончание табл. 2.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
сырой золы, не более	6	8	12	15	11	13	15	13	14	15
pH (активная кислотность)	3,9–4,2	3,8–4,2	3,8–4,3		3,8–4,3			3,8–4,3		3,7–4,4
Массовая доля масляной кислоты, %, не более	Не допускается	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3
Питательность 1 кг сухого вещества: кормовых единиц, не менее	0,88	0,85	0,83	0,82	0,84	0,82	0,81	0,84	0,82	0,81
обменной энергии, МДж, не менее	9,8	9,5	9,3	9,1	9,4	9,2	9,0	9,3	9,1	8,9

*В зоны входят следующие области: в первую (южную) – Брестская и Гомельская; во вторую (центральную) – Гродненская, Минская и Могилевская; в третью (северную) – Витебская.

Таблица 2.5. **Нормативные требования, предъявляемые к силосу из однолетних и многолетних свежескошенных и провяленных растений**

Показатель	Нормы для класса			
	высшего	1-го	2-го	3-го
1	2	3	4	5
Массовая доля сухого вещества, %, не менее, в силосе: из однолетних бобово-злаковых смесей и злаковых трав	25–30	25	23	20
многолетних злаковых трав	25	25	23	20
многолетних бобовых и бобово-злаковых трав с добавлением консервантов	30	25	22	18
разных культур с добавлением соломы	–	25	23	20
Массовая доля в сухом веществе: а) сырого протеина, %, не менее, в силосе: из однолетних бобово-злаковых трав	15	13	11	10

Окончание табл. 2.5

1	2	3	4	5
однолетних и многолетних злаковых трав	14	12	10	8
многолетних бобовых и бобово-злаковых трав с добавлением консервантов	16	14	12	11
разных культур с добавлением соломы	–	9	8	7
б) сырой клетчатки, %, не более	25	28	31	34
в) сырой золы, %, не более, в силосе: из однолетних крупностебельных культур	11	13	15	17
прочих растений	9	11	13	15
pH (активная кислотность)	3,9–4,2	3,8–4,2	3,8–4,3	3,7–4,4
Массовая доля масляной кислоты, %, не более, в силосе: без консервантов	Не допускается	0,1	0,2	0,3
с консервантами	Не допускается	0,05	0,15	0,25
Питательность 1 кг сухого вещества, не менее: а) кормовых единиц в силосе: из однолетних и многолетних бобово-злаковых и злаковых трав	0,86	0,81	0,75	0,70
многолетних бобовых и бобово-злаковых трав с добавлением консервантов	0,87	0,82	0,76	0,72
разных культур с добавлением соломы	–	0,66	0,63	0,60
б) обменной энергии, МДж, в силосе: из однолетних бобово-злаковых и злаковых трав	9,2	9,0	8,8	8,6
многолетних злаковых трав	9,1	8,9	8,7	8,5
многолетних бобовых и бобово-злаковых трав с добавлением консервантов	9,3	9,1	8,9	8,7
разных культур с добавлением соломы	–	8,3	7,8	7,3

Примечания:

1. В силосе, консервированном пиросульфитом натрия, pH не определяют.
2. В силосе, консервированном пиросульфитом натрия, пропионовой кислотой и ее смесями с другими кислотами, массовую долю масляной кислоты не определяют.
3. Силос с соломой высшего класса не оценивают.

Таблица 2.6. **Нормативные требования, предъявляемые к силажу**

Показатель	Нормы для класса			
	высшего	1-го	2-го	3-го
Массовая доля сухого вещества, %, в силаже: из однолетних и многолетних бобовых и бобово-злаковых трав и их смесей	35,0–39,9	35,0–39,9	35,0–39,9	33,0–39,9
многолетних злаковых трав	35,0–39,9	35,0–39,9	33,0–39,9	30,0–39,9
Массовая доля в сухом веществе: сырого протеина, %, не менее, в силаже: из однолетних и многолетних бобовых трав	16	15	14	12
многолетних бобово-злаковых трав и их смесей	15	14	13	11
Сырой клетчатки, %, не более	25	28	30	33
Сырой золы, %, не более	10	12	14	15
Массовая доля масляной кислоты, %, не более	Не допускается	0,1	0,2	0,3
Питательность 1 кг сухого вещества, не менее: кормовых единиц	0,82	0,80	0,75	0,70
обменной энергии, МДж	9,2	8,9	8,5	8,0

Примечание. Зеленую массу злаковых и бобово-злаковых трав силосуют в подвяленном виде: злаковых – до 67 %, бобово-злаковых – до 70 % влажности. Во всех случаях, когда влажность бобовых трав превышает 67–70 %, а злаково-бобовых смесей – 75 %, их силосуют с добавлением консервирующих веществ. Злаковые травы с содержанием сухого вещества ниже 25 % силосуют с добавлением соломы или консервантов.

На заготовку кормов из провяленных трав (силажа) следует обращать особое внимание. Этот прием по эффективности своего действия не уступает действию консервирующих веществ, а при совместном применении указанных двух факторов гарантируется получение высококачественного корма с минимальными потерями питательных веществ.

Классы силоса из зеленых растений определяют не ранее 30 сут после герметичного укрытия массы, заложенной для силосования в хранилище, и не позднее чем за 15 сут до начала скармливания готового силоса животным.

Испытания проводят следующим образом. Хороший силос имеет приятный запах квашеных овощей или консервированных фруктов,

быстро и бесследно исчезающий с рук после растирания в них силоса. Такой силос характеризуется желтовато-зеленым или темно-зеленым цветом. В нем отсутствует плесень, земля. Структура растений полностью сохраняется.

Силос, приготовленный с перегревом до 45–50 °С, приобретает оттенок запаха меда или свежеиспеченного ржаного хлеба, становится коричневым. Такой силос часто содержит мало каротина и имеет сниженную переваримость протеина. Силос среднего качества (удовлетворительный) может иметь также резкий запах уксусной кислоты, при растирании его в руках может оставаться слабый запах масляной кислоты или пота.

Силос ниже среднего качества (условно доброкачественный), приготовленный при растянутых сроках закладки или неудовлетворительной герметизации и трамбовке, имеет хорошо выраженный хлебный или медовый запах (приготовлен с перегревом до 55–70 °С), или резковатый уксуснокислый, при растирании его в руках остается сильный запах масляной кислоты. Такой силос приобретает темно-коричневый, бурый или блеклый серовато-зеленый цвет, слегка мажущуюся консистенцию (на руках отпечатки бурого цвета).

Силос плохой и очень плохой, испорченный, несъедобный имеет неприятный навозоподобный запах с оттенком запаха селедки (триметиламина) и испорченного сыра, может иметь едкий аммиачный или гнилостный, плесенный запах, не исчезающий с рук после растирания в них силоса. Цвет испорченного силоса обычно грязно-зеленый, темно-бурый или черный. Частицы растений разрушены и мажутся при растирании или ослизлые, силос может быть разложившимся, с черными заплесневелыми участками. Такой силос недопустим к скармливанию, отдельные партии его используют только с разрешения ветеринарной лаборатории.

При лабораторной оценке качества силоса учитывают следующие показатели: активную кислотность (pH); общее количество и соотношение молочной, уксусной и масляной кислот; количество каротина, сырого протеина и сырой золы; влажность силосной массы.

Для определения pH силоса небольшое его количество помещают в стакан (примерно до половины его емкости) и заливают кипяченой водой, перемешивают, через 15–20 мин определяют активную кислотность силосной вытяжки с помощью индикаторной бумаги, а более точно – pH-метром. Влажность силоса определяют в лаборатории высушиванием навески корма или ускоренно с помощью влагомера. Ори-

ентировочно влажность силоса определяют сжиманием горсти силоса в руке: из влажного силоса (влаги более 80 %) обильно выделяется сок, при 75–80%-ной влажности выделяется незначительное количество сока, при 65–70%-ной влажности сок не выделяется.

Количество обменной энергии (ОЭ) в силосе, МДж в 1 кг сухого вещества, находят по формуле

$$ОЭ = К_1 – 0,045 \cdot СК – 0,015 \cdot СЗ + 0,07 \cdot СП,$$

где $К_1$ – коэффициент для определения обменной энергии (табл. 2.7);

СК – массовая доля сырой клетчатки в сухом веществе, %;

СЗ – массовая доля сырой золы в сухом веществе, %;

0,045; 0,015 и 0,07 – постоянные коэффициенты.

Количество овсяных кормовых единиц (ОКЕ) в 1 кг сухого вещества силоса определяют по формуле

$$ОКЕ = ОЭ \cdot К_2,$$

где $К_2$ – коэффициент для определения кормовых единиц (табл. 2.7).

Для перевода показателей питательности (ОЭ и ОКЕ) сухого вещества корма на натуральную влажность необходимо числовые значения этих показателей умножить на массовую долю сухого вещества в процентах и разделить на 100. Полученные результаты округляют с точностью до двух знаков после запятой.

Таблица 2.7. **Коэффициенты для расчета питательности силоса**

Вид силоса	Коэффициенты для определения	
	обменной энергии ($К_1$)	к. ед. ($К_2$)
Кукурузный в фазе молочно-восковой спелости зерна	10,2	0,092
Кукурузный в фазе восковой спелости зерна	10,2	0,090
Кукурузный и из других растений с соломой	9,2	0,083
Из многолетних бобовых и злаковых трав	9,5	0,088
Силаж	9,5	0,085
Овсяный в фазе выметывания метелки	9,5	0,090
Овсяный в фазе молочной спелости зерна	9,8	0,090
Ячменный в фазе колошения	9,9	0,088
Ячменный в фазе молочной спелости зерна	9,9	0,091
Ячменный в фазе молочно-восковой спелости зерна	9,0	0,090
Подсолнечный	9,5	0,082
Люпиновый	9,5	0,086

Для приготовления сенажа используют посевы многолетних и однолетних бобовых и злаковых трав в чистом виде, а также их смеси, скошенные в фазе бутонизации, но не позднее начала цветения бобовых и до начала колошения злаковых трав. Многолетние травосмеси скашивают в названные выше фазы преобладающего компонента. Однолетние бобовые растения и бобово-злаковые смеси скашивают не ранее образования бобов в двух-трех нижних ярусах (ГОСТ 23637-90).

– относительно пресный корм (pH 4,5–5,5), приготовленный из тонкостебельных трав, убранных в ранние фазы вегетации, и провяленных до влажности 40–60 %, сохраняемый в анаэробных условиях. Консервация растительной массы происходит вследствие физиологической сухости среды, а также накопления углекислого газа и небольшого количества органических кислот.

Качество корма оценивают перед использованием. Сенаж должен иметь свойственный для него запах, немажущуюся и без ослизлости консистенцию. Наличие плесени не допускается.

Запах хорошего сенажа ароматный, фруктовый. Сенаж среднего качества может иметь запах ржаного хлеба, что свидетельствует о перегревании корма при закладке на хранение. Испорченный сенаж пахнет плесенью, уксусом, навозом. Цвет хорошего сенажа зеленый, буровато-зеленый, желтовато-зеленый – в зависимости от исходного сырья. Сенаж среднего и ниже среднего качества может быть светло- и темно-коричневым, что свидетельствует о перегревании массы. При порче сенажа преобладают темные тона – бурый, серый, черный, а при растирании на руках остаются грязные пятна.

Сенаж подразделяют на три класса (табл. 2.8).

Таблица 2.8. **Требования к качеству сенажа (ГОСТ 23637-90)**

Показатель	Характеристика и норма для классов		
	1-го	2-го	3-го
1	2	3	4
Запах	аромат-ный, фруктовый	ароматный, фруктовый; допускается слабый запах меда или свежеиспеченного ржаного хлеба	
Цвет	Серовато-зеленый, желто-зеленый; для клевера допускается светло-коричневый		
Массовая доля сухого вещества, %, не менее, в сенаже: бобовом и бобово-злаковом	40–55	40–55	40–55
злаковом и злаково-бобовом	40–60	40–60	40–60

Окончание табл. 2.8

1	2	3	4
Массовая доля в сухом веществе сырого протеина, %, не менее, в сенаже: из бобовых и бобово-злаковых трав	16	14	12
злаковых и злаково-бобовых трав	14	12	10
Массовая доля в сухом веществе сырой клетчатки, %, не более, в сенаже: из бобовых и бобово-злаковых трав	30	33	35
злаковых и злаково-бобовых трав	28	32	34
Каротин в сухом веществе, мг/кг	55	40	30
Массовая доля масляной кислоты в сенаже, %, не более	Не допускается	0,1	0,2

Примечание. Массовая доля золы, нерастворимой в соляной кислоте, не должна превышать 3 %.

Суммарный класс качества силоса и сенажа устанавливается по низшему показателю: для сенажа и силоса (кроме кукурузного) определяющим показателем является содержание сырого протеина, а для силоса из кукурузы – содержание сухого вещества. При несоответствии нормативным требованиям к содержанию сухого вещества в силосе (кроме кукурузного) качество кормов снижается на один класс, в кукурузном силосе – корм относится к неклассному независимо от класса по остальным показателям. При недостатке сырого протеина все корма относят к неклассным. Несоответствие других нормативных показателей (сырая клетчатка, pH, молочная и масляная кислоты) приводит к снижению качества корма на один класс.

Энергетическую питательность сенажа в обменной энергии или кормовых единицах вычисляют по следующим формулам:

$$ОЭ = 5,59 + 25,09 / К + 0,202 \cdot П;$$

$$КЕ = 0,0081 \cdot ОЭ^2,$$

где ОЭ – количество обменной энергии, МДж на 1 кг сухого вещества;

К – массовая доля сырой клетчатки, %;

П – массовая доля сырого протеина, %;

КЕ – количество кормовых единиц в 1 кг сухого вещества;

5,59; 25,09; 0,202; 0,0081 – постоянные коэффициенты.

Порядок оценки качества сенажа.

1. На основании документации о происхождении сенажа, а также в зависимости от ботанического состава убранной на сенаж культуры устанавливают его вид: а) сенаж из бобовых и бобово-злаковых трав, провяленных до влажности 45–55 %; б) сенаж из злаковых и злаково-бобовых трав, провяленных до влажности 40–60 %.

2. В кормовой лаборатории определяют химический состав сенажа, процент содержания в корме при натуральной влажности: а) общей влаги; б) сухого вещества; в) сырого протеина; г) сырого жира; д) сырой клетчатки; е) безазотистых экстрактивных веществ; ж) сырой золы; и) масляной кислоты.

3. Рассчитывают в сухом веществе сенажа содержание сырого протеина, сырой клетчатки, обменной энергии и сравнивают с требованиями стандарта качества для заключения о классе качества сенажа.

Пример. Сенаж из бобово-злаковых трав имеет следующий химический состав, %: общая влага – 56,5; сухое вещество – 43,5; сырой протеин – 7,09; сырая клетчатка – 12,4; сырой жир – 1,13; безазотистые экстрактивные вещества – 20,36; сырая зола – 2,52.

В сухом веществе сенажа содержится:

$$СП = \frac{7{,}09 \cdot 100}{43{,}5} = 16{,}3\ \%;$$

$$СК = \frac{12{,}4 \cdot 100}{43{,}5} = 28{,}5\ \%;$$

$$ОЭ = 5{,}59 + 25{,}09 / СК + 0{,}202 \cdot СП = 25{,}09 / 28{,}5 + 0{,}202 \cdot 16{,}3 = \\ = 9{,}76\ МДж/кг.$$

Масляной кислоты в корме нет.

Полученные результаты сравнивают с требованиями стандарта (табл. 2.9).

Таблица 2.9. **Оценка качества сенажа из бобово-злаковых трав**

Сенаж из бобово-злаковых трав	Норма для класса			Результат исследований	Заключение о классе качества
	1-го	2-го	3-го		
1	2	3	4	5	6
Массовая доля СВ, не менее	40–55	40–55	40–55	43,5	–

Окончание табл. 2.9

1	2	3	4	5	6
Массовая доля в СВ сырого протеина, %, не менее	16	14	12	16,3	1-й
Массовая доля в СВ сырой клетчатки, %, не более	30	33	35	28,5	1-й
Массовая доля в СВ масляной кислоты, %, не более	–	0,1	0,2	Нет	1-й
Содержание обменной энергии, МДж/кг СВ, не менее	9,6	9,2	8,7	9,76	1-й
Результат					1-й

Сенаж из бобово-злаковых трав относится по качеству к 1-му классу.

Порядок оценки качества силоса из кукурузы.

1. На основании технологической документации о происхождении силоса из кукурузы устанавливают, в какой зоне выращена кукуруза, в какой фенофазе убрана на силос.

2. В кормовой лаборатории определяют его химический состав, процент содержания в корме при его натуральной влажности: а) общей влаги; б) сухого вещества; в) сырого протеина; г) сырой клетчатки; д) сырого жира; е) сырой золы; ж) безазотистых экстрактивных веществ.

3. Рассчитывают в сухом веществе силоса из кукурузы содержание: сырого протеина, сырой клетчатки, сырой золы, обменной энергии, содержание масляной кислоты, учитывают величину pH. Полученные данные сравнивают с требованиями стандарта качества.

Пример. Силос из кукурузы, убранной в фазе восковой спелости зерна во второй (центральной) зоне, Гродненская область, имеет следующий химический состав, %: общая влага – 69,3; сухое вещество – 30,7; сырой протеин – 3,1; сырая клетчатка – 7,46; сырой жир – 0,92; безазотистые экстрактивные вещества – 17,28; сырая зола – 1,94; pH 4,0; масляной кислоты нет.

В сухом веществе силоса кукурузного содержится:

$$\text{СП} = \frac{3{,}1 \cdot 100}{30{,}7} = 10{,}1\,\%;$$

$$\text{СК} = \frac{7{,}46 \cdot 100}{30{,}7} = 24{,}3\,\%;$$

$$СЗ = \frac{1{,}94 \cdot 100}{30{,}7} = 6{,}32\ \%.$$

Обменную энергию определяют по формуле

$$ОЭ = К_1 – 0{,}045 \cdot СК – 0{,}015 \cdot СЗ + 0{,}07 \cdot СП,$$

где $К_1$ – коэффициент для определения обменной энергии (берется из табл. 2.7).

$$ОЭ = 10{,}2 – 0{,}045 \cdot 24{,}3 – 0{,}015 \cdot 6{,}32 + 0{,}07 \cdot 10{,}098 = 9{,}72\ МДж/кг.$$

Полученные результаты сравнивают с требованиями стандарта (табл. 2.10).

Таблица 2.10. **Оценка качества кукурузного силоса**

Показатель	Норма для класса второй зоны				Результат исследований	Заключение о классе качества
	высшего	1-го	2-го	3-го		
Массовая доля СВ, %	30	25	24	23	30,7	Высший
Массовая доля в СВ сырого протеина, %	10	10	9	7	10,098	Высший
Массовая доля в СВ сырой клетчатки, %	22	27	29	31	24,3	1-й
Массовая доля в СВ сырой золы, %	6	11	13	15	6,32	1-й
pH	3,9–4,2	3,8–4,3			4,00	Высший
Массовая доля в СВ масляной кислоты, %	–	0,1	0,2	0,3	–	Высший
Содержание обменной энергии, МДж/кг СВ	9,8	9,4	9,2	9,0	9,72	1-й
Результат						1-й

Силос кукурузный молочно-восковой спелости относится к 1-му классу качества.

Порядок оценки качества силоса из однолетних и многолетних свежескошенных и провяленных трав.

1. На основании технологической документации устанавливают происхождение травяного силоса.

2. В кормовой лаборатории определяют его химический состав, процент содержания в корме при натуральной влажности: а) общей влаги; б) сухого вещества; в) сырого протеина; г) сырого жира;

д) сырой клетчатки; е) безазотистых экстрактивных веществ; ж) сырой золы.

3. Рассчитывают в сухом веществе травяного силоса содержание сырого протеина, сырой клетчатки, сырой золы, обменной энергии, учитывают величину pH и содержание масляной кислоты. Полученные данные сравнивают с требованиями стандарта качества.

Пример. Силос из многолетних бобово-злаковых провяленных трав имеет следующий химический состав, %: общая влага – 72,7; сухое вещество – 27,3; сырой протеин – 3,9; сырая клетчатка – 7,4; сырой жир – 0,6; безазотистые экстрактивные вещества – 12,6; сырая зола – 2,8; масляная кислота –0,1; pH 4,1.

В сухом веществе силоса из многолетних бобово-злаковых трав содержится:

$$СП = \frac{3{,}9 \cdot 100}{27{,}3} = 14{,}28\ \%;$$

$$СК = \frac{7{,}4 \cdot 100}{27{,}3} = 27{,}1\ \%;$$

$$СЗ = \frac{2{,}8 \cdot 100}{27{,}3} = 9{,}58\ \%;$$

$$ОЭ = К_1 – 0{,}045 \cdot СК – 0{,}015 \cdot СЗ + 0{,}07 \cdot СП;$$

$$ОЭ = 9{,}5 – 0{,}045 \cdot 27{,}1 – 0{,}015 \cdot 9{,}58 + 0{,}07 \cdot 14{,}28 = 9{,}14\ МДж/кг\ СВ.$$

Полученные результаты сравнивают с требованиями стандарта (табл. 2.11).

Таблица 2.11. **Оценка качества силоса из многолетних бобово-злаковых провяленных трав**

Показатель	Нормы для класса				Результат исследований	Заключение о классе качества
	высшего	1-го	2-го	3-го		
1	2	3	4	5	6	7
Массовая доля СВ, %	25–30	25	23	20	37,2	Высший
Массовая доля в СВ сырого протеина, %	15	13	11	10	14,3	1-й
Массовая доля в СВ сырой клетчатки, %	25	28	31	34	27,1	1-й

Окончание табл. 2.11

1	2	3	4	5	6	7
Массовая доля в СВ сырой золы, %	9	11	13	15	9,58	1-й
pH (активная кислотность)	3,9–4,2	3,8–4,2	3,8–4,3	3,7–4,4	4,1	Высший
Массовая доля масляной кислоты, %	Не допускается	0,1	0,2	0,3	0,1	1-й
Содержание обменной энергии, МДж/кг СВ	9,2	9,0	8,8	8,6	9,14	1-й
Результат						1-й

Силос из многолетних бобово-злаковых провяленных трав относится к 1-му классу качества.

Порядок оценки качества силажа.

1. На основании технологической документации устанавливают происхождение силажа.

2. В кормовой лаборатории определяют химический состав силажа, процент содержания в корме при его натуральной влажности: а) общей влаги; б) сухого вещества; в) сырого протеина; г) сырого жира; д) сырой клетчатки; е) безазотистых экстрактивных веществ; ж) сырой золы.

3. Рассчитывают в сухом веществе силажа содержание сырого протеина, сырой клетчатки, сырой золы, обменной энергии.

Пример. Силаж из многолетних бобово-злаковых провяленных трав имеет следующий химический состав, %: общая влага – 62,8; сухое вещество – 37,2; сырой протеин – 5,3; сырая клетчатка – 10,4; сырой жир – 0,9; сырая зола – 5,0.

В сухом веществе силажа из многолетних бобово-злаковых трав содержится:

$$СП = \frac{5{,}3 \cdot 100}{37{,}2} = 14{,}25\ \%;$$

$$СК = \frac{10{,}4 \cdot 100}{37{,}2} = 27{,}96\ \%;$$

$$СЗ = \frac{5 \cdot 100}{37{,}2} = 13{,}4\ \%;$$

$$ОЭ = К_1 - 0{,}045 \cdot СК - 0{,}015 \cdot СЗ + 0{,}07 \cdot СП;$$

$$ОЭ = 9,5 – 0,045 \cdot 27,96 – 0,015 \cdot 13,4 + 0,07 \cdot 14,25 = 8,94 \text{ МДж/кг СВ}.$$

Полученные результаты сравнивают с требованиями стандарта (табл. 2.12).

Таблица 2.12. **Оценка качества силажа из бобово-злаковых трав**

Показатель	Норма для класса второй зоны				Результат исследований	Заключение о классе качества
	высшего	1-го	2-го	3-го		
Массовая доля СВ, %, не ниже	35,0–39,9		33,0–39,9		37,2	Высший
Массовая доля в СВ сырого протеина, %, не менее	15	14	13	11	14,25	1-й
Массовая доля в СВ сырой клетчатки, %, не менее	25	28	30	33	27,96	1-й
Питательность 1 кг сухого вещества ОЭ, МДж	9,2	8,9	8,5	8,0	8,94	1-й
Результат						1-й

Силаж из многолетних бобово-злаковых трав относится к 1-му классу качества.

Задания для выполнения во время аудиторных занятий

1. Произвести оценку силоса по СТБ 1223-2000 (табл. 2.13).

Таблица 2.13. **Порядок оценки качества силоса**

Показатели	Результат оценки	
	1-й образец	2-й образец
1	2	3
1. Вид силоса: из кукурузы		
других растений		
2. Фаза вегетации		
3. Цвет		
4. Запах		
5. Структура и консистенция		
6. Признаки порчи		

Окончание табл. 2.13

1	2	3
7. Химический состав силоса, %: сухое вещество		
сырой протеин		
сырая клетчатка		
8. Содержится в 1 кг сухого вещества: клетчатки, кг		
сырого протеина, %		
9. pH		
10. Массовая доля молочной кислоты в общем количестве кислот, %		
11. Массовая доля масляной кислоты в силосе, %		
12. Питательность 1 кг сухого вещества: обменной энергии, МДж		
кормовых единиц		
13. Класс качества силоса		
14. Общее заключение о качестве силоса		

2. Произвести оценку сенажа по ГОСТ 23637-90 (табл. 2.14).

Таблица 2.14. **Порядок оценки качества сенажа**

Показатели	Результат оценки	
	1-й образец	2-й образец
1. Вид сенажа: из кукурузы		
бобовых и бобово-злаковых трав		
злаковых и злаково-бобовых трав		
2. Фаза вегетации		
3. Цвет		
4. Запах		
3. Структура и консистенция		
6. Признаки порчи		
7. Химический состав сенажа, %: сухое вещество		
сырой протеин		
сырая клетчатка		
8. Содержится в 1 кг сухого вещества: клетчатки, %		
сырого протеина, %		
9. Питательность 1 кг сухого вещества: обменной энергии, МДж кормовых единиц		
10. Класс качества сенажа		
11. Общее заключение о качестве сенажа		

Задание для самостоятельной работы

Выписать из справочной литературы показатели питательности различных видов силоса и сенажа (содержание в 1 кг корма сухого вещества, кормовых единиц, переваримого протеина, сахара, каротина). Сделать заключение о кормовых достоинствах и недостатках каждого вида корма.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие показатели учитывают при оценке качества силоса и сенажа? Каковы требования ГОСТов по химическому и кислотному составу силоса и сенажа?
2. Назовите органолептические показатели, характерные для доброкачественного силоса или сенажа, признаки порчи.
3. Как устанавливается суммарный класс качества силоса и сенажа?

2.4. Корма травяные, искусственно высушенные

Цели занятия: изучить требования стандарта к качеству травяных искусственно высушенных кормов; выработать умения и навыки определения их качества.

Искусственно высушенные травяные корма приготовляют из многолетних и однолетних бобовых и злаковых трав, бобово-злаковых травосмесей и других растений, богатых протеином и витаминами, в рассыпном (травяная мука, резка), прессованном (гранулы, брикеты) видах с добавлением антиокислителей или без них.

Многолетние бобовые травы скашивают в фазе не позднее полной бутонизации растений, однолетние бобовые – в фазе цветения – начала образования бобов в нижнем ярусе, злаковые – не позднее начала колошения, травосмеси многолетних бобовых и злаковых трав – в вышеуказанных фазах развития преобладающего компонента.

Фазу развития трав определяют визуально в полевых условиях. Началом данной фазы развития считают, если она наступила у 10 % растений доминирующего вида травостоя, полной – у 70 %.

Сельскохозяйственные предприятия разрабатывают зеленый конвейер, соответствующий плану производства травяных искусственно обезвоженных кормов, с указанием набора культур, их площадей и урожайности.

При производстве муки и гранул используют сырье в свежескошенном виде, для рассыпной и брикетированной резки допускается использование сырья, провяленного до влажности 65 %. Длина резки травы должна быть в пределах до 30 мм (не менее 80 % от общей массы), количество частиц длиной более 100 мм – не более 2 %.

Для сушки измельченной травы используют высокотемпературные сушильные агрегаты. Для увеличения объемной массы, повышения транспортабельности и снижения емкости складских помещений травяную резку после сушки брикетируют (оптимальная плотность брикетов 650–780 кг/м^3) или после дополнительного измельчения в дробилке получают травяную муку в рассыпном виде, а также после гранулирования – в виде гранул. Для лучшего сохранения каротина вводят антиокислители – сантохин, дилудин (по 0,2 кг на 1 т муки).

При оценке качества гранул и брикетов учитывают технологию приготовления, регламентируют их крошливость и размеры. Для определения крошливости берут 1 кг гранул или брикетов, гранулы просеивают через сито с круглыми отверстиями (диаметр равен 0,8 диаметра гранул), брикеты – через сито с квадратными отверстиями (диагональ равна 0,8 размера стороны брикета), взвешивают непрессованный корм и вычисляют его содержание в процентах от общей массы корма.

Диаметр гранул должен быть в пределах 4,7–12,7 мм, длина – не более двух диаметров, плотность – 600–1300 кг/м^3, крошимость – не более 12 %.

Диаметр брикетов должен быть 30–60 мм, длина сторон прямоугольных брикетов – не более 70 мм, плотность – 500–800 кг/м^3.

Определение размера гранул или брикетов производят с помощью штангенциркуля или линейки, измеряя диаметр и ширину десяти гранул или брикетов, взятых подряд. По полученным данным вычисляют среднее арифметическое значение диаметра и длины гранул.

Определение плотности гранул проводится объемным методом (по ГОСТ 13496.13) с дополнением: «Гранулы массой 30–100 г помещают в капроновую или металлическую сетку с диаметром ячеек не более 2 мм, взвешивают и погружают на 3 мин в ванну с минеральным маслом для предварительного смачивания».

Регламентируется также крупность размола муки. Не допускается остаток на сите с отверстиями диаметром 5 мм, а на сите с диаметром отверстий 3 мм допускается не более 5 % остатка.

Токсичность искусственно высушенных травяных кормов не допускается.

Содержание каротина в свежеприготовленных и хранившихся в хозяйстве до 10 дней искусственно высушенных травяных кормах из бобовых культур должно быть не менее 200 мг, из бобово-злаковых – 150 мг, а из злаковых – не менее 100 мг.

Качество травяных искусственно обезвоженных кормов зависит от вида сырья, фазы вегетации растений в период уборки, срока и условий хранения.

Искусственно высушенные травяные корма должны быть темно-зеленого или зеленого цвета, без затхлого, плесенного, гнилостного запахов и горелости.

Хорошая травяная мука и резка имеют однородный зеленый цвет, специфический, свойственный им запах. Цвет нормально высушенного корма из злаковых и бобовых трав (кроме клевера) от зеленого до желтоватого, из клевера – бурый, запах специфический; в пересушенном – цвет побуревший, бурый, запах слегка горелый; в сильно пересушенном – цвет бурый, темно-бурый, а запах горелый.

Искусственно высушенные травяные корма подразделяют на три класса в соответствии с требованиями, указанными в табл. 2.15.

Таблица 2.15. **Требования государственного стандарта к качеству искусственно обезвоженных травяных кормов (ГОСТ 18691-88)**

Показатель	Норма для классов		
	1-го	2-го	3-го
Цвет и запах	Темно-зеленый или зеленый, признаки горелости, а также затхлый, плесенный, гнилостный и другие посторонние запахи отсутствуют		
Влажность, %:			
муки	9–12	9–12	9–12
гранул и брикетов	9–14	9–14	9–14
резки	10–15	10–15	10–15
Массовая доля сырого протеина в сухом веществе, %, не менее	19	16	13
Массовая доля сырой клетчатки в сухом веществе, %, не более	23	26	30
Массовая концентрация каротина в 1 кг сухого вещества кормов из трав, мг, не менее:			
бобовых	200	200	200
бобово-злаковых	150	150	150
злаковых	100	100	100

Остаток искусственно высушенных травяных кормов, приготовленных в виде муки, на сите с диаметром отверстий 5 мм не допускается, а 3 мм – допускается не более 5 %.

Длина частиц резки для всех классов должна быть не более 100 мм, в том числе частиц длиной 30 мм – не менее 80 %, длиной 100 мм – не более 2 %.

Массовая концентрация металломагнитных частиц размером более 2 мм и частиц с острыми краями не допускается, частиц до 2 мм в 1 кг корма допускается не более 50 мг.

Массовая доля золы, нерастворимой в соляной кислоте, не должна превышать 0,7 %, наличие амбарных вредителей не допускается.

Питательность травяной муки и резки зависит от концентрации сырой клетчатки и влажности корма. При содержании в бобово-злаковой травяной муке и резке клетчатки до 22 % при влажности корма 8–12 % питательность 1 кг сухого вещества составляет 0,8–0,9 к. ед.

При пересушивании корма до влажности 6–8 % питательность снижается до 0,7–0,8 к. ед., при повышении содержания сырой клетчатки до 30 % и влажности 6–8 % – до 0,60–0,65 к. ед.

Общую питательность искусственно обезвоженных травяных кормов в обменной энергии или кормовых единицах рассчитывают при составлении кормовых рационов, а также для планирования их производства и отчетности с учетом предусмотренных норм (табл. 2.16).

Таблица 2.16. **Нормы содержания энергии в искусственно высушенных травяных кормах**

Показатель	Норма для классов		
	1-го	2-го	3-го
Общая питательность 1 кг сухого вещества, не менее: обменной энергии, МДж: КРС	10,0	9,5	9,0
свиньи	9,3	8,5	–
птица	6,0	4,8	–
кормовых единиц	0,80	0,73	0,65

Количество обменной энергии для крупного рогатого скота, свиней и птицы вычисляют по следующим формулам:

$$ОЭ_{КРС} = 13,71 – 16,0 \cdot СК;$$

$$ОЭ_{св} = 16,0 – 29,0 \cdot СК;$$

$$ОЭ_{пт} = 15,3 – 40,5 \cdot СК,$$

где СК – сырая клетчатка, кг/кг сухого вещества.

$$КЕ = 0{,}0081 \cdot ОЭ^2_{КРС}.$$

При наличии данных содержания в искусственно высушенных травяных кормах переваримого протеина (ПП), переваримого жира (ПЖ), переваримой клетчатки (ПК) и переваримых безазотистых экстрактивных веществ (ПБЭВ) содержание обменной энергии в 1 кг сухого вещества (в МДж) вычисляют по формулам:

$$ОЭ_{КРС} = 0{,}175\ ПП + 0{,}312\ ПЖ + 0{,}136\ ПК + 0{,}148\ ПБЭВ;$$

$$ОЭ_{св} = 0{,}209\ ПП + 0{,}366\ ПЖ + 0{,}143\ ПК + 0{,}170\ ПБЭВ;$$

$$ОЭ_{пт} = 0{,}178\ ПП + 0{,}398\ ПЖ + 0{,}177\ ПК + 0{,}177\ ПБЭВ,$$

где 0,175; 0,312; 0,136; 0,148; 0,209; 0,366; 0,143; 0,170; 0,178; 0,398; 0,177 – постоянные коэффициенты.

Задания для выполнения во время аудиторных занятий

1. Оценить качество образцов искусственно обезвоженных травяных кормов по схеме: вид корма (мука, гранулы и др.); цвет, запах; наличие признаков горелости, плесени, гнили, примесей и амбарных вредителей; крошливость и размеры (для гранул и брикетов); крупность размола (для муки) или длина резки.
2. Определить содержание обменной энергии и кормовых единиц в 1 кг сухого вещества (расчет следует производить по предварительно определенным данным содержания влаги и сырой клетчатки в корме и по данным содержания в кормах переваримых питательных веществ).

Задание для самостоятельной работы

Выписать и сравнить показатели энергетической, протеиновой питательности, а также содержания каротина и клетчатки в травяной муке из злаковых и бобовых трав.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие показатели учитывают при оценке качества травяной муки, гранул и брикетов?
2. Каковы требования ГОСТа по химическому составу травяных искусственно обезвоженных кормов?

2.5. Сено, солома

Цели занятия: ознакомиться с требованиями стандарта к качеству сена; освоить приемы определения доброкачественности грубых кормов и способ расчета запаса их путем обмера.

Для заготовки используют посевы многолетних и однолетних злаковых, реже бобовых, трав в чистом виде, их смеси, а также травостои природных кормовых угодий, скошенные не позднее колошения и начала цветения злаковых, массового цветения бобовых.

Методом полевой сушки готовят рассыпное неизмельченное и прессованное сено, методом активного вентилирования – рассыпное неизмельченное, измельченное и прессованное.

По ботаническому составу сено подразделяют: на сеяное злаковое (злаковых трав более 60 %), сеяное бобово-злаковое (бобовых трав от 20 до 60 %), сеяное бобовое (бобовых растений более 69 %) и естественных кормовых угодий (ГОСТ 4808-87).

Высококачественное сено служит источником протеина, клетчатки, сахара, минеральных веществ, витамина D (при солнечной сушке) и витаминов группы В (из бобовых трав).

Питательность сена в значительной степени зависит от качества. Основное условие получения высококачественного сена – своевременное скашивание трав. Способы и продолжительность сушки трав оказывают существенное влияние на качество сена. Методом полевой сушки заготавливают рассыпное и прессованное сено. Применение плющения трав и досушивания провяленных трав методом активного вентилирования позволяет сократить продолжительность их сушки. Продолжительность естественной сушки сена из сеяных трав не должна превышать четырех дней, из других трав – трех дней, при активном вентилировании – трех и двух дней.

Активное вентилирование (при заготовке рассыпного измельченного и неизмельченного, а также прессованного сена) дает возможность увеличить на 10–15 % общий сбор питательных веществ, на 20 % повысить питательность сена и в два раза снизить потери каротина. Температура сена во время вентилирования не должна превышать 38–40 °С.

Применяется консервация влажного сена жидким аммиаком, позволяющая на 10–25 % повысить питательность сена.

Общая оценка сена и его классификация производятся согласно ГОСТ 4808-87. Основными показателями общей оценки сена являются:

фаза вегетации трав в момент уборки, цвет, запах, содержание в сене сухого вещества, вредных и ядовитых растений, минеральной примеси.

Сено из сеяных трав и травостоев естественных угодий подразделяется на три класса в зависимости от содержания в нем сырого протеина и обменной энергии или кормовых единиц (табл. 2.17). Если сено не соответствует нормам по сырому протеину, оно относится к некласcному. Суммарный класс качества устанавливается по низшему показателю.

Таблица 2.17. **Питательность и качество сена (ГОСТ 4808-87)**

Нормы для сена	Класс качества	Питательность 1 кг сухого вещества, не менее		Массовая доля в сухом веществе сырого протеина, %, не менее
		обменной энергии, МДж	ОКЕ	
Сеяного бобового	1	9,2	0,68	16
	2	8,8	0,62	13
	3	8,2	0,54	10
Сеяного злакового	1	8,9	0,64	13
	2	8,5	0,58	10
	3	8,2	0,54	8
Сеяного бобово-злакового	1	9,1	0,67	14
	2	8,6	0,6	11
	3	8,2	0,54	9
Естественных сенокосов	1	8,9	0,64	11
	2	8,5	0,58	9
	3	7,9	0,50	7

Примечания: 1. В сеяном бобовом сене бобовых растений более 60 %; сеяном злаковом – злаковых более 60 % и бобовых менее 20 %; сеяном бобово-злаковом – бобовых от 20 до 60 %.

2. Влажность сена всех видов должна быть не более 17 %, массовая доля золы, нерастворимой в соляной кислоте, не должна превышать 0,7 %.

3. В сене естественных сенокосов содержание вредных и ядовитых растений допускается: для 1-го класса – не более 0,5 %; 2-го и 3-го – не более 1 %. К ядовитым и вредным растениям относят: белену черную, болиголов пятнистый, вех ядовитый, горчак ползучий, дурман обыкновенный, звездчатку злаковую, калужницу, лютики, наперстянки, хвощ болотный и полевой, чемерицу, чистотел большой.

4. В сене естественных сенокосов допускается не более 50 %: щучки дернистой, белоуса торчащего, вейника наземного, манника наплывающего.

Оценка качества сена производится на основании органолептических показателей и лабораторных анализов. По органолептическим

показателям устанавливают общее состояние сена: внешний вид, цвет, запах, признаки порчи, которые характеризуют качество его уборки и хранения.

Цвет сена определяют днем при осмотре всей партии и сена, отобранного из внутренних слоев скирд (тюков, рулонов и т. д.). Цвет сеяного бобового сена должен быть от зеленого и зелено-желтого до светло-бурого; сеяного злакового и сена естественных кормовых угодий – от зеленого до желто-зеленого (зелено-бурого).

Темно-бурый или темно-коричневый цвет бывает у сена, убранного в дождливую погоду. Пересушенное и долго хранившееся сено приобретает серый цвет.

Хорошее сено имеет приятный свежий запах. Сено из перестоявших растений и долго лежавшее в прокосах, а также хранившееся длительное время теряет запах. Затхлый запах издает сено, хранившееся без проветривания. Запах плесени появляется при заплесневении влажного сена.

В случае сомнения запах определяют следующим образом: 50–100 г сена помещают в стакан вместимостью 1 л, заливают горячей водой, стакан накрывают стеклом, через 2–3 мин исследуют запах разогретого сена.

Время уборки трав на сено определяют по фазе развития преобладающих растений при их скашивании. Сено считается убранным в цвету, если в колосках преобладающих злаков нет зрелых семян, а встречаются только цветы. Обнаружение семян лишь в нижних колосках соцветия указывает на фазу начала образования семян. При несвоевременной уборке злаков на сено нижние части стебля желтеют. Сено из бобовых трав считается убранным в полном цвету, если семена встречаются только в двух-трех нижних соцветиях. При поздней уборке в трухе много семян. Сеяные травы и травы естественных кормовых угодий на сено следует скашивать: бобовые – в фазе бутонизации, но не позднее полного цветения; злаковые – в фазе колошения, но не позднее начала цветения. Недоброкачественность сена (признаки порчи) устанавливают по присутствию горелого, плесневелого, пыльного, гнилого, пораженного ржавчиной, загрязненного сена. Горелость определяется осмотром средних слоев сена из кип и стогов. Она характеризуется значительным потемнением цвета сена и медовым запахом. Загнивание и заплесневение сена устанавливают по наличию беловатых, серовато-бурых и черных пятен на листьях и стеблях. Пыльность

определяют путем встряхивания пучка сена. Пыльным считается сено, дающее при встряхивании облачко пыли. Пораженность сена ржавчиной определяют тщательным осмотром сена (иногда через лупу). Грибок обнаруживают по красным, черным и желтоватым пятнам и полоскам на листьях и стеблях. Загнившее, пораженное плесенью и ржавчиной сено непригодно для скармливания животным.

Влажность сена определяют с помощью зоотехнического анализа. По стандарту она должна быть не более 17 % (соответственно массовая доля сухого вещества не менее 83 %). В зимний период допускается влажность сена до 20 %. В хозяйственных условиях ее определяют органолептическим методом. Сухое сено влажностью до 15 % на ощупь жесткое, при скручивании в жгут переламывается с шуршанием и треском. Влажное сено (17–20 %) легко скручивается в жгут, на ощупь мягкое, свежее.

Ботанический состав сена определяют путем разбора 400–500 г сена, взятого из средней пробы. Сено встряхивают над брезентом 3–4 раза для отделения мелких частей растений длиной 2–3 см и сорной примеси, оставшееся сено взвешивают. Навеску разбирают по фракциям, принятым по стандарту: 1) злаковые; 2) бобовые; 3) прочие растения; 4) вредные и ядовитые травы. Массу каждой фракции взвешивают и выражают в процентах.

Сено, содержащее вредные и ядовитые растения сверх установленных стандартом норм, а также с признаками порчи относят к некласcному.

Количество обменной энергии и кормовых единиц в 1 кг сухого вещества вычисляют по следующим формулам:

$$ОЭ = 1{,}31(1 - 1{,}05К);$$

$$КЕ = 0{,}0081 \cdot ОЭ^2,$$

где ОЭ – обменная энергия, МДж в 1 кг сухого вещества;

К – количество кормовых единиц в 1 кг сухого вещества;

1,31; 1,05; 0,0081 – постоянные коэффициенты.

При общей оценке учитывают вид растений, из которых она получена, цвет, запах, пыльность, горькость, влажность, содержание одонья и овершья, засоренность ее вредными и ядовитыми растениями.

Доброкачественной считают солому натурального цвета, свойственного ее определенному типу, упругую и блестящую, со свежим

запахом, сухую (влажность не более 17 %). Бракованной, т. е. непригодной к скармливанию, считают солому, содержащую дефекты (выцветание, потемнение, гниль, горелость, затхлость, плесневение, пыльность, обледенелость или повышенная влажность), а также одонье и овершье в количестве более 10 % от общей массы для рассыпной соломы и более 10 % с прослойками испорченной – для прессованной соломы. Яровую солому бракуют также при содержании в ней более 1 % (или кучками в одном месте более 0,2 кг) вредных и ядовитых растений.

Общее количество примесей (сорные травы, колосья и мякина) допускается в яровой соломе не более 12 %, в озимой – не более 5 %.

Определение запаса грубых кормов. Для определения общего количества грубых кормов в скирдах и стогах производят их обмер и вычисляют объем по следующим формулам:

1) скирды кругловерхие высокие (высота больше ширины):

$$Об = (0{,}52 \cdot П – 0{,}46 \cdot Ш) \cdot Ш \cdot Д;$$

средней высоты и низкие:

$$Об = (0{,}52 \cdot П – 0{,}44 \cdot Ш) \cdot Ш \cdot Д;$$

2) скирды плоские:

$$Об = (0{,}56 \cdot П – 0{,}55 \cdot Ш) \cdot Ш \cdot Д;$$

3) скирды островерхие, шатровые:

$$Об = 0{,}25 \cdot П \cdot Ш \cdot Д;$$

4) стога высокие:

$$Об = (0{,}004 \cdot П – 0{,}012 \cdot С) \cdot С^2;$$

5) стога низкие:

$$Об = П^2 \cdot С / 33,$$

где Об – объем, $м^3$;

П – перекидка, м;

Ш – ширина скирды, м;

Д – длина скирды, м;

С – окружность стога, м.

Найденный объем стогов и скирд умножают на массу 1 $м^3$ сена или соломы (табл. 2.18).

Таблица 2.18. **Примерная масса 1 м^3 грубых кормов, кг**

Вид корма	Для низких и средней высоты скирд и стогов			Для высоких скирд и стогов		
	1	2	3	1	2	3
Сено с природных сенокосов						
Луговое, лесное крупнотравное	42	50	55	49	57	61
Луговое крупнотравное злаковое	45	55	62	52	61	68
Луговое мелкотравное злаковое	50	60	65	58	68	74
Злаково-бобовое	55	67	70	63	75	80
Сено сеяных многолетних трав						
Злаково-бобовое	55	67	70	63	75	80
Злаковое	45	55	62	52	61	68
Бобовое	57	70	75	66	77	83
Сено сеяных однолетних трав						
Вико-овсяное и вико-ячменное: с равным количеством вики и овса (ячменя)	55	67	70	63	74	77
с преобладанием вики	57	70	75	66	77	83
Солома						
Озимой ржи и пшеницы	30	–	35	35	–	39
Ячменная, овсяная, яровой пшеницы	35	–	50	40	–	55
Гороха и люпина	40	–	60	52	–	77
Измельченной озимой ржи и пшеницы	–	–	–	41	–	60

Примечание: 1 – свежесложенный корм (через 3–5 дней после укладки); 2 – через месяц после укладки; 3 – слежавшийся корм (для сена – через 3 мес после укладки, для соломы – не ранее чем через 45 дней после укладки).

Порядок оценки качества сена.

1. Устанавливают название сена в зависимости от его ботанического состава. Сено сеяное бобовое должно иметь в своем составе бобовых растений более 60 % по весу; сено сеяное злаковое – злаковых растений более 60 % по весу и бобовых менее 20 %; сено сеяное бобово-злаковое – бобовых растений от 20,1 до 59,9 %; сено естественных кормовых угодий классифицируется как сено естественных сенокосов.

2. В кормовой лаборатории определяют химический состав сена, процент содержания в корме при натуральной влажности: а) общей влаги; б) сухого вещества; в) сырого протеина, г) сырого жира; д) сырой клетчатки; е) безазотистых экстрактивных веществ; ж) сырой золы.

3. Рассчитывают содержание в сухом веществе сена сырого протеина, сырой клетчатки, обменной энергии, после чего эти данные срав-

нивают с требованиями стандарта качества для заключения о классе качества сена.

Пример. Сено злаковое имеет следующий химический состав, %: общая влага – 16,5; сухое вещество – 83,5; сырой протеин – 9,02; сырая клетчатка – 24, сырой жир – 2,1, безазотистые экстрактивные вещества – 43,68, сырая зола – 4,7.

В сухом веществе сена содержится:

$$СП = \frac{9{,}02 \cdot 100}{83{,}5} = 10{,}8\ \%;$$

$$СК = \frac{24 \cdot 100}{83{,}5} = 28{,}74\ \%.$$

Количество обменной энергии в сене рассчитываем по формуле, извлеченной из стандарта для сена:

$$ОЭ = 13{,}1 \cdot (1{,}0 – СК \cdot 1{,}05);$$

$$ОЭ = 13{,}1 \cdot (1{,}0 – 0{,}2874 \cdot 1{,}05) = 9{,}5\ МДж/кг\ СВ.$$

Полученные результаты сравниваем с требованиями стандарта (табл. 2.19).

Таблица 2.19. **Нормативные требования, предъявляемые к злаковому сену**

Сено злаковое	Норма для класса			Результат исследований	Заключение о классе качества
	1-го	2-го	3-го		
Массовая доля сырого протеина, %	13	10	8	10,8	2-й
Содержание обменной энергии, МДж/кг СВ	8,9	8,5	8,2	9,15	1-й
Результат	–	–	–	–	2-й

Сено относится по качеству к 2-му классу.

Задания для выполнения во время аудиторных занятий

1. Ознакомиться с требованиями ГОСТ 4808-87 к качеству сена и методами определения его доброкачественности. Провести общую оценку качества двух образцов сена различных партий. Используя данные паспорта качества корма, определить количество обменной энергии и кормовых единиц. Определить класс качества сена, сделать об-

щее заключение о его качестве и питательности. Запись оформить в следующем виде (табл. 2.20).

Таблица 2.20. **Порядок оценки качества сена**

Показатели	Результат оценки	
	1-й образец	2-й образец
1. Название сена в зависимости от ботанического состава		
2. Фаза вегетации трав		
3. Органолептические показатели: цвет		
запах		
признаки порчи (плесневение, затхлость, гниение и пр.)		
4. Ботанический состав, %: злаковые растения		
бобовые растения		
разнотравье, в т. ч. ядовитые и вредные растения		
остаток		
5. Сорная примесь и труха, %		
6. Химический состав сена, %: сухое вещество		
сырой протеин		
сырая клетчатка		
7. Содержится в 1 кг сухого вещества: клетчатки, кг		
сырого протеина, %		
8. Питательность 1 кг сухого вещества: обменной энергии, МДж		
кормовых единиц		
9. Класс качества сена		
10. Общее заключение о качестве сена		

2. Оценить качество двух образцов соломы по следующей схеме: наименование образца, сорт, цвет, блеск, упругость, примеси, влажность, признаки порчи, заключение о качестве соломы.

3. Обмерить в хозяйстве несколько скирд (стогов) сена (соломы), вычислить их объем, определить общие запасы корма, руководствуясь справочными данными о массе 1 м^3 сена (соломы).

Задания для самостоятельной работы

1. Из соответствующей справочной таблицы выписать сведения о питательности 1 кг сена лугового, посевного клеверного, клеверо-тимофеечного, тимофеечного. Указать различия в питательности посевного сена и сена естественных угодий, а также злакового и бобового сена.

2. Найти в соответствующих таблицах данные о составе и питательности основных видов соломы и записать их в тетрадь, провести сравнительный анализ видов соломы по содержанию энергии, протеина и клетчатки.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие показатели учитывают при оценке качества сена и соломы? Каковы требования ГОСТа по энергетической и протеиновой питательности сухого вещества сена?
2. Как проводится определение доброкачественности сена и соломы? Какие корма относят к непригодным для скармливания?
3. Как проводится определение запаса грубых кормов методом обмера?

2.6. Корнеклубнеплоды

Цель занятия: ознакомиться с внешними признаками корнеклубнеплодов разного вида и приемами определения их кормового достоинства, доброкачественности и оценки питательности.

К корнеклубнеплодам относятся такие культуры, как свекла, брюква, турнепс, морковь и др. Среди клубнеплодов основное значение имеет картофель. Характерной особенностью корнеклубнеплодов является высокое содержание влаги (75–92 %), относительно низкое содержание клетчатки (5–11 % в сухом веществе) и еще меньшее – жира. Сухое вещество состоит в основном из БЭВ, основным компонентом которых в корнеплодах является сахар, а в клубнеплодах – крахмал. Корнеплоды как корма, богатые ферментируемыми углеводами, имеют высокую переваримость органического вещества – 85–90 %. Содержание сырого протеина в сухом веществе корнеклубнеплодов колеблется в пределах 4–12 %, причем примерно половина его представлена в форме небелковых азотистых соединений. Эта группа кормов характеризуется низким содержанием зольных элементов. Корнеклубнеплоды богаты витамином С, содержат витамины комплекса В. Ценным кормом является морковь, содержащая много каротина.

Органолептическую оценку корнеклубнеплодов проводят при отборе средних проб.

При оценке корнеклубнеплодов следует учитывать крупность их, так как от крупности зависит питательность и сохранность. Питательность крупных корнеплодов несколько ниже, они содержат больше воды и поэтому менее стойки при хранении. В связи с этим взятые корни (клубни) сортируют на три группы (крупные, средние, мелкие), отдельно взвешивают и выражают их вес в процентах к общей массе.

Сохранность зависит от загрязненности: грязные корнеклубнеплоды плохо сохраняются, быстрее подвергаются гниению.

Обращают внимание на наличие механических, термических повреждений и изменений. К механическим повреждениям относят нарушение цельности наружного слоя корней (клубней) при уборке, потемнение мякоти (в результате ушибов на мякоти появляются пятна разной величины с нерезко очерченными краями). Клубни и корни повреждаются также вредителями (личинками щелкунов, совок, майских жуков и др.), грызунами. Поврежденные клубни (корни) быстро портятся из-за проникновения микроорганизмов к поврежденным тканям, поэтому их при закладке на хранение удаляют.

Наблюдаются следующие виды повреждений корнеклубнеплодов.

Черная гниль от удушения. При высокой температуре и плохой вентиляции в хранилищах внутренняя ткань клубней отмирает и постепенно чернеет.

Повреждение клубней морозом. Сильно подмороженные клубни после оттаивания становятся мягкими, при надавливании из них выделяется сок. При слабой степени подмораживания на разрезе клубня видны коричневые пятна, распространяющиеся обычно от кожуры внутрь клубня.

Железистая пятнистость. На разрезе клубня видны коричневые, бурые или розовые пятна твердой консистенции без признаков гнили.

Морщинистость является свидетельством неправильных условий хранения, в результате чего в корнеклубнеплодах интенсивно протекают процессы дыхания и испарения, что приводит к большой потере влаги и снижению питательности. Если взяты образцы картофеля, то его качество может быть определено взвешиванием 5 кг клубней под водой. Картофель считается отличным, если 5 кг под водой весят 470 г и более, хорошим – 365 г, средним – 300 г. Менее 300 г обычно весят вялые клубни, что указывает на плохое качество картофеля.

Наличие ростков также снижает качество кормов и их питательность. Зеленые и проросшие клубни картофеля содержат алкалоид со-

ланин, при их скармливании у животных развивается болезнь с признаками отравления.

Для качественного определения соланина из клубня вырезают несколько пластинок толщиной 1 мм (от верхушки до половины, с боков и с участков около глазков). Пластинки помещают в фарфоровую чашку или на большое часовое стекло и на них по каплям наносят уксусную кислоту (80–90 %), затем серную кислоту и несколько капель перекиси водорода (5 %). Срезы, содержащие соланин, очень быстро краснеют, и тем сильнее, чем больше его содержится в картофеле. Особенно много соланина находится на периферии клубней и около глазков и очень мало – в середине.

При наличии заболеваний корнеклубнеплодов учитывают степень их плесневения или загнивания. Так, выделяют три категории качества корнеклубнеплодов:

1) доброкачественные – чистые, без механических, термических повреждений и пороков (морщинистость допускается);

2) подозрительные – частично загнившие, заплесневевшие, промерзшие, сильно загрязненные землей;

3) непригодные к скармливанию – сильно загнившие корни и клубни (пораженные гнилью более чем на две трети корня или клубня).

Перед скармливанием корнеклубнеплоды, пораженные плесенью или гнилью, необходимо перебрать, очистить от гнилых частей и пропарить. Проросшие корнеклубнеплоды следует освободить от ростков и пропарить или проварить в течение часа при температуре 100 °С, а воду после варки необходимо слить (при варке или запаривании свеклы образуются токсичные нитраты и нитриты, при варке картофеля в отвар переходит соланин).

Для качественного определения нитритов в свекле наносят несколько кристаллов дифениламина на поверхность свежего разреза свеклы и смачивают их несколькими каплями концентрированной серной кислоты, нанося ее стеклянной палочкой. Интенсивное синее окрашивание поверхности разреза свеклы указывает на наличие большого количества нитритов, розовое – на малое их содержание, отсутствие окраски – на незначительное.

Промерзшие корнеклубнеплоды оттаивают. Корнеклубнеплоды, имеющие термические повреждения или пораженные железистой пятнистостью без признаков гнили, можно скармливать животным в сыром виде (не более 30 % от дачи корнеклубнеплодов), а поврежденные вредителями и грызунами – только в вареном.

Задание для выполнения во время аудиторных занятий

Произвести органолептическую оценку образцов корнеклубнеплодов по схеме: вид, чистота (степень загрязнения), крупность (процент мелких, средних и крупных корней или клубней); пороки – морщинистость, механические и термические повреждения, наличие ростков, позеленение, наличие и степень загнивания, другие пороки; заключение о качестве корнеклубнеплодов.

Задание для самостоятельного выполнения

Выписать из справочника и сравнить химический состав и питательность картофеля, моркови, свеклы кормовой, сахарной и полусахарной (содержание кормовых единиц, сухого вещества, протеина, крахмала, сахара, каротина).

Вопросы для самоконтроля

1. Каковы характерные особенности корнеклубнеплодов по химическому составу?
2. Как проводится органолептическая оценка корнеклубнеплодов?
3. Каковы основные пороки качества корнеклубнеплодов?
4. Как проводится подготовка к скармливанию подозрительных корнеклубнеплодов?

2.7. Зерновые корма

Цели занятия: ознакомиться с требованиями стандартов к качеству зерна; научиться определять доброкачественность и питательность зерновых кормов.

Зерновые корма богаты легкопереваримыми питательными веществами, характеризуются высокой энергетической ценностью, поэтому их относят к концентрированным кормам. По химическому составу зерновые корма подразделяют на три подгруппы: 1) зерновые злаковые (ячмень, овес, рожь, тритикале и др.), богатые углеводами (60–70 % БЭВ, в том числе до 57 % крахмала в среднем), но содержащие мало сырого протеина (не более 10–14 %); 2) зернобобовые (горох, вика, люпин, бобы и др.), богатые протеином (20–40 %), но содержащие

меньшее количество углеводов (30–50 % БЭВ, в том числе до 37 % крахмала); 3) семена масличных (лен и др.), характеризующиеся высоким содержанием жира (8–27 %) и протеина.

Протеин зерновых злаковых почти полностью представлен белками, но беден некоторыми незаменимыми аминокислотами. Зерно бобовых содержит в значительных количествах незаменимые аминокислоты. По сравнению с травой и сеном зерновые корма беднее золой, к тому же в ней преобладают кислые элементы. В золе много фосфора, калия и мало кальция.

Зерновые корма служат хорошим источником витаминов группы В, содержат витамины Е и К, но бедны каротином и не содержат витамина D.

Для кормления сельскохозяйственных животных используют зерновые корма, соответствующие требованиям государственных стандартов (табл. 2.21).

Таблица 2.21. **Требования государственных стандартов к качеству зерна при заготовке и использовании на корм**

Показатели качества зерна	Злаковые – овес, ячмень, рожь, пшеница		Бобовые – горох, бобы кормовые, вика яровая, люпин кормовой	
	Кондиции поставляемого зерна			
	базисные	ограничительные	базисные	ограничительные
Цвет и блеск	Нормальные, соответствующие виду и сорту зерна. Допускается наличие потемневших зерен			
Состояние	Не греющееся, в здоровом состоянии			
Запах	Свойственный нормальному зерну, незатхлый, неплесневелый, негнилостный, несолодовый и без каких-либо иных посторонних запахов			
Влажность, %	15 (овес – 16)	19	16 (вика – 17)	20
Примеси, %: сорные, всего	1 (ячмень – 2)	8 (овес – 5)	1 (вика – 3)	8 (вика, люпин – 5)
в т. ч. минеральные	0–0,3	1	0–0,1	1
вредные	0,2	1	0,2	1
зерновые, всего	2 (озимая пшеница – 3, рожь – 1)	15	2 (люпин – 4)	15
в т. ч. зерна	–	5	–	5

Примечания: 1. На кормовые цели и для производства комбикормов допускается принимать зерно с содержанием в составе сорной примеси до 1 % явно испортившихся зерен хлебных злаков (с заключением ветнадзора о нетоксичности данной партии зер-

нофуража). При производстве зернофуража допускается включать зерно с запахом полыни и других пахучих сорняков в количествах, обеспечивающих получение продукта с нормальным запахом.

2. Каждая культура характеризуется специфическими свойствами сорной и зерновой примесей (точные указания приведены в соответствующих стандартах). В состав сорной примеси может входить до 0,1 % куколя. К вредным примесям относятся спорынья и головня (допустимо не более 0,1–0,15 % при базисных кондициях и не более 0,5 % при ограничительных), горчак и вязель (в сумме соответственно кондициям 0,04–0,1 %). Гелиотропа опушенноплодного (в горохе, люпине) может быть не более 0,1 %, а примеси триходесмы седой не допускаются. К вредным примесям относятся также семена мышатника, плевела опьяняющего.

3. В люпине кормовом горьких (алкалоидных) семян не должно быть более 3 %, или содержание алкалоидов не должно превышать 0,18 % (необходимы соответствующие сопроводительные документы контрольно-семенных лабораторий).

Доброкачественность зернового корма определяют по ГОСТ 13496-74 и ГОСТ 13586-92 осмотром его на месте, обращая внимание на вид и сорт зерна, устанавливая свежесть его и влажность (приблизительно). При подробной и полной оценке зернофуража по средней пробе в лаборатории определяют влажность, кислотность, наличие примесей, зараженность амбарными вредителями.

Свежесть зерна – это комплексный показатель, характеризующий цвет, запах и вкус его. Цвет и запах служат показателями условий уборки и хранения. Типичный для данного вида и сорта зерна цвет, а также гладкая глянцевая поверхность свидетельствуют о своевременной уборке культуры и правильном хранении.

Для подготовки к определению запаха пробы зерна, имеющего температуру ниже комнатной, выдерживают в помещении до достижения им комнатной температуры. При влажности зерна более 17 % пробу подсушивают до влажности 14,5–15,0 %. Запах определяют в целом или размолотом зерне. Из средней пробы отбирают навеску зерна массой около 100 г, помещают в чашку и определяют его запах. При ощущении в зерне средней пробы слабого полынного запаха из этой пробы отбирают около 100 г зерна, освобождают его от корзиночек полыни, размалывают на лабораторной мельнице, после чего определяют наличие полынного запаха. При ощущении в зерне навески слабовыраженного постороннего запаха, несвойственного нормальному зерну, для усиления этого запаха зерно прогревают. Зерно навески помещают на сито и в течение 2–3 мин пропаривают над сосудом с кипящей водой. Пропаренное зерно помещают на чистый лист бумаги и определяют наличие постороннего запаха. Либо зерно навески помещают в чистую коническую колбу со шлифом, плотно закрывают пробкой и выдержи-

вают в течение 30 мин при температуре 35–40 °С, используя любой источник тепла. Затем, периодически открывая на короткое время колбу, определяют наличие постороннего запаха. Для усиления постороннего запаха зерно навески размалывают и наличие этого запаха определяют в размолотом зерне.

Цвет зерна определяют визуально, сравнивая с описанием этого признака в стандартах на исследуемую культуру.

При разногласиях цвет определяют при рассеянном дневном свете.

Определение степени обесцвеченности зерна можно проводить с использованием эталонов.

Съемную чашку в центральной ячейке кассеты полностью заполняют зерном, отобранным из средней пробы, и визуально сравнивают с эталонами зерна, находящимися в четырех периферийных ячейках кассеты. Зерно сравнивают сначала с эталоном необесцвеченного зерна, затем с эталонами зерна первой, второй и третьей степеней обесцвеченности.

При сравнении зерна пробы с одним из эталонов три других эталона закрывают металлическим экраном.

Сравнение проводят визуально при рассеянном дневном свете или при освещении лампами накаливания с использованием рассеивателя. По результатам сравнения зерну исследуемой пробы присваивают ту степень обесцвеченности, которую имеет эталон зерна, наиболее близкий к нему по цвету.

Зерно овса и ячменя обычно желтое, разных оттенков в зависимости от сорта (допускается потемневшее), а также беловато-желтое или белое; пшеницы – коричневатое, гороха и вики – белое со светло-розовым или зеленоватым оттенком (кормовые сорта – серые однородные или пятнистые разных оттенков), коричневое (вики). Зерна бобовых при хранении постепенно (через год) буреют. Цвет зерна может изменяться при повреждении его болезнями, вредителями, самосогревании, нарушении режимов при сушке, воздействии микроорганизмов при хранении. Матовость и неравномерность окраски зерна (пятнистость, потемнение верхушек) обусловлены подмоченностью зерна и развитием на нем плесеней и микроорганизмов. Зерно становится матовым при длительном (2–3 года) хранении. Сморщивание поверхности зерна свидетельствует о его прорастании, самосогревании, недоразвитии или повреждении при заморозках.

Запах нормального зерна приятный (свежий, соломистый). При длительном хранении без перемешивания зерно приобретает ам-

барный запах, не снижающий его доброкачественности и исчезающий при проветривании зерновых масс. К запахам разложения, связанным с изменением состояния зерна при неблагоприятных условиях созревания, уборки и хранения, относят солодовый и кислый (проросшее или подвергшееся самосогреванию зерно), затхлый и плеснево-затхлый, плеснево-гнилостный и гнилостный (пораженное плесенью и гнилостными бактериями зерно). Запах плесени исчезает после сушки и проветривания зерна. Затхлый, плеснево-затхлый и плеснево-гнилостный запахи устойчивы и передаются продуктам переработки зерна – они возникают при поражении зерна не только с поверхности, но и в глубине. Цвет и вкус такого зерна обычно изменяются.

Зерно, загрязненное спорами и мешочками головни, имеет селедочный запах, засоренное семенами полыни и других пахучих растений приобретает их запах, а пораженное клещами – приторный медовый запах. Зерно также активно поглощает запахи дыма, нефтепродуктов, пестицидов при нарушении сушки, переработки, правил перевозок. Зерновые корма с несвойственным запахом животные отказываются поедать. Для определения запаха используют следующие приемы: 1) растирание зерна между ладонями; 2) перебрасывание зерна из одной кучки в другую (затхлый и плеснево-затхлый запахи не исчезают, амбарный – исчезает); 3) погружение зерна в горячую воду (60–70 °С). В стакан насыпают зерно (1/3 или 1/2 стакана), заливают горячей водой, сверху закрывают стеклом. Через 2–5 мин стекло снимают, вдыхают пары и определяют запах.

При органолептическом анализе подвергшегося порче зерна определяют степень его дефектности. Первая степень – зерно имеет солодовый или кислый запах, цвет внешних покровов без изменений, эндосперм с нормальным оттенком. Вторая – третья степень – зерно с затхлым или плеснево-затхлым запахом, цвет внешних покровов зерна темный, эндосперм кремовый, поражен зародыш. Четвертая степень – зерно с гнилостным запахом, эндосперм коричневого цвета.

Зернофураж первой и второй степени дефектности подвергают санитарно-микологическому исследованию с целью определения его пригодности для скармливания животным, третьей и четвертой степени – признается непригодным к использованию по результатам органолептического анализа, дальнейшему исследованию не подлежит.

Вкус зерна определяют в случае, если по запаху трудно установить его свежесть. Зерно предварительно обмывают кипяченой водой (при необходимости размалывают), разжевывают около 2 г зерна, при-

чем перед каждым определением рот прополаскивают водой. Свежее доброкачественное зерно имеет приятный молочно-сладковатый вкус, склеивается во рту, у овса и проса есть привкус горечи. Зерно приобретает горьковатый вкус при длительном хранении. Горький вкус в одних случаях обусловлен порчей зерна (продукты разложения жира и белка), а в других – может быть связан с засоренностью горькими семенами сорняков. Сладкий вкус имеет проросшее, промороженное или недозревшее зерно, кислый вкус – подвергшееся самосогреванию или пораженное плесневыми грибами.

Влажность можно определить в хозяйственных условиях с допустимой точностью, разрезая зерно пополам: сухое и средней сухости зерно разрезается с трудом и части его отскакивают в стороны, влажное разрезается легко и части его не отскакивают, сырое зерно при разрезании раздавливается. Зерно на хранение закладывают с влажностью не более 12–13 %.

В лабораторных условиях влажность определяют высушиванием измельченного зерна. Из измельченного зерна берут две навески по (5,00 ± 0,05) г, помещают в металлические бюксы и сушат в сушильном шкафу при температуре 130 °С в течение 60 мин. Влажность зерна вычисляют по формуле

$$x = 100(M_1 - M_2) / M_1 + K,$$

где x – влажность зерна;

M_1 – масса навески зерна до высушивания;

M_2 – масса навески зерна после высушивания;

К – поправочный коэффициент (для пшеницы, ржи, ячменя – 0,2, овса – 0,35, гречихи – 0,10, гороха, люпина, вики – 0,45).

Расхождение результатов двух параллельных определений не должно превышать 0,2 %.

Помимо определения свежести зерна методом органолептического анализа его доброкачественность (степень разложения углеводов и жира) устанавливают определением кислотности.

Кислотность зерна и мучнистого корма (мучки, отрубей, комбикорма, молотого зерна) выражается в градусах (1° кислотности соответствует 1 мл нормального раствора щелочи, израсходованной на нейтрализацию кислот и кислотореагирующих соединений в 100 г мучнистого корма). Для определения кислотности по болтушке 5 г мучнистого корма помещают в конусную колбу, приливают 50 мл дистиллированной воды. Содержимое тщательно взбалтывают в течение

5 мин до получения однородной, без комочков, болтушки, оставляют на 30 мин при комнатной температуре, затем добавляют 4–5 капель 1%-ного фенолфталеина и титруют децинормальным раствором щелочи до розового окрашивания, не исчезающего в течение 1 мин. Кислотность определяют по формуле

$$К = (М \cdot П \cdot 100) / (Н \cdot 10), \text{ или } К = 2 \cdot М \cdot П \text{ при } Н = 5 \text{ г},$$

где К – градусы кислотности;

М – количество миллилитров 0,1 н. раствора щелочи, пошедшей на титрование;

П – поправка для пересчета на точный титр щелочи;

Н – навеска корма, г;

10 – коэффициент пересчета 0,1 н. щелочи в 1 н.

В практике приняты следующие пределы кислотности зерна: нормальное зерно пшеницы – 3° (ржи – 3,6°), начало порчи зерна – 3,5–4,5°, не подлежит длительному хранению – 5,5°, не выдерживает хранения – 7,5°, испорченное – 9,5° (при скармливании необходимо соблюдать осторожность).

Натурой называют массу 1 л зерна в граммах. Натуру зерна определяют на специальном приборе – пурке.

Чем больше выполненность зерна, тем больше его объемная масса, тем, как правило, выше его питательность. Легкие примеси, повышенная влажность зерна, шероховатая поверхность снижают плотность укладки и уменьшают натуру. При внутрихозяйственном использовании зернофуража натуру характеризуют абсолютной массой 1000 зерен.

Засоренность сорной и зерновой примесями в значительной степени определяет качество зерна. К сорной относят примесь, которая резко снижает кормовые свойства и не может использоваться с основным зерном:

- органическую примесь – частицы стеблей и колоса, полова, пленки;
- минеральную примесь – земля, песок, галька, шлак;
- сорные семена (семена дикорастущих и культурных растений, не относящиеся к зерновой примеси и к основному зерну);
- вредную примесь – семена ядовитых сорняков, рожки спорыньи, мешочки головни, галлы нематоды; полностью испорченные зерна основной культуры (заплесневелые, прогнившие, обуглившиеся и т. д.).

В зерновую примесь включают дефектные, поврежденные (проросшие, щуплые, битые, давленые, морозобойные, изъеденные вредителями) зерна основной культуры и целые семена других культур, не отнесенных к сорной примеси.

Для определения сорности овса, ячменя, ржи, пшеницы, вики, сорго и мелкосеменной чечевицы берут навеску 50 г, кукурузы, чины, нута – 100 г, конских бобов – 200 г; при определении спорыньи, вязеля, горчака-софоры, горчака розового, мышатника во всех зерновых кормах и головни в ячмене – 400 г.

Для отделения пыли и других примесей, а также для ускорения анализа навеску просеивают через набор металлических сит диаметром 20 см с отверстиями 2,2×25 и 1,7×20 мм. Дальнейшее отделение примесей проводят вручную, для чего содержимое отдельных сит переносят по очереди на стеклянную доску (лучше молочного оттенка) или на стекло, под которое подложена белая бумага. Оставшуюся на ситах пыль сметают кисточкой и причисляют к минеральной примеси.

С помощью шпателя, пинцета или остриженного гусиного пера разбивают зерна на фракции: чистое зерно, примесь сорная, примесь вредная, примесь зерновая. Каждую группу примесей взвешивают на технических весах с точностью до 0,01 г и вычисляют в процентах к общей навеске.

Стандартами установлены три состояния зерна по засоренности: чистое, средней чистоты и сорное (табл. 2.22).

Таблица 2.22. **Состояние зерна по засоренности, %**

Примесь	Состояние зерна		
	чистое	средней чистоты	сорное
Сорная	До 1,0	1,1–3,0	Свыше 3,0
Зерновая	1,0–2,0	От 1,0–2,0 до 5,0–7,0	Свыше 5,0–7,0

Особое значение в оценке зернового фуража имеет обнаружение примеси ядовитых и вредных семян: куколя, плевела опьяняющего, горчака-софоры, горчака розового, щавеля, мышатника, белены и ряда других сорняков. Определить наиболее часто встречающиеся вредные и ядовитые семена можно по их морфологическим признакам.

Спорынья поражает преимущественно рожь, реже пшеницу. При обнаружении в образце фуражного зерна довольно крупных (длиной до 15 мм) рожков темно-фиолетового цвета проводят специальное

определение содержания спорыньи в навеске массой 400 г. Руками отбирают все рожки (как цельные, так и их части) и взвешивают с точностью до 0,01 г.

Спорынью в зерне можно определить и путем опускания проб зерна в 28%-ный раствор поваренной соли. Рожки спорыньи значительно легче зерен. При перемешивании они всплывают наверх, откуда их легко собрать.

Каждая фуражная культура имеет свои специфические сорные и вредные примеси. В составе сорной примеси к фуражному зерну может быть допущено 0,5 % куколя, из вредных примесей – спорынья и головня (при базисных кондициях – не более 0,1–0,15 %, при ограничительных – не более 0,5 %), вязеля и горчака – в сумме соответственно кондициям 0,04 и 0,2 %, гелиотропа опушенноплодного (в кукурузе, горохе, люпине) – не более 0,1 %. В фуражном зерне не должно содержаться примеси триходесмы седой, семян мышатника и плевела опьяняющего. Зерноотходы, содержащие спорынью, использовать для кормления животных нельзя.

Для определения поражения фуражного зерна грибками фузариоза берут 50 г исследуемого корма, насыпают в один слой на фильтровальную бумагу и выбирают по внешнему виду пораженные зерна со следующими признаками: оболочка и эндосперм розового или желтовато-оранжевого цвета, оболочка зерна матово-серая, иногда на ней черные точки (плодовые тела грибка), на некоторых зернах корочки или мелкие бугорки восковидной консистенции, чаще расположенные около зародыша зерна. Взвешивают пораженные зерна и выражают их вес в процентах к навеске.

Для определения ферромагнитной примеси берут 1 кг зерна, рассыпают его на ровном столе (лучше покрытом стеклом) в несколько приемов слоем не более 0,5 см. Подковообразным магнитом грузоподъемностью не менее 12 кг проводят продольные и поперечные бороздки в зерне таким образом, чтобы ножки магнита проходили в толще зерна и не касались стола или стекла. После проверки всей поверхности слоя зерна приставшие металлические частицы снимают в чашечку, зерно перемешивают и вновь рассыпают таким же слоем для повторной проверки. Собранные частицы взвешивают на аналитических весах с точностью до 0,0002 г. В 1 т зернового корма допускается до 50 г улавливаемых магнитом примесей (0,05 г/кг).

Для зерна и семян всех культур установлены одинаковые требования по зараженности. Базисные кондиции не допускают зараженности

запасов вредителями, ограничительные – допускают зараженность клещом.

Зараженность зерна в явной форме характеризуется наличием живых вредителей (во всех стадиях развития) в межзерновом пространстве. Зараженность зерна в скрытой форме характеризуется наличием живых вредителей (во всех стадиях развития) внутри отдельных зерен. Поврежденными вредителями считают зерна с выеденными снаружи или внутри зерна частично или полностью оболочками, зародышем, эндоспермом или семядолями, при наличии или отсутствии внутри зерна живых (зараженные зерна) или мертвых вредителей.

Определение зараженности зерна насекомыми и клещами в явной форме устанавливают по пробе, в которой обнаружено наибольшее количество вредителей. Комки зерна, оплетенные гусеницами бабочек, разбирают руками. Обнаруженных вредителей присоединяют к общему количеству вредителей в средней пробе. После разбора комков среднюю пробу зерна взвешивают, а затем просеивают через набор сит с отверстиями диаметром 1,5 и 2,5 мм вручную в течение 2 мин примерно при 120 круговых движениях в минуту или механизированным способом в соответствии с описанием, приложенным к устройству.

Если температура зерна ниже 5 °С, полученные сход и проходы через сито отогревают при 25–30 °С в течение 10–20 мин, чтобы вызвать активизацию насекомых, впавших в оцепенение. Сход с сита с отверстиями диаметром 2,5 мм помещают на анализную доску, разравнивают тонким слоем и разбирают вручную с помощью шпателя, выявляя наличие крупных насекомых: мавританской козявки, большого мучного и смоляно-бурого хрущаков, притворяшки-вора и др. Проход через сито с отверстиями диаметром 2,5 мм помещают на белое стекло анализной доски, а проход через сито с отверстиями диаметром 1,5 мм – на черное стекло, рассыпая их тонким разреженным слоем; проход через сито с отверстиями диаметром 1,5 мм рассматривают под лупой. При этом выделяют более мелких вредителей: амбарного и рисового долгоносиков, зернового точильщика, булавоусого и малого мучного хрущаков, суринамского и короткоусого мукоедов, мучного и удлиненного клеща и др. Мертвых вредителей, а также живых полевых вредителей, не повреждающих зерно при хранении, относят к сорной примеси и при определении зараженности не учитывают. Полученное количество живых вредителей пересчитывают на 1 кг зерна. При обнаружении зараженности зерна долгоносиками или клещами устанавливают степень зараженности в зависимости от количества экземпляров вредителей в 1 кг зерна, как указано в табл. 2.23.

Таблица 2.23. **Зараженность зерна вредителями, экземпляров вредителей на 1 кг зерна, шт.**

Степень засоренности	Клещи	Долгоносики
I	От 1 до 20 включительно	От 1 до 5 включительно
II	Свыше 20, но свободно передвигаются и не образуют скоплений	От 6 до 10 включительно
III	Образуют войлочный слой	Свыше 10

Для обнаружения зараженности насекомыми кукурузы в початках каждый десятый початок объединенной пробы тщательно осматривают с помощью лупы. Для обнаружения зараженности початков кукурузы клещами из объединенной пробы берут десять початков, слегка постукивают их друг о друга (попарно) над черным стеклом, затем поверхность стекла просматривают на наличие клещей с помощью лупы.

При обнаружении насекомых и клещей устанавливают их количество.

Зараженность зерна в скрытой форме определяют методом раскалывания зерен или методом окрашивания «пробочек» (закрытые отверстия после откладывания яиц).

Зараженность методом раскалывания зерен определяют по навеске массой около 50 г, выделенной из средней пробы. Из навески отбирают произвольно 50 целых зерен и раскалывают их кончиком скальпеля вдоль по бороздке. Расколотые зерна просматривают под лупой и подсчитывают живых насекомых в разных стадиях развития.

Зараженность методом окрашивания «пробочек» определяют по навеске массой около 50 г, выделенной из средней пробы. Из навески отбирают произвольно 250 целых зерен и в сетке опускают их на 1 мин в чашку с водой, имеющей температуру около 30 °С. Зерно начинает набухать, и одновременно увеличивается размер «пробочек».

Затем сетку с зерном переносят на 20–30 с в 1%-ный свежеприготовленный раствор марганцовокислого калия (на 1 л волы 10 г $KMnO_4$). При этом окрашиваются в темный цвет не только «пробочки», но и поверхность зерен в местах повреждения.

Излишек краски с поверхности зерна удаляют путем погружения сетки с зерном в холодную воду. Пребывание в течение 20–30 с окрашенного зерна в воде возвращает ему нормальный цвет при сохранении у зараженных зерен темной выпуклой «пробочки».

Извлеченные из воды зерна быстро просматривают на фильтровальной бумаге. К подсчету зараженных зерен следует приступить немедленно, не давая зернам подсохнуть, иначе окраска «пробочек» исчезнет.

Зараженные зерна характеризуются круглыми выпуклыми пятнами размером около 0,5 мм, равномерно окрашенными в темный цвет «пробочками», которые оставила самка долгоносика после откладывания яиц.

Не относят к зараженным зерна с круглыми пятнами с интенсивно окрашенными краями и светлой серединой, которые представляют собой места питания долгоносиков; с пятнами неправильной формы в местах механического повреждения зерна.

Зараженные зерна разрезают и подсчитывают количество живых личинок, куколок или жуков долгоносиков.

Для зерна отличного качества характерны нормальные цвет, блеск, запах и вкус; оно гладкое, полное, высоконатурное, хорошо вызревшее, целое; примеси в пределах стандарта для базисных кондиций; не заражено амбарными вредителями; отсутствует гнилое, заплесневелое и проросшее зерно; сухое или средней сухости.

Для доброкачественного зерна допускаются матовость, потемнение (незначительное как по интенсивности окраски, так и по распространению по поверхности зерна), амбарный запах, слегка кисловатый вкус; содержание примесей в пределах ограничительных кондиций; при хранении зерно средней сухости.

Подозрительным считают зерно в незначительной степени пораженное заболеваниями, незначительно загнившее; содержащее сорные, минеральные или вредные примеси выше ограничительных кондиций или более 15 % проросших семян; имеющее солодовый или затхлый запах; зараженное амбарными вредителями; сырое. Подозрительный зернофураж соответствующим образом обрабатывают (проветривают, перелопачивают, пропаривают или сушат).

Для скармливания непригодно зерно черное, гнилое, сильно пораженное или испорченное плесенью и другими грибковыми заболеваниями; сильно зараженное амбарными вредителями; содержащее в значительном количестве минеральные и вредные примеси, которые невозможно удалить.

Задания для выполнения во время аудиторных занятий

1. Взять несколько образцов зернового корма, оценить их свежесть и доброкачественность по органолептическим показателям: цвет,

блеск, запах, вкус, признаки порчи (плесень, прелость, загнивание и т. д.). Установить продолжительность хранения зерна. При анализе испорченного зерна выявить степень его дефектности. Определить влажность (приблизительно) и сделать вывод относительно условий хранения зерна.

2. Продолжить оценку качества одного из образцов корма в лаборатории по натуре зерна (или абсолютной массе 1000 зерен), показателям засоренности, зараженности амбарными вредителями. Сделать заключение о качестве зерна и его пригодности для использования на корм; о соответствии пробы зерна требованиям стандарта.

3. Установить титруемую кислотность нескольких образцов молотого зерна или кормовой муки. Сделать заключение о доброкачественности кормов и о возможности их дальнейшего хранения.

Задание для самостоятельной работы

Выписать из справочника данные о питательности 1 кг основных зерновых кормов, включая содержание критических аминокислот.

Указать основные различия в питательной ценности зерен злаковых и бобовых.

Вопросы для самоконтроля

1. Как проводится определение свежести и доброкачественности зернового корма?
2. Как влияет натура зерна на его кормовое качество?
3. Каковы ограничительные кондиции по зараженности? Какое состояние зерна по засоренности и степени зараженности вредителями установлено стандартами?
4. Какие показатели характерны для доброкачественного зерна? Какое зерно относят к подозрительному зернофуражу?

2.8. Отходы технических производств

Цель занятия: ознакомиться в натуре с различными техническими отходами кормового назначения и требованиями государственных стандартов и технических условий к качеству мучнистых кормов, жмыхов и шротов, способами определения их качества.

К отходам технических производств (побочные продукты перерабатывающих предприятий) относят: отруби, жмыхи, шроты, жом, мезгу, барду, пивную дробину и другие корма, имеющие различный химический состав и различающиеся по кормовым достоинствам.

Отходы мукомольного и крупяного производства – отруби, мучнистая пыль, кормовая мучка и др. – образуют группу мучнистых кормов. Кормовая мука (ячменная, овсяная и т. д.) не относится к отходам технических производств, однако отбор проб муки и определение ее качества производятся так же, как и мучнистых отходов. Качество мучнистых кормов зависит от вида исходного сырья, способа размола, влажности, засоренности, зараженности вредителями.

Нормальный цвет кормовой пшеничной мучки коричнево-серый, пшеничных отрубей – красно-желтый с сероватым оттенком, ржаных – серый с коричневым или зеленоватым оттенком. Цвет мельничной и мучной пыли белый или серый различных оттенков. Цвет кормовой муки белый с желтоватым или сероватым оттенком.

В доброкачественном мучнистом корме не ощущается выраженного запаха. При порче мучнистых кормов или получении их из испорченного зерна появляется кислый или затхлый запах, запах плесени, прогорклого масла и т. д. При заражении кормов клещами ощущается медовый запах, при засорении спорами и мешочками головни – селедочный, семенами полыни – полынный и т. д.

Вкус мучнистых кормов должен быть пресным. При прогоркании (окислении жирных кислот) появляется вкус испорченного масла, при сбраживании сахаров – кислый вкус, при получении мучнистого корма из проросшего или промороженного зерна – сладкий вкус. Вкус и хруст (если в корме имеются песок или земля, они хрустят на зубах) определяют разжевыванием одной-двух порций корма (по 1 г).

Чистота мучнистых кормов и комбикормов определяется степенью засоренности их посторонними примесями (металлическими частицами, семенами сорных и ядовитых трав, спорами и мешочками головни, спорыньей, песком и другими минеральными частицами).

Для определения чистоты 50 г корма просеивают в течение 2 мин через набор сит. Содержимое каждого сита в отдельности переносят на лист белой бумаги или стеклянную аналитическую доску. Выделяют металлопримеси, неразмолотые зерна, семена сорных и ядовитых трав, спорынью и взвешивают их с точностью до 0,01 г.

Минеральную примесь, нерастворимую в соляной кислоте, определяют следующим образом: озоляют навеску корма, растворяют золу в

соляной кислоте, фильтруют через беззольный фильтр, промывают песок на фильтре дистиллированной водой, переносят фильтр в тигель, прокаливают, взвешивают и определяют процентное содержание минеральной примеси.

Пробу на минеральные примеси можно ориентировочно провести в пробирке Новуса (на дне пробирки кольцо диаметром 3 мм). Навеску корма (1 г) обливают хлороформом (10 мл). Если выпавшие примеси обнаруживаются в границах кольца, то их в корме не более 0,3 %.

В муке, отрубях и комбикормах допускается не более 0,2–0,8 % минеральных примесей (в зависимости от вида и возраста животных) или в пределах кольца по пробирке Новуса.

Металлических частиц (их содержание определяют так же, как и в зерновых кормах) размером до 2 мм в 1 кг корма должно быть не более 5 мг, в том числе размером от 0,5 до 2 мм – не более 1,5 мг, включения частиц с острыми краями не допускаются.

Для определения содержания спорыньи 1 г корма обливают 10 мл хлороформа и взбалтывают, затем при постоянном встряхивании добавляют 5 мл этилового спирта. После этого осторожно, не допуская смешивания слоев, по стенке бюксы доливают 3-нормальный раствор гидроокиси натрия (или калия) с таким расчетом, чтобы он покрыл поверхность жидкости слоем не более 3 мм. Просмотр и подсчет всплывших частиц спорыньи осуществляют при ярком освещении с помощью лупы (наружные слои склероциев спорыньи имеют красновато-фиолетовый цвет, внутренние – серовато-сиреневый). Среднее арифметическое всплывших частиц спорыньи (по результатам пяти параллельных определений) не более 1,0 соответствует 0,05 % содержания спорыньи, от 1,1 до 2,0 – 0,10 %, от 2,1 до 4,0 – 0,25 % соответственно.

Для определения сорных семян навеску корма (1 г) обливают 5 мл смеси из 100 частей 70%-ного спирта и 5 частей соляной кислоты. Кипятят 2–3 мин, взбалтывают и дают отстояться. Если корм чистый, то жидкость будет бесцветная или слабо-желтая; при наличии спорыньи – мясо-красная, семян куколя или плевела – оранжевая, семян марьянника – голубая или голубовато-зеленая до черной.

Доброкачественный корм содержит вредной примеси не более 0,05 %, в том числе головни и спорыньи отдельно или вместе взятых – не более 0,05, горчака и вязеля (отдельно или вместе) – до 0,04, куколя – не более 0,1 %. Семян гелиотропа, триходесмы не должно содержаться.

Для определения зараженности муки и отрубей 1 кг корма просеивают через набор сит (для мучки – № 056 и 067, для отрубей – № 08 и 056). Проход через сито используют для выявления клещей, а сход – для обнаружения других вредителей.

Согласно государственным стандартам мучнистые корма не должны быть заражены амбарными вредителями.

Влажность мучнистых кормов зависит от относительной влажности окружающего их воздуха, так как они очень гигроскопичны. По стандарту влажность мучнистых кормов не должна превышать 15 %. В хозяйственных условиях влажность приблизительно определяют следующим образом: сухой корм при сжатии в горсти хрустит и при раскрытии руки рассыпается; средней сухости корм при сжатии в горсти образует комок, который при раскрытии руки сохраняет свою форму и рассыпается при легком прикосновении пальцами; влажный корм при сжатии горсти образует комок, не рассыпающийся при легком прикосновении пальцами.

Определение свежести муки. В широкую пробирку насыпают около 2 г муки и приливают 5 мл 10%-ного раствора едкой щелочи (КОН или NaOH). Через 10 мин слегка подогревают пробирку (не более 30 °С) для разжижения образовавшегося клейстера и прибавляют в нее по каплям серную кислоту, разведенную водой в соотношении 1:2. Свежая, неиспорченная мука пахнет клейстером и имеет кислотность не выше 5°, испорченная пахнет сероводородом и триметиламином.

Проба на обнаружение плесеней в мучнистых кормах. В маленькую коническую колбочку наливают 50 мл воды, закрывают ватной пробкой, кипятят или помещают на 30 мин в автоклав при температуре 130 °С. После охлаждения в колбу всыпают обожженным шпателем или ложкой пробу муки или отрубей до получения густой кашицы. Колбу закрывают обожженной ватной пробкой и оставляют при комнатной температуре. Если в пробе корма содержится большое количество спор плесеней, через 24 ч появляется неприятный затхлый или кислый запах, ясно ощутимый при открывании колбочки, и налет плесени на поверхности корма. У доброкачественных отрубей и муки запах и налет плесени появляются значительно позже (на 3–4-е сутки).

Кислотность мучнистых кормов не должна превышать 5°. Подозрительный мучнистый корм имеет цвет, не соответствующий данному виду продукта; запах слабозатхлый, плесневый, солодовый, селедочный; вкус горьковатый, кислый, сладкий, солодовый; имеет повышенную влажность и кислотность, заражен амбарными вредителями.

Непригодный для скармливания мучнистый корм имеет сильный запах плесени или гнили, кислый или горький вкус, значительную пораженность головней, спорыньей или большую засоренность семенами куколя.

Жмыхи и шроты – это отходы масложировой промышленности, полученные после извлечения масла из семян масличных культур механическим или химическим способом. Жмыхи получают выдавливанием масла из семян путем прессования при повышенной температуре, шроты – после его экстракции органическим растворителем (бензином, гексаном). Поэтому в жмыхах остается значительное количество жира (7–8 %), тогда как в шротах его содержание не превышает 1,5–2 %. Из семян извлекается лишь жировая часть продукта, все остальные питательные элементы, нерастворимые в бензине или гексане, остаются в концентрированном виде в жмыхах или шротах, которые являются ценными кормовыми продуктами.

Каждый из видов жмыхов и шротов характеризуется биологической ценностью протеина и содержанием ингибирующих, а иногда и токсичных веществ.

Так, в дождливые годы на подсолнечнике нередко паразитирует серая или белая гниль. Установлена резкая токсичность шрота и жмыхов, полученных из таких семян. Подсолнечный шрот, особенно из семян посредственного и низкого качества, соевые шрот и жмых могут содержать в значительных количествах ингибиторы трипсина.

В льняных жмыхах и шротах, полученных из незрелых семян, может содержаться гликозид линамарин, который образует синильную кислоту.

Жмыхи и шроты, полученные из семян культур семейства крестоцветных (рапса, горчицы, сурепицы и др.), могут содержать гликозиды – глюкозиналаты, которые образуют токсические вещества (изотиоцианаты и др.), подавляющие функцию щитовидной железы, вызывающие геморрагии в печени, придающие рыбный запах яйцам кур. Так, рапсовые шроты содержат 3–4 % глюкозиналатов.

Органолептическое исследование предусматривает определение соответствия цвета и запаха шрота (жмыха) тем показателям, которые заложены в соответствующий стандарт на данный продукт.

Так, доброкачественные жмыхи и шроты имеют следующий цвет: подсолнечные – серый разных оттенков; льняные, рапсовые – от серого до светло-коричневого.

Запах и вкус должны быть свойственны виду жмыха и шрота. Жмыхи и шроты не должны иметь плесени, затхлости, горелости и других изменений в органолептических показателях.

Для определения запаха измельченные шрот или жмых (размер частиц 0,25 мм) помещают в стакан и заливают горячей (60 °С) водой. Затем воду сливают и устанавливают запах испытуемого корма.

Жмых выпускается в виде плиток или ракушек, а также в дробленом виде, шрот – в виде лепестков и мелко- или крупнодробленым, а также в виде брикетов и гранул разных форм и размеров. Наружным осмотром устанавливают плотность плиток (ракушек) жмыха (стойкость жмыха при хранении зависит от плотности прессования), а также однородность масличных семян (на поверхности и изломе плиток льняного жмыха видны вкрапления коричневых блестящих семенных оболочек, рапсового жмыха – бурые частицы семенных оболочек), присутствие на поверхности и в толще плиток посторонних примесей (в жмыхе и шроте могут быть семена других масличных культур или сорных трав, кусочки металла, стекла, дерева, песка и др., в жмыхах могут быть также остатки прессованной салфетки). Наличие посторонних семян устанавливают осмотром жмыха на изломе с помощью лупы. Затем берут немного размолотого жмыха или шрота, помещают в высокий стакан, перемешивают, после отстаивания исследуют выпавший осадок с помощью лупы.

Химический состав жмыхов и шротов устанавливают путем лабораторного анализа и сопоставляют со стандартами.

Так, например, в соответствии с требованиями ГОСТ 1146-96 и ГОСТ 10974-95 содержание влаги должно быть не более 11 % в подсолнечном шроте и 8 % в льняном жмыхе; сырой клетчатки – 23 и 14 %; сырого протеина – не менее 39 и 34 % соответственно. Валовая энергия 1 кг подсолнечного шрота должна составлять не менее 0,958 к. ед., а льняного жмыха – 1,19 к. ед.

Определение наличия и количества примесей в жмыхах и размолотых шротах производится так же, как и в мучнистых кормах. В льняных и рапсовых жмыхах и шротах золы, нерастворимой в 10%-ной соляной кислоте, должно содержаться не более 1,5 %, подсолнечном шроте и жмыхе – соответственно 1,5 и 1 % от сухого вещества.

Оценивая качество некоторых видов жмыхов и шротов, проводят специальные опыты. Так, в подсолнечном жмыхе и шроте определяют содержание лузги путем двухчасовой обработки 50 г корма в горячем 1%-ном растворе щелочи до растворения всех веществ, кроме лузги. Допускается не более 4 % лузги в низколузговом и 15,5 % в обыкновенном жмыхах, 16,5 % в шроте.

Для определения качества льняного жмыха производят пробу на ослизнение. В стакан кладут 1 чайную ложку жмыха, обливают его 10 ложками горячей воды, хорошо перемешивают и дают постоять. Хороший жмых образует нежную студенистую массу.

При органолептической оценке льняных жмыхов и шротов обращают внимание на комковатость за счет повышенной влажности, запах горького миндаля (такой корм подозрителен на содержание цианистых соединений). При взятии пробы на наличие горчичных масел кладут в стакан небольшое количество жмыха из семян крестоцветных культур, заливают горячей водой (70–75 °С) до густоты жидкой кашицы, закрывают стакан и оставляют на 20–30 мин, затем определяют характер и интенсивность запаха.

Доброкачественные жмыхи и шроты должны быть свежими, без посторонних примесей, со свойственными им цветом и запахом.

Подозрительные жмыхи и шроты содержат примеси (металлические, минеральные), имеют затхлый залах, горьковатый вкус и незначительно поражены плесенью. Жмыхи и шроты крестоцветных имеют сильный горчичный запах. Подозрительные жмыхи и шроты перед скармливанием подвергаются специальной обработке: просушке перед закладкой на хранение, пропариванию, очистке от металлических примесей на электромагнитной установке (жмыхи предварительно дробят).

Непригодными для скармливания являются жмыхи и шроты загнившие, сильно пораженные плесенью, с горьким вкусом.

Кормовая патока (*меласса*) представляет собой сиропообразную, вязкую, густую массу темно-коричневого цвета с удельной массой 1,40–1,44 г/см^3. Ее получают при переработке сахарной свеклы и сахара-сырца на сахар. Меласса в среднем содержит 75–85 % сухого вещества, в том числе 54–63 % сахара, 14,8 % азотсодержащих веществ, 8,5 % золы. В 1 кг мелассы содержится 0,77 ОКЕ.

Мезга – побочный продукт производства крахмала. Измельченный картофель, зерна злаков (пшеницы и др.) подвергают соответствующей обработке, во время которой крахмал вымывают водой, а оставшиеся отходы (мезга) используют на корм скоту.

В результате сушки сырой картофельной мезги получают сухую картофельную мезгу, представляющую собой хлопьевидную массу серого и серо-коричневого цвета. В 1 кг прессованной мезги содержится около 0,11 ОКЕ, 5 г сырого протеина.

Барда – это основной отход спиртового производства. В одном декалитре свежей барды содержится от 0,4 до 0,9 ОКЕ. В ней содержится много белков и витаминов. Однако барда бедна углеводами, солями кальция и натрия, в ней много фосфорнокислых и калийных солей, отсутствует каротин и витамин D_1.

Оценка качества барды основана на результатах органолептического исследования, определения pH, общей кислотности, состава кислот и их содержания.

Свежая барда светло-коричневого цвета, с хлебным запахом; pH 3,6–4,2; соотношение кислот: молочной – 80 %, уксусной – 20 %, масляной нет.

Барда, хранившаяся в открытых ямах длительное время, коричневого цвета с глинистым запахом; pH 4,6; соотношение кислот: молочной – 25 %, уксусной – 25, масляной – 50 %. Абсолютное количество масляной кислоты достигает 0,6 %. Для скармливания животным такая барда непригодна.

Свекловичный жом содержит 92,5–94 % воды и 6–7,5 % сухих веществ и представляет собой высоложенную свекловичную стружку, из которой в процессе диффузии вымыт почти весь сахар, часть водорастворимых белков, амиды. В 1 кг свежего свекловичного жома содержится 0,08–0,12 к. ед., 6 г переваримого протеина. При хранении жом окисает. При хранении в открытых емкостях бродильные процессы могут принимать нежелательную направленность (максимальное брожение и гниение). Чтобы избежать нарушений в состоянии здоровья животных, возникающих при скармливании кислого жома, проводят его консервирование (сушку и силосование) или аммонизацию с целью перевода кислот жома в аммонийные соли.

Для установления качества жома проводят его органолептическую оценку, определяют состав кислот, pH и общую кислотность.

Свежий жом светло-серого цвета, пресного запаха. Хороший кислый жом имеет приятный запах квашеных овощей, сохраняет свой светлый цвет, соотношение кислот: молочной – 50–60 %, уксусной – 40–50 %, масляной нет. Жом, подвергшийся вторичной ферментации, грязно-серого цвета, мажущейся консистенции, с запахом масляной кислоты, pH 3,4–4,4. Соотношение кислот: молочной – 20–25 %, уксусной – 45–50, масляной – 30–35 %. Абсолютное количество масляной кислоты может достигать 0,5–0,6 %. Качество такого корма низкое и молочному скоту скармливать его не рекомендуется.

Задания для выполнения во время аудиторных занятий

1. Определить вид и доброкачественность образца мучнистого корма. Результаты анализа записать по схеме: вид корма, цвет, запах, вкус, чистота; вредные примеси, %: металлопримесь, минеральная примесь; влажность, зараженность амбарными вредителями, кислотность, заключение о качестве.

2. Определить вид жмыхов и шротов. Дать оценку одного-двух образцов жмыха (шрота). Результаты записать по схеме: вид жмыха (шрота), запах, вкус, цвет; чистота (песок, металлопримеси и т. д.); дополнительные характеристики; признаки порчи (плесень, гниение, прогоркание); заключение о качестве.

3. Путем осмотра образцов мелассы, мезги, барды, жома и т. д. установить характерные внешние признаки для опознания видов кормов, записать их в рабочей тетради. Провести органолептическую оценку качества кормов.

Задания для самостоятельной работы

1. Выписать из справочников показатели энергетической, протеиновой, минеральной и витаминной питательности пшеничных и ржаных отрубей. Сравнить их с аналогичными показателями зерна пшеницы и ржи.

2. Выписать и сравнить показатели энергетической, протеиновой, минеральной и витаминной питательности льняных, подсолнечных, рапсовых жмыхов и шротов, а также содержания в них аминокислот. Сопоставить полученные данные с таковыми для зерна зерновых и бобовых культур.

Вопросы для самоконтроля

1. Как проводится определение доброкачественности и засоренности мучнистых кормов? Какие корма относят к подозрительным и непригодным для скармливания?

2. Какие показатели качества жмыхов и шротов можно установить наружным осмотром, каков порядок их определения?

3. Каковы требования ГОСТов по химическому составу жмыхов и шротов?

4. Как определяют содержание лузги в подсолнечном жмыхе (шроте)? Как проводятся пробы на ослизнение льняного жмыха и наличие горчичных масел в жмыхах из крестоцветных культур?

5. Каковы требования и нормы к качеству отходов свеклосахарного, крахмального и спиртового производств?

2.9. Корма животного происхождения

Цель занятия: ознакомиться с зоотехнической характеристикой кормов животного происхождения и требованиями стандартов к их качеству.

К кормам животного происхождения относятся: побочные продукты мясокомбинатов и птицефабрик, рыбного и морского промыслов; молоко и побочные продукты его переработки – обезжиренное молоко, пахта, сыворотка, тощий творог. Из других кормов животного происхождения в животноводстве используют рыбный сок, тушки зверей после снятия шкурок, туши вынужденно забитых животных (с разрешения ветнадзора), отходы инкубации яиц и др. Для кормления зверей применяют свежие непищевые мясные продукты и непищевую рыбу.

Корма животного происхождения (за исключением сыворотки) богаты полноценным протеином. Все молочные белковые корма содержат лизин, метионин и триптофан. Все сорта мясо-костной муки богаты лизином, но дефицитны по метионину и цистину, а иногда и по триптофану. Корма животного происхождения богаты минеральными веществами, особенно кальцием, фосфором, цинком, а также витаминами группы В, в том числе витамином B_{12}, которого нет в растительных кормах. Корма животного происхождения следует использовать для свиней, птицы, зверей и в первую очередь – для производителей, маток, ремонтного молодняка.

Сырьем для мясной муки служат непищевое мясо, внутренние органы, эмбрионы, фибрин и кости (не более 10 %). Мясо-костную муку вырабатывают из мясных туш, непригодных для пищевых целей, костей, эмбрионов и других пищевых остатков; кровяную муку – из крови, фибрина и костей (до 5 %). Мясную и мясо-костную муку обрабатывают антиокислителем.

Муку кормовую из рыб и других продуктов моря выпускают в виде гранул или россыпью с добавлением антиокислителя и без него. Со-

гласно требованиям стандарта длина гранул не должна превышать 30 мм, диаметр – 20 мм; антиокислителя в стабилизированной муке должно быть не более 0,1 и не менее 0,02 %, а битых гранул в муке – не более 35 %.

Прессовый бульон, остающийся при производстве кормовой муки из рыбы, может быть использован как источник протеина, в том числе незаменимых аминокислот и витаминов комплекса В.

Молозиво и цельное молоко – незаменимые корма для молодняка в первый период жизни. Состав молока зависит от вида животных, породы, возраста, их индивидуальных особенностей, периода лактации, а также от качества кормов.

Обезжиренное молоко по сравнению с цельным содержит мало жира и растворимых в жире витаминов А и D. Протеина в нем в среднем 3,7 %, жира – 0,1–0,2, молочного сахара – до 5 %. В 1 кг сухого обрата содержится 1,94 к. ед. и 330 г переваримого протеина.

Пахта (побочный продукт переработки молока на масло) содержит мало сухого вещества, которое на 75 % состоит из молочного сахара, бедно белком и жиром.

Обезжиренное молоко используют для подкормки телят, поросят, птицы; пахту и сыворотку – преимущественно в свиноводстве; цельное коровье молоко – в основном для телят и молодняка других видов животных в первые дни после рождения. Белок перечисленных кормов состоит главным образом из альбуминов и глобулина и хорошо усваивается.

Все молочные корма легко закисают, причем начавшие киснуть и испорченные вызывают у животных тяжелые заболевания, поэтому скармливать их следует сразу после пастеризации. Из обрата лучше приготовить ацидофильную простоквашу.

Кормовую муку животного происхождения отпускают с завода в таре (бумажных многослойных или других мешках) с указанием предприятия, вида и сорта муки, ее массы, даты выработки, номера партии, вида антиокислителя и его дозировки, а также со ссылкой на соответствующий стандарт (табл. 2.24).

Для определения качества кормовой муки животного происхождения осматривают партию мешков, обращая внимание на ее однородность, маркировку. Затем берут пробы щупом (по диагонали) не менее 1,5 кг из 10 % мешков и из них отбирают образцы для лабораторных исследований. Влажность, золу и протеин определяют методами, при-

нятыми в зоотехническом анализе кормов. Содержание жира определяют в аппаратах Сокслета или рефрактометром Аббе. Качество кормовой муки тем выше, чем меньше в ней золы и жира и больше протеина. Жирная мука быстро портится при хранении.

Таблица 2.24. **Требования ГОСТ 17536-82 и ГОСТ 2116-2000 к муке кормовой животного происхождения**

Вид муки и ее сорт	Содержание, %						
	влаги, не более	жира, не более	золы, не более	протеина, не менее	кальция, не более	фосфора, не более	металломагнитных частиц размером до 2 мм (мг в 1 кг), не более
Мясо-костная мука:							
I	9	13	26	50	–	–	150
II	10	18	28	42			200
III	10	20	38	30			200
Мясная мука:							
I	9	14	11	64	–	–	150
II	10	20	14	54			200
Кровяная мука:							
I	9	3	6	81	–	–	150
II	11	5	10	73			200
Мука из гидролизованного пера:					–	–	
I	9	4	8	75			150
II	10	7	20	58			200
Костная мука:							
I	10	10	60	20	–	–	150
II	10	15	–	15			200
Мука из непищевой рыбы	12	10	–	48	13	6	100

При хозяйственной оценке корма обращают внимание на цвет, запах, тонкость размола, наличие примесей.

Стандартная кормовая мука должна быть сухой, рассыпчатой, без плотных комков и плесени, со специфическим для нее запахом.

Размол должен быть тонким: после просеивания через сито с трехмиллиметровыми отверстиями на нем не должно оставаться более 5 %

просеиваемой муки. Срок хранения муки – до 6 мес, а муки, стабилизированной антиокислителем, – до года со времени изготовления.

Кровяная, мясо-костная, костная и рыбная мука выпускается промышленными предприятиями в соответствии с ГОСТом и техническими условиями, гарантирующими ее доброкачественность. Однако в процессе транспортировки и хранения корма животного происхождения часто портятся и загрязняются. В связи с этим необходимо в ряде случаев исследовать их доброкачественность и чистоту.

В соответствии с требованиями государственных стандартов корма выпускают с заводов расфасованными в мешки, на которых указаны название предприятия, изготовившего корм, и его адрес, номер мешка (порядковый), вес его вместе с мукой (для стандартизированных продуктов номер ГОСТа). Каждая партия корма снабжается сертификатом, в котором указываются содержание протеина, золы, жира, влажность, общая питательность (в кормовых единицах) и время изготовления продукта.

Цвет кровяной и мясо-костной муки коричневый, консистенция порошкообразная (рассыпчатая, без комков и пленок, проходит через сито с отверстиями 1 мм). Костная мука представляет собой белый порошок со слегка сероватым оттенком, проходит через сито с отверстиями 0,4 мм. Рыбная мука имеет несколько цветов: высшего сорта – светло-серый; первого сорта – желтоватый или серый; второго сорта – желтовато-серый или коричневый. Испорченная рыбная мука приобретает цвет ржавчины.

По крупности помола различают мелкую рыбную муку, проходящую через сито с отверстиями 2,5 мм, и крупную, оставшуюся на сите. Крупная рассыпная мука должна полностью проходить через сито с диаметром отверстий 5 мм, допускается остаток до 5 % после просеивания через сито с диаметром отверстий 3 мм.

Мясная мука представляет собой желто-серый или коричневый порошок.

Запах кормов животного происхождения специфический. Затхлый, гнилостный или какой-либо посторонний запах рассматривается как признак порчи муки. В сомнительных случаях для определения запаха небольшое количество муки обливают в стакане горячей водой так, чтобы получилась густая кашица. Стакан накрывают стеклом и оставляют на 30 мин, а затем, сдвинув стекло, определяют запах. Недоброкачественная мука после этого приобретает резкий гнилостный запах.

Влажность можно определить органолептически. Сухая хорошая мука после сжатия в руке легко рассыпается.

Тонкость размола определяют просеиванием 100 г муки через сито с трехмиллиметровыми отверстиями. Остаток на сите взвешивают и определяют его содержание в процентах.

Металлическую примесь определяют с помощью магнита.

Минеральную примесь, нерастворимую в соляной кислоте, определяют следующим образом: 5 г муки озоляют и обрабатывают 50 мл 10%-ного раствора соляной кислоты при нагревании на водяной бане до полного растворения кальциевых и магниевых солей. Полученный раствор пропускают через беззольный фильтр, осадок промывают до исчезновения реакции на хлор, сушат при температуре 100–105 °С и прокаливают в фарфоровом тигле до постоянной массы. Содержание минеральной примеси вычисляют по формуле

$$X = \frac{m - m_1}{m_2} \cdot 100,$$

где X – содержание минеральной примеси, %;

m – масса прокаленного остатка с тиглем, г;

m_1 – масса тигля, г;

m_2 – масса муки, г.

О свежести молока судят по титруемой кислотности в градусах Тернера (°Т). Свежее молоко имеет кислотность в пределах 17,5–18,5 °Т. Кислотность молозива коров снижается от удоя к удою. Нормальное молозиво, выделяемое из здорового вымени коровы, имеет следующую кислотность: 1-го удоя после отела – 50–45 °Т, 2-го – 45–42, 3-го – 42–35; на второй день – 35–30, третий – 20–27, четвертый – 25–22, пятый – 22–20, шестой – 19,5–18,5, седьмой – 19–18,5 °Т.

Кислотность молока при 24–26 °Т обнаруживается на вкус и по запаху; при кипячении такое молоко может свернуться. Использовать для кормления телят молоко с кислотностью свыше 24–26 °Т нельзя (из него можно готовить ацидофильную простоквашу).

Задание для выполнения во время аудиторных занятий

Провести хозяйственную оценку образцов кормовой муки животного происхождения и выписать требования стандарта к химическому составу этого корма в следующем порядке.

Мука (название) _____.

Цвет _____. Химический состав (в %) _____.

Тонкость помола _____. Влага, не более _____.

Наличие посторонних примесей (есть, нет, много)_____.

Протеина, не менее_____. Золы, не более_____.

Влажность (сухая, влажная)_____ . Жира, не более __.

Песка, не более_____. Металломагнитной примеси (частиц, диаметром до 2 мм), мг в 1 кг _____.

Задание для самостоятельной работы

Выписать из справочника и сравнить корма животного происхождения с белковыми растительными кормами (жмыхами, шротами, зерном бобовых культур) по содержанию протеина, незаменимых аминокислот и витаминов комплекса В, дать заключение.

Вопросы для самоконтроля

1. Каковы особенности химического состава и использования кормов животного происхождения?
2. Как проводится хозяйственная оценка качества кормовой муки животного происхождения?
3. Каковы требования стандарта к кормовой муке животного происхождения?

2.10. Кормовые добавки химического и микробиологического синтеза

Цель занятия: изучить виды кормовых добавок химического и микробиологического синтеза, дозы и способы их введения в комбикорма и рационы сельскохозяйственных животных.

Кормовые добавки – синтетические и (или) природные вещества, целенаправленно вводимые в корма или комбикормовую продукцию на

стадии изготовления для придания кормам определенных свойств и сохранения их качества.

К кормовым добавкам относятся: белково-витаминно-минеральные и амидо-витаминно-минеральные добавки, премиксы, витамины, микроэлементы, вкусовые добавки, красители, стабилизаторы, эмульгаторы, разрыхлители, консерванты, антиоксиданты, ароматизаторы, загустители, антибиотики, пробиотики, пребиотики, подкислители, адсорбенты, аминокислоты, небелковые азотистые вещества, ферментные кормовые препараты и иные добавки.

Сухие белковые продукты микробиологического синтеза (кормовые дрожжи) – высокоценные кормовые средства, которые являются хорошим источником протеина, аминокислот, витаминов группы В и по энергетической питательности не отличаются от концентрированных кормов (табл. 2.25).

Таблица 2.25. **Ассортимент сухих кормовых дрожжей**

Название	Сырье для производства	Внешний вид, цвет	Содержание сырого протеина, %
1. Белотин	Гидролизаты древесного и растительного сырья	Аморфный порошок желтого цвета	41,7
2. Дрожжи кормовые	Технический этанол (этиловый спирт)	Аморфный порошок светло-красного цвета с сероватым оттенком	38,7–48,6
3. Дрожжи пивные сушеные	Метиловый синтетический спирт	Аморфный порошок светло-желтого цвета с сероватым оттенком	41,4–46,0
4. Сухая ферментно-дрожжевая добавка (СФДК)	Природный газ (не менее 95 % метана)	Аморфный порошок светло-желтого цвета с тонким сероватым оттенком	19,4
5. Провит	Дрожжеванная ржаная мука	Аморфный порошок желтого цвета	33,4–37,0

Сухие кормовые дрожжи используются преимущественно в составе комбикормов, белково-витаминно-минеральных добавок и в заменителях цельного молока для телят. При этом экономическая и зоотехниче-

ская целесообразность применения определяется наличием и конъюнктурой цен различных белковых кормов и добавок.

В полнорационные комбикорма для молодняка птицы сухие кормовые дрожжи вводят до 7 %, для взрослой птицы – до 6, для поросят – до 7, для других возрастных групп свиней – 5–6 % от массы комбикорма. При этом их дозы не должны превышать 15–20 % массового содержания сырого протеина в комбикорме или рационе.

При использовании кормовых дрожжей в составе заменителей цельного молока для телят их количество не должно превышать 15–17 % массы сухого заменителя.

При дефиците протеина в рационах крупного рогатого скота и овец его можно восполнить добавками синтетических азотистых веществ (табл. 2.26).

Таблица 2.26. **Краткая характеристика добавок синтетических азотистых веществ**

Азотистые соединения	Цвет	Вид, запах	Содержание азота, %	Протеиновый эквивалент
1. Карбамид (мочевина) марки А (для животноводства)	Белый кристаллический порошок или бесцветные кристаллы (гранулы)	Солоновато-горький	46,0	2,87
2. Бикарбонат аммония	Белый кристаллический порошок	Остро-соленый	17,0	1,06
3. Сульфат аммония	Белый кристаллический порошок	Остро-соленый	21,0	1,31
4. Уксуснокислый аммоний	Белый гигроскопический кристаллический порошок	Горьковато-кислый	18,0	1,13
5. Биурет	Белый кристаллический порошок	Солоновато-горький	35,0	2,19
6. Диаммоний-фосфат	Белый кристаллический порошок	Горьковатый	19,0	1,19
7. Аммиачная вода	Прозрачная летучая жидкость	«Колючий» запах аммиака	25,0	1,28
8. Жидкий (безводный) аммиак	Бесцветный газ	«Колючий» запах аммиака	82,3	5,14

Применение в кормлении жвачных животных синтетических азотистых веществ физиологически обусловлено способностями микро-

организмов, населяющих преджелудки, синтезировать белки своего тела за счет использования азота этих веществ. В сычуге и кишечнике этот микробный белок расщепляется до аминокислот, которые всасываются в кровь и используются в обмене веществ организма животного. Синтетическими азотистыми веществами можно восполнить в рационах жвачных до 35 % протеина.

Добавки синтетических азотистых веществ наиболее зоотехнически и экономически целесообразно использовать в составе комбикормов. В комбикорма-концентраты для молодняка крупного рогатого скота на откорме вводят до 3 % карбамида, для дойных коров – до 2 % (по массе).

Для обогащения силоса протеином при силосовании зеленой массы кукурузы используют добавки карбамида и диаммонийфосфата в количестве 4,5–5,0 кг карбамида или 9–10 кг диаммонийфосфата на 1 т сырья. При этом целесообразно вводить добавки, содержащие серу (фосфогипс, серноватокислый натрий), в количестве 2 кг на 1 т силосуемого сырья. В таком силосе содержание переваримого протеина повышается от 60 до 100–130 г в 1 к. ед. корма.

Хорошо зарекомендовал себя способ консервирования влажного зерна мочевиной из расчета 20–22 кг мочевины на 1 т сырья. Во влажной среде мочевина медленно разлагается, выделяя аммиак, который подавляет развитие микроорганизмов и консервирует фуражное зерно, обогащая его протеином.

Для обогащения протеином и раскисления кислого жома и перекисленного силоса применяют аммиачную воду из расчета 10–12 л на 1 т корма.

Аммиачную воду также широко используют при обработке соломы в скирдах в количестве 120 л 25%-ной аммиачной воды на 1 т сырья. Кроме того, синтетические азотные соединения используются при приготовлении гранулированных (экструдированных) амидо-минеральных добавок (карбамидного концентрата) в смеси с размолотым зерном ячменя и пшеницы, а также жидких кормовых добавок (ЖКД) в смеси с патокой.

Синтетические азотистые добавки целесообразно также использовать в составе кормовых смесей для молодняка крупного рогатого скота и дойных коров, приготовляемых в кормоцехах хозяйств. Количество внесения в кормосмесь азотсодержащих добавок зависит от со-

держания протеина в кормах, но не должно превышать 1,0–1,2 % к массе (в пересчете на сухое вещество).

Применяется также способ обработки зеленой массы, сенажа, зерна и других кормовых средств раствором карбамида с последующей сушкой смеси на АВМ. Такой корм можно готовить во все сезоны года. В 1 кг готового продукта содержится 400–600 г протеина.

Следует отметить, что при нарушении техники скармливания, особенно при несбалансировании рационов по энергетической питательности, содержанию сахара и крахмала, а также при превышении доз синтетические азотистые вещества могут быть токсичными для организма животных. Из-за увеличения количества аммиака в пищевой массе преджелудков отмечается пена из ротовой полости, вздувается рубец, сокращения рубца становятся редкими или вовсе исчезают, дыхание и пульс учащаются, появляются судороги. В этих случаях для нейтрализации образовавшегося в повышенном количестве аммиака в рубце животному дают через рот 4–5 л простокваши, кефира или молочной сыворотки, 0,5–1 л 1%-ного раствора уксусной или молочной кислоты, 1–1,5 л 20–30%-ного раствора патоки или сахара. Кроме того, для поддержания сердечной деятельности подкожно вводят кофеин, а троакаром устраняют тимпанию.

-

В комбикорма для балансирования рационов сельскохозяйственных животных по минеральным веществам, витаминам и аминокислотам вводятся добавки макро- и микроэлементов, витаминов и синтетических аминокислот; для улучшения обмена веществ, стимуляции роста и увеличения продуктивности животных, а также повышения резистентности организма и снижения заболеваемости – кормовые препараты антибиотиков; для активизации катализирующих процессов расщепления питательных веществ кормов и повышения их переваримости и доступности – ферментные препараты; для повышения стабильности витаминов и липидных соединений – препараты антиоксидантов.

Краткая характеристика основных кормовых добавок макро- и микроэлементов, витаминов, аминокислот, антибиотиков, ферментов и антиоксидантов приведена в табл. 2.27.

В прил. 2 приводятся коэффициенты пересчета элементов в соли.

Таблица 2.27. **Краткая характеристика основных кормовых добавок макро- и микроэлементов, витаминов, аминокислот, антибиотиков, ферментов, антиоксидантов**

Наименование	Внешний вид, форма	Содержание основного вещества
1	2	3
Макроэлементы		
Диаммонийфосфат	Белый кристаллический порошок	P – 23 % N – 19 %
Дикальцийфосфат	Белый или слабоокрашенный порошок	Ca – 26 % P – 20 %
Динатрийфосфат	Стекловидные или белые кристаллы	P – 22 % Na – 31 %
Известняки	Белый меловидный порошок	Ca – 32,6 %
Костная мука	Белый с серым оттенком порошок	Ca – 31,6 % P – 14,6 %
Мел	Белый аморфный порошок или комки различной формы	Ca – 37,4 %
Моноаммонийфосфат	Белый кристаллический порошок	P – 26 % N – 11 %
Монокальцийфосфат	Серый порошок с мелкими гранулами	Ca – 16 % P – 23 %
Мононатрийфосфат	Белый с желтизной кристаллический порошок	P – 24 % Na – 10 %
Окись магния (жженая магнезия)	Белый аморфный порошок	Na – 60 %
Преципитат	Сыпучий кристаллический порошок от белого до серого цвета	P – 16 % Ca – 22 %
Сера элементарная	Кристаллы желтого цвета	S – 99,5 %
Сернокислый магний	Бесцветные призматические кристаллы	Mg – 9 % S – 13 %
Сернокислый натрий (глауберова соль)	Бесцветные прозрачные кристаллы	S – 10 % Na – 7,1 %
Соль поваренная	Кристаллический белый порошок или глыба	NaCl: рассыпная – 97–98 %, глыба – 93 %
Соль поваренная (галитовые отходы ПО «Беларуськалий»)	Кристаллический порошок розового или серо-розоватого цвета	NaCl – 90,5–96 %
Трикальцийфосфат	Порошок серого или серого с коричневым оттенком цвета	Ca – 30–34 % P – 12–18 %
Углекислый магний	Рыхлый аморфный порошок белого цвета	Mg – 23–25 %
Фосфат кормовой обесфторенный из фосфоритов	Порошок тонкого помола серого цвета	Ca – 2,2–28,0 % P – 12–14 %

Продолжение табл. 2.27

1	2	3
Фосфогипс	Сыпучий тонкоизмельченный порошок белого цвета	Ca – 33,0 % P – 1,13 % S – 22,8 %
Доломитовая мука	Порошок серого цвета	Ca – 31,2 % Mg – 5,1 %
Сапропель карбонатный	Сыпучий, тонкоизмельченный порошок, серого цвета	Ca – 41,0 % Fe_2SO_4 – 0,5 % MnO – 0,4 % Co – 0,1 % Zn – 0,3 %
Комплексная кормовая минеральная добавка для молодняка КРС (разработана БелНИИЖ): соль поваренная (галиты) – 46 %; фосфогипс – 31 %; доломитовая мука – 23 %	Порошок серого цвета	Ca – 17,4 % P – 4,0 % NaCl – 43,7 % S – 7,1 % Mg – 1,2 %
Микроэлементы		
Железо сернокислое закисное (сульфат железа)	Призматические кристаллы голубовато-зеленого цвета	Fe – 19,2 %
Железо молочнокислое закисное (лактат железа)	Зеленовато-белый кристаллический порошок	Fe – 19,0 %
Глицерофосфат железа	Желтый или желто-зеленый аморфный порошок	Fe – 18,0 %
Медь сернокислая (сульфат меди)	Кристаллический порошок синего цвета	Cu – 25,0 %
Медь углекислая (карбонат меди)	Порошок светло-зеленого цвета	Cu – 55,0 %
Цинк сернокислый (сульфат цинка)	Белый кристаллический порошок	Zn – 22,0 %
Цинк углекислый (карбонат цинка)	Белый кристаллический или белый аморфный порошок	Zn – 56,0 %
Цинк хлористый (хлорид цинка)	Белые твердые палочки или куски цилиндрической формы	Zn – 48,0 %
Окись цинка	Аморфный порошок белого или желтоватого цвета	Zn – 79,9 %
Марганец сернокислый (сульфат марганца)	Кристаллический порошок бледно-розового цвета	Mn –21,9 %
Марганец углекислый	Порошок от светло-розового до светло-коричневого цвета	Mn – 41,0 %
Марганец хлористый (хлорид марганца)	Порошок бледно-розового цвета	Mn – 27,6 %

Продолжение табл. 2.27

1	2	3
Окись марганца	Порошок черного цвета	Mn – 62,9 %
Кобальт сернокислый (сульфат кобальта)	Кристаллы розово-красного цвета	Co – 20,8 %
Кобальт углекислый (карбонат кобальта)	Порошок розового цвета	Co – 45 %
Кобальт хлористый (хлорид кобальта)	Красные или красно-фиолетовые кристаллы	Co – 24,3 %
Калий йодистый (йодид калия)	Белые кристаллы	J – 76 %
Калий йодновато-кислый	Бесцветные кристаллы	J – 59 %
Йоддар	Гранулы белого с желтоватым оттенком цвета	Йодированный белок коровьего молока – 1,8 %
Селенат натрия	Белый аморфный порошок	Se – 41,7 %
Селенит натрия	Белый аморфный порошок	Se – 45,2 %
Сел-Плекс	Сыпучий порошок светло-коричневого цвета	Se в органической форме – 0,1 %
Витамины		
Кормовой препарат микробиологического каротина (КПМК)	Порошок или мелкокристаллическая масса оранжево-красного, красно-коричневого цвета	Не менее 5 мг β-каротина в 1 г
Препарат микробиологического каротина «Каролин»	Маслянистая жидкость желтого цвета	Не менее 1 мг β-каротина в 1 мл
Витамин А (Микровит)	Микрогранулированный порошок желтого, коричневого цвета	А – 250–500 тыс. МЕ/г
Витамин А (ретинол)	Масляный раствор ретинола ацетата или ретинола пальмитата желтого цвета	А – 250–500 тыс. МЕ/г
Витамин D_2 (эргокальциферол)	Маслянистая жидкость желтого цвета	D_2 – 25–200 тыс. МЕ/г
Витамин D_3 (холекальциферол)	Маслянистая жидкость желтого цвета	D_3 – 50–500 тыс. МЕ/г
Видеин D_3	Мелкозернистый порошок желто-серого цвета	D_3 – 200 тыс. МЕ/г
Гранувит D_3	Порошок белого, светло-желтого цвета	D_3 – 100 тыс. МЕ/г
Витамин А и D_3	Масляный раствор светло-желтого, светло-коричневого цвета	А – 3,5–4,2 тыс. МЕ/мл D_3 – 350 МЕ/мл
Витамин Е (токоферола ацетат)	Масляный раствор светло-желтого, коричневого цвета	Е – 50–300 мг/мл
Гранувит Е (L-токоферола ацетат)	Микрогранулированный порошок светло-коричневого цвета	Е – 250 мг/г

Продолжение табл. 2.27

1	2	3
Гранукон Е25	Микрогранулированный порошок светло-желтого цвета, масляный	Е – 250 мг/г
Тривит А, D_3, Е	Масляный раствор светло-желтого, коричневого цвета	А – 30 тыс. МЕ/мл D_3 – 40 тыс. МЕ/мл Е – 20 мг/мл
Менадион	Кристаллический порошок лимонно-желтого цвета	К – 940 мг/г
Викасол	Кристаллический порошок белого, желто-белого цвета	К – 950 мг/г
Витамин B_1 (тиамина бромид)	Порошок белого цвета или со слабым желтоватым оттенком	B_1 – 980 мг/г
Витамин B_1 (тиамина хлорид)	Кристаллический порошок белого цвета	B_1 – 960 мг/г
Гранувит B_2 (кормовой микрогранулированный препарат рибофлавина)	Сыпучий микрогранулированный порошок темно-оранжевого цвета	B_2 – 450–550 мг/г
Витамин B_3 (пантотенат кальция)	Кристаллический порошок белого или слегка желтоватого цвета	B_3 – 450 мг/г
Витамин B_4 (холин хлорид)	Прозрачная маслянистая с бледно-желтым оттенком жидкость	B_4 – 690–750 мг/г
Витамин B_5 или РР (никотиновая кислота)	Кристаллический порошок белого цвета	B_5 – 980–990 мг/г
Кормовой препарат B_5 или РР	Микрогранулы светло-серого цвета с коричневым оттенком	B_5 – 770–820 мг/г
Никотинамид	Мелкокристаллический порошок белого цвета	B_5 – 985 мг/г
Витамин B_6 (пиридоксин)	Мелкокристаллический бесцветный порошок	B_6 – 685 мг/г
Пиридоксина гидрохлорид	Кристаллический порошок белого цвета	B_6 – 990 мг/г
Витамин B_c (фолиевая кислота)	Тонкодисперсный кристаллический порошок желтоватого или желто-оранжевого цвета	B_c – 950 мг/г
Кормовой препарат витамина B_{12}	Однородный порошок коричневого цвета	B_{12} – 520 мкг/г
Коэнзим витамина B_{12}	Порошок кофейного цвета	B_{12} – 1000 мкг/г
Витамин U (S-метилметионин)	Порошок белого цвета	U – 950 мг/г
Синтетические аминокислоты		
Кормовой концентрат лизина (ККЛ)	Порошок коричневого цвета	Лизин – 6–30 %

Продолжение табл. 2.27

1	2	3
Кристаллический L-лизин	Порошок белого или светло-желтого цвета	Лизин – 95–97 %
Метионин кормовой	Кристаллический порошок белого цвета	Метионин – 95–98 %
Кормовые антибиотики		
Гризин (кормогризин-40, кормогризин-80, кормогризин-120)	Порошок светло-желтого или коричневого цвета	Гризин – 40, 80 и 120 мг/г
Бацитрацин (бациллихин-40, бациллихин-80, бациллихин-120)	Порошок светло-коричневого цвета	Бацитрацин – 40, 80 и 120 мг/г
Флавомицин (фирма «Хехст», Германия)	Аморфный бесцветный порошок	50 мг/г чистого антибиотика
Ферментные препараты		
Амилосубтилин ГЗХ	Мелкий порошок светло-бежевого цвета	Амилолитическая активность – 600–1000 ед/г
Протосубтилин ГЗХ	Мелкий порошок светло-серого цвета	Протеолитическая активность – 70 ед/г
Липооризин ГЗХ	Порошок светло-коричневого цвета	Стандартизирован по липолитической активности
Солизин	Порошок светло-серого цвета	Стандартизирован по липолитической активности
Целловиридин ГЗХ	Мелкий аморфный порошок светло-серого цвета	Целлюлозолитичекая активность – 50–75 ед/г
Ферментный премикс МЭК-ГПЛ (фирма «Ферменту», Вильнюс)	Порошок серого цвета	Амилолитическая активность – не менее 100 ед/г. Протеолитическая активность – не менее 100 ед/г
Ферментный премикс МЭК-Б3 (АО «Белмедпрепараты», Минск)	Мелкий порошок светло-серого цвета	α-амилаза, β-глюканаза, протеаза для рационов с пшеничной основой
Ферментный премикс МЭК-Б4 (АО «Белмедпрепараты», Минск)	Мелкий порошок светло-серого цвета	α-амилаза, β-глюканаза, протеаза, целлюлаза для рационов с ячменной основой
Ферментный премикс МЭК-Б5 (АО «Белмедпрепараты», Минск)	Мелкий порошок светло-серого цвета	α-амилаза, β-глюканаза, β-глюкоамилаза, протеаза для рационов с ячменно-пшеничной основой

Окончание табл. 2.27

1	2	3
Жидкая ферментная кормовая добавка «Фе-Я» (АО «Белмедпрепараты», Минск)	Жидкость темно-коричневого цвета	Целлюлаза – не менее 150 ед/г, ксиланаза – не менее 250 ед/г, α-амилаза – не менее 150 ед/г
Жидкая ферментная кормовая добавка «Фекорд-П» (АО «Белмедпрепараты», Минск	Жидкость темно-коричневого цвета	Целлюлаза – не менее 80 ед/г, ксиланаза – не менее 1800 ед/г, α-амилаза – не менее 150 ед/г, протеаза – не менее 2 ед/г, β-глюканаза – не менее 150 ед/г (пшеничный)
Жидкая ферментная кормовая добавка «Фекорд-ЯП» (АО «Белмедпрепараты», Минск)	Жидкость темно-коричневого цвета	Целлюлаза – не менее 100 ед/г, ксиланаза – не менее 150 ед/г, α-амилаза – не менее 180 ед/г, протеаза – 2 ед/г, β-глюканаза – не менее 200 ед/г
Жидкая ферментная кормовая добавка «Фекорд-К» (АО «Белмедпрепараты», Минск)	Жидкость темно-коричневого цвета	Амилаза, глюканаза, целлюлаза, ксиланаза (при повышенном содержании клетчатки в кормах)
Сухой ферментно-дрожжевой корм СФДК-1	Порошок коричневого цвета	Целлюлозолитическая активность – 22 ед/см^3
Антиоксиданты		
Сантохин	Вязкая маслянистая жидкость от светло-желтого до красно-коричневого цвета	Сантохин – 93 %
Дилудин	Мелкокристаллический порошок зеленовато-желтого цвета	Дилудин – 96 %

В комбикорма белково-витаминно-минеральные добавки (суперконцентраты) и премиксы, препараты макро- и микроэлементов, витаминов, синтетических аминокислот, антибиотиков, ферментов и антиоксидантов вводятся в соответствии с рецептами, утверждаемыми Министерством сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь.

Задания для выполнения во время аудиторных занятий

1. По учебной коллекции образцов кормовых добавок изучить их внешний вид, цвет, назначение.

2. Рассчитать количество карбамида (мочевины), необходимое для включения в рацион бычка на откорме, в котором для сбалансирования рациона не хватает 144 г переваримого протеина.

3. Для сбалансирования рациона дойной коровы в него необходимо дополнительно ввести 30 г кальция и 12 г фосфора. Подобрать необходимую минеральную кормовую добавку, рассчитать количество подкормки.

4. Суточная потребность подсвинка на откорме в витамине B_{12} составляет 55 мкг. В рационе с кормами ежедневно поступает 29 мкг, рассчитать дозу дополнительного обогащения рациона кормовым препаратом витамина B_{12} или коэнзимом витамина B_{12}.

Вопросы для самоконтроля

1. Назвать виды сухих кормовых дрожжей, содержание в них сырого протеина и вид сырья, используемого для их производства.

2. Охарактеризовать кормовые добавки синтетических азотистых веществ и их протеинового коэффициента.

3. Перечислить кормовые добавки, содержащие: а) кальций и фосфор; б) натрий; в) серу; г) медь; д) кобальт; е) витамин А и каротин; ж) витамин B_{12}.

4. Назвать ферментные препараты, обладающие протеолитической активностью.

2.11. Комбикорма, белково-витаминно-минеральные добавки и премиксы

Цели занятия: изучить классификацию и рецепты комбикормов, белково-витаминно-минеральных добавок (БВМД) и премиксов, требования ГОСТов и ТУ к их составу, питательности и качеству; ознакомиться с основными технологическими процессами приготовления комбикормов на государственных комбикормовых заводах и в хозяйствах; освоить приемы определения назначения комбикормов, БВМД и премиксов для животных разных видов и групп по номеру рецепта и по составу компонентов; изучить основные методы контроля каче-

ства комбикормов, БВМД и премиксов, и их соответствие удостоверениям качества (сертификатам); освоить приемы использования БВМД и премиксов для приготовления полноценных комбикормов в хозяйствах; ознакомиться с правилами хранения и использования комбикормов, БВМД и премиксов.

Наиболее рациональный путь использования ресурсов концентрированных кормов и кормовых добавок в животноводстве – производство полноценных комбикормов.

Комбикорм – это сложная однородная смесь различных кормовых средств и микродобавок, вырабатываемая по научно обоснованной рецептуре, обеспечивающая полноценное кормление животных в соответствии с детализированными нормами их потребности в питательных веществах.

Комбикормовая промышленность Беларуси вырабатывает следующие виды комбикормов и кормовых добавок.

1. Полнорационные комбикорма, которые полностью обеспечивают потребность животных в энергии, питательных и биологически активных веществах без дополнительного скармливания других кормов и микродобавок.

2. Комбикорма-концентраты, которые имеют повышенное содержание сырого протеина, минеральных и биологически активных веществ и скармливаются животным с зерновыми, грубыми и сочными кормами для обеспечения полноценного кормления.

3. Белково-витаминно-минеральные добавки, которые отличаются высоким содержанием протеина, минеральных и биологически активных веществ и используются для обогащения фуражного сырья хозяйств при производстве полноценных комбикормов и кормовых смесей.

4. Премиксы, которые представляют собой однородную смесь биологически активных веществ и наполнителя и вводятся в комбикорма и БВМД.

Питательность и качество комбикормов, БВМД и премиксов регламентируются государственными стандартами (ГОСТ, СТБ) и техническими условиями (ТУ), которые разрабатываются научными учреждениями на основе современного уровня знаний о полноценном питании различных видов сельскохозяйственных животных и утверждаются Комитетом хлебопродуктов Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь и Министерством сельского хозяй-

ства и продовольствия Республики Беларусь. На основании требований стандартов и показателей питательности компонентов на компьютерах рассчитывают экономически оптимальные рецепты комбикормов и их стоимость исходя из ресурсов, качества и конъюнктуры цен на сырье.

В рецептах указывается содержание отдельных компонентов (в процентах), качественные показатели комбикормов и стоимость сырья.

Каждому виду комбикормов, предназначенных для того или иного вида животных, присваивают соответствующие номера (индексы). При этом вид комбикорма, БВМД, премикса указывают буквенным литером: КС – кормовая смесь, ПК – полнорационный комбикорм, К или КК – комбикорм-концентрат, СК – полнорационный комбикорм для промышленных комплексов по производству свинины, КР – комбикорм для производства говядины, БВМД – белково-витаминно-минеральная добавка, П – премикс, ПКС – премикс для производства полнорационных комбикормов СК, ПКР – премикс для производства комбикормов КР.

Нумерация рецептов имеет два числа, из которых первое означает вид и группу животных.

Для кур предназначены рецепты 1–9, для индеек – 10–19, для уток – 20–29, для гусей – 30–39, для прочей птицы (цесарки, голуби) – 40–49, для свиней – 50–59, для крупного рогатого скота – 60–69, для лошадей – 70–79, для овец – 80–89, для кроликов и нутрий –90–99, для пушных зверей – 100–109, для рыбы – 10–119, для продуцентов и лабораторных животных – 120–129.

Второе число, которое проставляют через тире после первого, обозначает номер рецепта.

При наличии трех чисел второе число уточняет производственную группу, а третье является номером рецепта. Например, ПК-1-14-10 означает: рецепт для кур-несушек (1) в возрасте 5–10 мес (14), номер рецепта 10.

Иногда добавляются буквенные литеры, уточняющие характер использования комбикорма. Например, КК-60С – комбикорм-концентрат для дойных коров в стойловый период.

Данные о видах комбикормов, выпускаемых на комбикормовых предприятиях Беларуси, номера (индексы) рецептов и основные требования к их питательности (по данным ГОСТ, СТБ и ТУ РБ) приведены в табл. 2.28.

Таблица 2.28. **Комбикорма-концентраты для крупного рогатого скота (ГОСТ 9268-90)**

Рецепт комбикорма	Код рецепта	к. ед. в 100 кг	Обменная энергия, МДж/кг	Сырой протеин, %	Сырая клетчатка, %, не более	Кальций, %, не менее	Фосфор, %, не менее	Натрий хлористый, %	
		не менее						мин.	макс.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Молодняк КРС 10–75 дн.	КР-1	125	11,6	21,0	4,9	1,0	0,6	–	1,0
2. Молодняк КРС 76–115 дн.	КР-2	106	11,6	16,0	7,5	0,7	0,5	–	1,0
3. Молодняк КРС 116–400 дн.	КР-3	95	10,5	13,0	10,0	0,7	0,3	–	1,5
4. Дойные коровы (стойловый период)	КК-60С	95	9,5	16,0	–	0,5	0,7	1,0	1,5
5. Дойные коровы (пастбищный период)	КК-60П	95	9,5	11,0	–	0,5	0,7	1,0	1,5
6. Высокопродуктивные коровы (стойловый период)	КК-61С	100	10,0	18,0	–	0,65	0,85	1,0	1,5
7. Высокопродуктивные коровы (пастбищный период)	КК-61П	95	10,0	13,0	–	0,6	0,83	1,0	1,5
8. Телята 1–6 мес	КК-62	110	11,0	19,0	6,5	0,6	0,7	0,4	1,0
9. Молодняк КРС 6–12 мес (стойловый период)	КК-63С	95	9,3	17,0	11,0	0,6	0,8	1,0	1,5
10. Молодняк КРС 6–12 мес (пастбищный период)	КК-63П	90	9,3	13,0	10,0	0,6	0,7	1,0	1,5
11. Молодняк КРС 12–18 мес (стойловый период)	КК-64С	90	9,4	16,0	10,0	0,6	0,8	1,0	2,5

Окончание табл. 2.28

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
12. Молодняк КРС 12–18 мес (пастбищный период)	КК-64П	90	9,5	12,0	10,0	0,6	0,6	1,0	2,5
13. Откорм КРС (стойловый период)	КК-65С	90	9,6	15,0	–	0,5	0,7	1,0	2,0
14. Откорм КРС (пастбищный период)	КК-65П	90	9,6	11,0	–	0,5	0,7	1,0	2,0
15. Быки-производители (стойловый период)	КК-66С	100	10,0	18,0	–	0,7	0,8	1,0	1,5
16. Быки-производители (пастбищный период)	КК-66П	100	10,0	12,0	–	0,7	0,8	1,0	1,5

Кроме показателей питательности регламентируются и другие качественные показатели. Так, их внешний вид, запах и цвет должны соответствовать показателям компонентов, которые входят в их состав. Не допускается наличие признаков порчи, плесени и гнилостного запаха. Массовая доля влаги (влажность) комбикормов для птицы не должна превышать 13,0 %, комбикормов для других животных – 14,5 %, БВМД и премиксов – 10,0 %. Кроме того, установлены требования по крупности, наличию песка, металломагнитных примесей, вредных примесей в виде куколя, плевела опьяняющего и др., зараженности вредителями и т. д.

Не допускается наличие патогенной микрофлоры. Комбикорма и кормовые добавки не должны быть токсичными для животных. Содержание радионуклидов в сырье для производства комбикормов, БВМД и премиксов не должно превышать контрольных уровней, утвержденных Министерством сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь.

Технологический процесс производства комбикормов на крупных промышленных комбикормовых предприятиях состоит из следующих основных технологических операций: приемка, размещение, хранение сырья и передача его в переработку; очистка сырья от органических, минеральных и металломагнитных примесей; шелушение (отделение оболочек), специальная обработка зернового сырья (экструдирование, вструдирование, микронизация) при производстве комбикормов для молодняка свиней и птицы, измельчение очищенного сырья; просеивание измельченного сырья; дозирование и смешивание компонентов; гранулирование и брикетирование.

Организация производства комбикормов в хозяйствах имеет свою специфику, так как технологические возможности малогабаритных комбикормовых установок типа ОКЦ, КН-5 не позволяют выпускать комбикорма сложной рецептуры для птицы, молодняка крупного рогатого скота, овец и свиней. Поэтому в комбикормовых цехах хозяйств готовят комбикорма и кормовые смеси для дойных коров, молодняка крупного рогатого скота старше 6 мес, свиноматок, молодняка свиней на откорме, овец, рабочих лошадей с использованием местного фуражного зерна (ячмень, пшеница, тритикале, овес, горох, люпин и др.), травяной муки и БВМД. Процесс производства комбикормов в хозяйствах осуществляется по более упрощенной технологической схеме, без таких операций подготовки зерновых компонентов, как шелушение, экструдирование, вструдирование, а микродобавки биологически активных веществ в комбикорма вводятся обычно не в виде премик-

сов, а в составе БВМД. Чтобы узнать, сколько взять весовых единиц (кг, т) фуражного зерна и БВМД для приготовления комбикорма с определенным содержанием в нем протеина, можно воспользоваться следующей формулой:

$$X = \frac{100(a-b)}{b-c},$$

где X – количество весовых единиц фуражного зерна, добавляемого на 100 весовых единиц БВМД;

a – процент протеина в БВМД;

b – необходимый процент протеина в комбикорме;

c – процент протеина в зерне.

Например, нужно приготовить комбикорм с 15 % протеина из ячменя, содержащего 9,7 % протеина, и 31 % протеиновой добавки. Чтобы определить, сколько весовых единиц (кг, т) ячменя (X) необходимо добавить на 100 весовых единиц БВМД, в формулу подставляют числовые значения и получают:

$$X = \frac{100(3+15)}{15-9,5} = 301.$$

Следовательно, на 100 кг БВМД необходимо добавить 301 кг ячменя, т. е. соотношение должно быть 1:3. Протеина в комбикорме будет содержаться 15 %.

Если для приготовления комбикорма берется несколько видов зерна в равных или в разных пропорциях, то в формулу можно подставлять показатель среднего содержания протеина в зерновой смеси. Процент протеина для расчета необходимого соотношения зерновых кормов и добавок в комбикормах обусловлен тем, что при разработке рецептов комбикормов обращается внимание в первую очередь на содержание в них этого питательного вещества.

Комбикорма выпускают в рассыпном, гранулированном и брикетированном виде, а также в виде комбикормовой крупки, получаемой при измельчении гранулированного комбикорма. Белково-витаминно-минеральные добавки и премиксы готовят на комбикормовых предприятиях, а также на специализированных заводах.

Технологический процесс производства БВМД включает следующие технологические операции: приемка, размещение, хранение сырья и передача его в переработку; очистка сырья; измельчение сырья; дозирование и смешивание подготовленных компонентов; упаковка и

хранение готовой продукции. Технологический процесс производства премиксов состоит из следующих операций: приемка, очистка и хранение наполнителя; подготовка (сушка и измельчение) наполнителя; прием и подготовка минеральных солей; приготовление предварительных смесей микрокомпонентов; прием, хранение и дозирование низкоактивных компонентов; прием, хранение и дозирование жидких компонентов; общее дозирование и смешивание; упаковка и хранение готовых премиксов.

На каждую партию комбикормов, БВМД и премиксов предприятие-изготовитель выдает соответствующий документ о качестве (сертификат).

В удостоверении о качестве комбикорма (форма № 43) указываются: наименование предприятия-изготовителя и его товарный знак, наименование комбикорма, для какого вида и группы животных он предназначен, дата выработки (год, месяц, число) и номер (индекс) рецепта, состав рецепта (содержание компонентов) в процентах, количество введенных микродобавок (на 1 т комбикорма), показатели качества комбикорма (влажность), содержание кормовых единиц, обменной энергии, сырого протеина, сырой клетчатки, кальция, фосфора, натрия хлористого, лизина, метионина + цистина, триптофана, нитратов, а также приводятся данные о его нетоксичности.

В удостоверении о качестве БВМД указываются: наименование предприятия-изготовителя и (или) его товарный знак, наименование продукции, ее назначение и норма ввода в кормосмесь, наименование рецепта и номер ТУ, дата выработки (год, месяц, число), номер смены, дата выдачи документа о качестве и его номер, питательная ценность и содержание биологически активных веществ.

В удостоверении о качестве на премиксы указываются: наименование предприятия-изготовителя и (или) его товарный знак, дата изготовления (год, месяц, число), наименование продукции и номер рецепта, состав премикса, дата выдачи и номер удостоверения о качестве. Кроме того, расфасованные в мешки премиксы маркируют бумажной этикеткой (голубого цвета для птицы, белого – для свиней и зеленого – для крупного рогатого скота) с обозначением предприятия-изготовителя, даты изготовления продукта и номера смены, массы нетто, наименования и номера рецепта, срока хранения и номера ТУ на продукцию.

Комбикорма и неупакованные в мешки БВМД транспортируют насыпью специализированным автомобильным и железнодорожным транспортом.

Транспортирование упакованных в мешки БВМД и премиксов производят в крытых транспортных средствах в соответствии с правилами перевозки грузов, действующими на транспорте каждого вида.

Транспортные средства должны быть сухими, чистыми, без постороннего запаха, не зараженными вредителями хлебных запасов. При погрузке, перевозке и выгрузке комбикорма, БВМД и премиксы должны быть предохранены от атмосферных осадков.

Комбикорма и рассыпные БВМД хранят отдельно по видам в специальных бункерах и силосах, а также насыпью в сухих, чистых, не зараженных вредителями хлебных запасов, хорошо проветриваемых складах. При размещении продукции насыпью допускается следующая высота загрузки: при влажности продукции до 13 % – до 4 м, свыше 13 % – до 2,5 м.

Упакованные в мешки БВМД и премиксы хранят в складах на поддонах в штабелях высотой не более 14 рядов. Не допускается укладывать в штабеля продукцию в поврежденных и загрязненных мешках.

Комбикорма для выращивания и откорма крупного рогатого скота и свиней на промышленных комплексах, а также птицы следует хранить не более 1 мес со дня выработки; для других видов животных – не более 2 мес со дня выработки. Белково-витаминно-минеральные добавки хранят не более 2 мес. По истечении указанных сроков хранения они должны проверяться на токсичность по ГОСТ 13496.7 не реже одного раза в месяц и не позднее 10 дней до их использования.

Гарантийный срок хранения премиксов устанавливается 4 мес со дня их выработки. По истечении гарантийного срока хранения премиксы должны подвергаться контрольной проверке на содержание в них биологически активных веществ.

Комбикорма скармливают только тому виду и группе животных, для которых они предназначены. Использовать их для других животных запрещается. Полнорационные комбикорма скармливают животным и птице без дополнительного включения в рацион других кормов, а комбикорма-концентраты – только в составе смешанных рационов, вместе с зелеными, сочными и грубыми кормами.

Комбикорма скармливают животным в сухом и влажном виде без термической обработки, так как проваривание комбикорма приводит к разрушению в нем витаминов, антибиотиков, ферментов и других биологически активных веществ, что снижает биологическую полноценность как самого комбикорма, так и рациона в целом.

Использование в кормлении животных и птицы полноценных комбикормов позволяет получать высокую молочную, мясную, яичную и другую продуктивность животных при экономном расходовании кормов, при этом скармливание комбикормов повышает на 10–15 % использование животными входящих в него компонентов и на 15–20 % – продуктивность животных и птицы по сравнению со скармливанием им каждого вида корма в отдельности.

Задания для выполнения во время аудиторных занятий

1. Используя удостоверения о качестве (сертификаты) на комбикорма, БВМД и премиксы и материалы, изложенные в данных методических указаниях, изучить их индексы, назначение и рецептуру.

2. По учебной коллекции образцов комбикормов, БВМД и премиксов изучить их внешний вид, цвет, запах, свежесть, назначение.

При выполнении задания запись вести по приведенной ниже форме.

Вид продукции	Назначение	Внешний вид	Цвет	Запах	Свежесть	Заключение

3. Какое количество белково-витаминной добавки потребуется для приготовления полнорационного комбикорма для КРС на откорме, если сырого протеина в БВМД содержится 33 %, в фуражном зерне – 10 %, а в комбикорме его должно быть 14 %?

4. По рецепту комбикорма, полученному от преподавателя, рассчитать и проверить его соответствие показателям питательности, указанным в удостоверении о качестве (сертификате). Для записей использовать приведенную ниже форму.

Рецепт № … для …

Компонент	Масса компонента в 1 кг комбикорма, г	В комбикорме содержится								
		к. ед.	ОЭ, МДж	Сырого протеина, г	Сырой клетчатки, г	Кальция, г	Фосфора, г	Лизина, г	Метионина + цистина, г	Триптофана, г
В 1 кг содержится	1000									

Вопросы для самоконтроля

1. Какие виды комбикормов выпускаются на комбикормовых предприятиях?

2. Из каких технологических операций состоит процесс производства комбикормов, БВМД, премиксов?

3. Как по индексу комбикорма установить, для какого вида и группы животных он предназначен?

4. Какие основные показатели приводятся в удостоверениях о качестве (сертификатах) на комбикорма, БВМД (суперконцентраты) и премиксы?

5. Назвать основные требования к перевозке и хранению комбикормов, БВМД (суперконцентратов) и премиксов.

6. Охарактеризовать приемы использования в кормлении животных полнорационных комбикормов и комбикормов-концентратов.

3. КОРМЛЕНИЕ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Основные термины и определения

Краеугольным камнем в кормлении крупного рогатого скота является теория нормированного кормления.

– это суточная потребность животного в энергии и всех питательных веществах, необходимых для поддержания жизни и здоровья, обеспечения функции воспроизводства и производства запланированного количества продукции заданного качества.

– это суточный набор кормов и добавок.

Полноценный рацион – это такой набор кормов и добавок, который обеспечивает поступление а организм энергии и питательных веществ в соответствии с нормой кормления.

– это самый дешевый вариант полноценного рациона.

– это соотношение кормов в нем в процентах по питательности. В качестве показателя питательности используется обменная энергия. Иногда структуру необходимо рассчитать по сухому веществу или кормовым единицам. По массе кормов структуру, как правило, не определяют, за исключением заборных ведомостей, используемых фуражирами.

– рассматривается как оптимальный рацион для некоторой экономико-климатической зоны, составленный на основе питательности кормов, характерной для этой зоны. Он служит шаблоном для составления рациона в конкретном хозяйстве, но должен быть скорректирован с учетом фактической питательности кормов.

Отечественный и мировой опыт ведения животноводства убедительно свидетельствует о том, что полноценное кормление животных – это основа проявления их генетически обусловленного потенциала продуктивности и эффективности трансформации питательных веществ кормов в продукцию.

– это сложный процесс взаимодействия между организмом и поступающими кормовыми средствами. В этом процессе питательные вещества кормов воздействуют на организм животного в комплексе, а не изолировано друг от друга.

Основной показатель этого комплекса – его сбалансированность в соответствии с потребностями животного в энергии, сухом веществе, протеине, углеводах, жирах, витаминах, минеральных элементах и других биологически активных веществах.

Задачей рационального кормления коров является повышение эффективности использования кормов. Это достигается путем улучшения переваримости питательных веществ, уменьшения потерь азота и бо-

лее экономного расходования перевариваемой и обменной энергии при содержании животных на рационах, сбалансированных по протеину, минеральным веществам и витаминам.

3.1. Кормление лактирующих коров по фазам лактации

Физиология лактирующей коровы является основой промышленной технологии производства молока. Она важна, особенно для понимания динамики молочной продуктивности. Нормы кормления для лактирующих коров дифференцированы по фазам лактации с учетом величины их энергетического баланса, уровня молочной продуктивности, размеров отложения питательных веществ в теле про запас, величины затрат на рост плода в утробе матери (табл. 3.1–3.9).

Нормы кормления по фазам лактации предусматривают восстановление упитанности коровы в срок до конца действующей лактации. Они рассчитаны на то, чтобы оберегать развивающийся плод от недостатка питательных веществ, что исключительно важно для его нормального роста и развития. Организация нормированного кормления молочного скота с учетом норм потребности по фазам лактационного цикла – это повышение культуры молочного скотоводства, что может «разбудить и привести в действие» накопленный за многие годы в стадах генетический потенциал молочного скота.

В 1-й фазе лактации (14–75-й день доения), которая характеризуется отрицательным балансом энергии, значительная часть молока образуется за счет тканей тела животного. Этот феномен является результатом длительного естественного отбора. Поэтому в рационы кормления этого периода необходимо вводить корма высокого качества, которые должны быть легкодоступными по продуктивной и обменной энергии, полноценному белку, минеральным веществам, жирорастворимым витаминам. Этот период является самым ответственным по проведению раздоя коров с использованием авансированного кормления (табл. 3.1–3.3).

В норме потери массы тела у коров в течение первых 1,5–2 мес лактации могут составлять 5–10 % от живой массы после отела.

Обычно максимально суточный удой получают между 30–50 днями после отела, а максимальное потребление сухого вещества наблюдается после 70–100 дней. Для этого необходимо создать оптимальную для данного периода концентрацию питательных веществ в 1 кг сухого вещества.

В технологической схеме этот период предполагает отдельное содержание коров в секции раздоя и осеменения. Осеменение произво-

дится в 75–90 дней. Затем коров переводят в секцию производства молока, где они и содержатся до окончания лактации.

В 2-й фазе лактации (75–150-й день доения) ткани тела уже не участвуют в образовании молока, корова становится стельной.

Забота технолога должна быть направлена только на обеспечение животного энергией и питательными веществами для поддержания жизни и секреции молока и отложение питательных веществ в теле. Новыми нормами эти затраты предусмотрены в количестве до 15 МДж обменной энергии (табл. 3.4–3.6).

Целесообразно выделить секции с животными на второй фазе лактации, и кормление их будет отличаться от последней третьей фазы, где надои уже существенно снижаются и требования к составу рациона упрощаются – увеличивается доля грубых кормов.

В 3-й фазе лактации (150–305-й день доения) корова начинает интенсивно восстанавливать свой вес, и ей надо в этом помочь правильным нормированием энергии и всех необходимых элементов питания. Поэтому нормами кормления предусмотрено обеспечение потребностей не только на живую массу, молоко, но и на рост плода, отложение в теле. Новыми нормами эти затраты предусмотрены в количестве до 1,8 ЭКЕ (табл. 3.7–3.9).

С точки зрения физиологии целесообразно выделить и четвертую фазу лактации с высоким положительным балансом энергии, когда удой невысокий, но определенная часть энергии и протеина используется на рост плода. Этот период составляет 2 мес. Но дифференцировать кормление в условиях существующей технологии на промышленных комплексах не представляется возможным.

Т а б л и ц а 3.1. **Нормы кормления (на 1 гол. в сутки) взрослых дойных коров живой массой 500 кг (14–75-й день доения, 1-я фаза лактации)**

Показатели	Суточный удой в пересчете на 3,8–4%-ное молоко, кг							
	14	16	18	20	22	24	26	28
Кормовые единицы	11,5	12,5	13,5	14,5	15,5	16,5	17,5	18,5
ОЭ, МДж	136	146	157	168	179	189	199	208
Сухое вещество, кг	13,84	14,62	15,34	16	16,63	17,22	17,78	18,33
Сырой протеин, г	1763	1943	2122	2299	2481	2660	2845	3032
РП, г	1146	1263	1379	1494	1613	1729	1849	1971
Сырая клетчатка, г	3415	3427	3540	3570	3582	3578	3556	3525
Крахмал, г	1607	1834	2071	2308	2545	2743	2782	3019
Сахар, г	830	877	920	960	998	1033	1067	1100
Сырой жир, г	376	424	472	520	568	617	665	715
Кальций, г	79	87	95	103	111	119	126	133
Фосфор, г	57	63	69	75	81	87	99	105
Магний, г	22,4	24,4	25,4	26,4	27,4	28,4	29,5	30,6
Калий, г	81	89	98	106	114	122	129	137
Сера, г	28,5	31,5	33,5	36	37,5	38,5	40,8	43,2
Железо, мг	937	1034	1131	1228	1325	1420	1521	1619
Медь, мг	111	117	123	144	150	155	160	183
Цинк, мг	699	779	858	939	1019	1098	1108	1189
Кобальт, мг	8,2	9,26	10,3	11,4	12,4	13,5	14,6	15,62
Марганец, мг	699	779	858	939	1019	1098	1108	1189
Йод, мг	9,4	10,6	11,7	12,9	14,1	15,2	16,4	17,6
Каротин, мг	522	572	621	671	720	769	820	869

Витамин D, тыс. МЕ	11,6	12,7	13,8	14,9	16	17,1	18,2	19,3
Витамин Е, мг	465	509	554	598	643	686	732	776
Концентрация в 1 кг сухого вещества								
Кормовые единицы	0,83	0,85	0,88	0,91	0,93	0,96	0,98	1,01
ОЭ, МДж	9,83	9,99	10,23	10,50	10,76	10,98	11,19	11,35
Сырой протеин, г	127	133	138	144	149	154	160	165
РП, г	83	86	90	93	97	100	104	108
Сырая клетчатка , г	247	234	231	223	215	208	200	192

Т а б л и ц а 3.2. **Нормы кормления (на 1 гол. в сутки) взрослых дойных коров живой массой 550 кг (14–75-й день доения, 1-я фаза лактации)**

Показатели	Суточный удой в пересчете на 3,8–4%-ное молоко, кг							
	16	18	20	22	24	26	28	30
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Кормовые единицы	12,7	13,8	14,9	15,9	17,0	18,0	19,1	20,1
ОЭ, МДж	151	162	174	186	197	208	218	231
Сухое вещество, кг	15,23	15,94	16,72	17,46	18,84	19,8	20,6	21,2
Сырой протеин, г	1994	2173	2369	2568	2768	2972	3176	3381
РП, г	1296	1412	1540	1669	1799	1932	2064	2198
Сырая клетчатка, г	3670	3717	3769	3799	3806	3800	3775	3732
Крахмал, г	1892	2104	2316	2528	2740	2952	3165	3377
Сахар, г	914	956	1003	1048	1130	1188	1236	1272
Сырой жир, г	437	489	541	593	645	697	750	801
Кальций, г	90	98	106	115	123	131	139	147
Фосфор, г	65	72,5	80	87,5	95	102,5	110	117,5

Окончание табл. 3.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Магний, г	25	26,2	27,4	28,6	29,7	30,9	32,1	33,3
Калий, г	92	101	109	118	127	136	144	153
Сера, г	32,5	34,6	36,8	38,9	41	43,2	45,3	45,3
Железо, г	1067	1170	1275	1380	1485	1590	1698	1801
Медь, мг	121	134	147	160	173	186	199	212
Цинк, мг	804	877	951	1023	1098	1172	1245	1319
Кобальт, мг	9,56	10,7	11,84	12,98	14,12	15,26	16,38	17,54
Марганец, мг	804	877	951	1025	1098	1172	1245	1319
Йод, мг	10,9	12,2	13,4	14,7	16	17,2	18,5	19,8
Каротин, мг	590	643	697	751	804	857	911	965
Витамин Д, тыс. МЕ	13,1	14,3	15,5	16,6	17,8	19	20,2	21,8
Витамин Е, мг	525	573	621	669	717	765	814	861
Концентрация в 1 кг сухого вещества								
Кормовые единицы	0,83	0,87	0,89	0,91	0,90	0,91	0,92	0,95
ОЭ, МДж	9,91	10,16	10,41	10,65	10,46	10,51	10,58	10,90
Сырой протеин, г	131	136	142	147	147	150	154	159
РП, г	85	89	92	96	95	98	100	104
Сырая клетчатка, г	241	233	225	218	202	192	183	176

Т а б л и ц а 3.3. **Нормы кормления (на 1 гол. в сутки) взрослых дойных коров живой массой 600 кг (14–75-й день доения, 1-я фаза лактации)**

Показатели	Суточный удой в пересчете на 3,8–4%-ное молоко, кг								
	20	22	24	26	28	30	32	34	36
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Кормовые единицы	15,2	16,3	17,4	18,5	19,6	20,7	21,8	22,9	24
ОЭ, МДж	176	187	199	210	222	233	245	25,8	27
Сухое вещество, кг	17,12	17,85	18,55	19,21	19,84	20,43	21	21,54	22,06
Сырой протеин, г	2399	2595	2795	2997	3200	3404	3610	3814	4024
РП, г	1559	1687	1817	1948	2080	2213	2347	2479	2616
Сырая клетчатка, г	3893	3920	3929	3920	3893	3849	3793	3722	3640
Крахмал, г	2277	2487	2696	2906	3115	3325	3534	3743	3954
Сахар, г	1198	1250	1299	1345	1389	1430	1470	1508	1544
Сырой жир, г	529	580	631	682	733	785	836	887	938
Кальций, г	106	114	123	131	139	147	155	164	172
Фосфор, г	78	86	93	101	108	115	123	130	138
Магний, г	28,3	29,7	31	32,3	33,7	35	36,3	37,7	39
Калий, г	110	118	127	136	144	153	162	170	179
Сера, г	37,4	39,4	41,3	43,2	45,2	47,1	49,1	51	53
Железо, мг	1271	1375	1480	1585	1690	1794	1899	2004	2108
Медь, мг	145	158	171	184	196	209	222	235	248
Цинк, мг	1012	1078	1145	1211	1278	1344	1411	1477	1544
Кобальт, мг	11,6	12,7	13,8	14,9	16	17,1	18,2	19,3	20,5
Марганец, мг	1012	1078	1145	1211	1278	1344	1411	1477	1544
Йод, мг	13,2	14,4	15,7	16,9	18,2	19,4	20,7	21,9	23,2

Окончание табл. 3.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Каротин, мг	699	752	809	860	914	968	1021	1076	1130
Витамин D, тыс. МЕ	15,5	16,7	17,9	19,1	20,3	21,5	22,7	23,9	25,1
Витамин Е, мг	622	670	719	767	815	863	911	960	1008
Концентрация в 1 кг сухого вещества									
Кормовые единицы	0,89	0,91	0,94	0,96	0,99	1,01	1,04	1,06	1,09
ОЭ, МДж	10,28	10,48	10,73	10,93	11,19	11,40	11,67	1,20	1,22
Сырой протеин, г	140	145	151	156	161	167	172	177	182
РП, г	91	94	98	101	105	108	112	115	119
Сырая клетчатка, г	227	220	212	204	196	188	181	173	165

Таблица 3.4. **Нормы кормления (на 1 гол. в сутки) взрослых дойных коров живой массой 500 кг, (76–150-й день доения, 2-я фаза лактации)**

Показатели	Суточный удой в пересчете на 4%-ное молоко, кг							
	14	16	18	20	22	24	26	28
Кормовые единицы	12,3	13,3	14,3	15,3	16,3	17,3	18,3	19,3
ОЭ, МДж	145	156	167	178	187	194	203	212
Сухое вещество, кг	14,98	15,7	16,4	17,06	17,68	18,25	18,81	19,34
Сырой протеин, г	1890	2065	2244	2441	2606	2787	2972	3158
РП, г	1229	1342	1459	1587	1694	1812	1932	2053
Лизин, г	103	110	117	124	132	139	146	153
Сырая клетчатка, г	3727	3784	3824	3847	3829	3800	3556	3756
Крахмал, г	1718	1922	2126	2330	2534	2738	2942	3140
Сахар, г	899	942	984	1024	1061	1095	1129	1160

Сырой жир, г	402	451	500	549	598	647	696	746
Соль поваренная, г	84	92	100	108	116	124	132	140
Кальций, г	84	92	100	108	116	124	132	140
Фосфор, г	61	68	75	82	89	96	102	109
Магний, г	24	25,1	26,3	27,4	28,5	29,7	30,9	32
Калий, г	87	95	103	111	119	127	135	143
Сера, г	30,3	32,6	34,7	36,8	38,9	41	43,1	45,1
Железо, мг	1002	1100	1198	1296	1394	1492	1590	1689
Медь, мг	112	124	136	148	161	172	185	198
Цинк, мг	748	818	888	958	1028	1098	1168	1240
Кобальт, мг	8,8	9,9	10,9	12	13,7	14,2	15,2	16,3
Марганец, мг	748	818	888	958	1028	1098	1168	1240
Йод, мг	10	11,2	12,4	13,6	14,8	16	17,2	18,4
Каротин, мг	558	608	658	708	758	808	858	908
Витамин D, тыс. МЕ	12,4	13,5	14,5	15,6	16,7	17,7	18,8	19,9
Витамин Е, мг	497	542	586	631	675	719	763	809
Концентрация в 1 кг сухого вещества								
Кормовые единицы	0,82	0,85	0,87	0,90	0,92	0,95	0,97	1,00
ОЭ, МДж	9,68	9,94	10,18	10,43	10,58	10,63	10,79	10,96
Сырой протеин, г	126	132	137	143	147	153	158	163
РП, г	82	85	89	93	96	99	103	106
Сырая клетчатка, г	7	7	7	7	7	8	8	8

Т а б л и ц а 3.5. **Нормы кормления (на 1 гол. в сутки) взрослых дойных коров живой массой 550 кг, (76–150-й день доения, 2-я фаза лактации)**

Показатели	Суточный удой в пересчете на 4%-ное молоко, кг							
	16	18	20	22	24	26	28	30
Кормовые единицы	13,65	14,7	15,7	16,7	17,7	18,7	19,7	20,7
ОЭ, МДж	161	172	184	194	202	212	224	235
Сухое вещество, кг	16,33	17,03	17,79	18,51	19,09	19,63	20,45	21,03
Сырой протеин, г	2116	2297	2490	2691	2892	3092	3299	3503
РП, г	1375	1493	1619	1749	1880	2010	2144	2277
Лизин, г	113	121	129	137	144	152	160	168
Сырая клетчатка, г	3968	4004	4045	4064	4064	4045	4012	3362
Крахмал, г	1988	2202	2416	2630	2844	3058	3272	3486
Сахар, г	980	1022	1067	1111	1145	1178	1227	1262
Сырой жир, г	446	517	568	619	670	721	772	823
Соль, г	95	104	112	121	129	138	146	155
Кальций, г	95	104	112	121	129	138	146	155
Фосфор, г	70	77	85	92	99	106	113	121
Магний, г	26,3	27,6	28,9	30,2	21,5	32,7	34	35,3
Калий, г	99	107	116	124	133	141	150	158
Сера, г	33,8	36,1	38,4	40,7	43	45,3	47,6	49,9
Железо, г	1139	1243	1347	1451	1555	1659	1763	1867
Медь, мг	129	142	155	168	181	194	207	220
Цинк, мг	847	922	997	1072	1147	1221	1296	1371
Кобальт, мг	10,2	11,3	12,4	13,5	14,7	15,6	16,9	18
Марганец, мг	847	921	997	1072	1147	1221	1296	1371

Йод, мг	11,6	12,8	14,1	15,3	16,6	17,8	19,1	20,3
Каротин, мг	629	683	736	790	843	896	950	1003
Витамин Д, тыс. МЕ	14	15,1	16,3	17,4	18,6	19,7	20,9	22
Витамин Е, мг	560	608	655	703	750	798	845	892
Концентрация в 1 кг сухого вещества								
Кормовые единицы	0,84	0,86	0,88	0,90	0,92	0,95	0,96	0,98
ОЭ, МДж	9,86	10,10	10,34	10,48	10,58	10,80	10,95	11,17
Сухое вещество, кг	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Сырой протеин, г	130	135	140	145	151	158	161	167
РП, г	84	88	91	94	98	102	105	108
Сырая клетчатка, г	7	7	7	7	8	8	8	8

Т а б л и ц а 3.6. **Нормы кормления (на 1 гол. в сутки) взрослых дойных коров живой массой 600 кг, (76–150-й день доения, 2-я фаза лактации)**

Показатели	Суточный удой в пересчете на 4%-ное молоко, кг								
	20	22	24	26	28	30	32	34	36
Кормовые единицы	16	17,1	18,2	19,3	20,4	21,5	22,6	23,7	24,8
ОЭ, МДж	184	195	206	217	227	238	249	250	251
Сухое вещество, кг	18,2	18,94	19,61	20,27	20,9	21,48	22	22,49	22,96
Сырой протеин, г	2503	2722	2920	3122	3325	3529	3735	3943	4153
РП, г	1627	1769	1898	2029	2161	2294	2428	2563	2699
Лизин, г	131	139	147	155	163	170	178	186	194
Сырая клетчатка, г	4180	4200	4195	4175	4140	4085	4020	3945	3860
Крахмал, г	2445	2660	2874	3089	3303	3517	3732	3946	4160
Сахар, г	1092	1326	1373	1419	1463	1504	1540	1574	1607
Сырой жир, г	576	627	679	730	781	832	884	935	986
Соль поваренная, г	114	122	131	139	148	156	165	173	181
Кальций, г	114	122	131	139	148	156	165	173	181
Фосфор, г	86	93	100	107	115	122	129	136	143
Магний, г	29,2	30,5	31,8	33,1	34,3	35,6	36,9	38,1	39,3
Калий, г	117	126	135	144	153	161	169	177	185
Сера, г	38,9	41,2	43,5	45,8	48,1	50,4	52,7	55	57,3
Железо, мг	1363	1467	1571	1675	1779	1883	1988	2092	2196
Медь, мг	157	170	183	196	209	222	235	248	261
Цинк, мг	1009	1084	1159	1234	1309	1384	1459	1534	1609
Кобальт, мг	12,7	13,8	14,9	16	17,1	18,2	19,3	20,4	21,5
Марганец, мг	1009	1084	1159	1234	1309	1384	1459	1534	1609

Йод, мг	14,3	15,5	16,8	18	19,3	20,4	21,8	23	24,2
Каротин, мг	742	795	847	900	952	1005	1056	1108	1160
Витамин D, тыс. МЕ	16,5	17,6	18,8	19,9	21,1	22,2	23,4	75,4	127,4
Витамин Е, мг	663	711	759	807	855	902	948	994	1040
Концентрация в 1 кг сухого вещества									
Кормовые единицы	0,88	0,90	0,93	0,95	0,98	1,00	1,03	1,05	1,08
ОЭ, МДж	10,11	10,30	10,50	10,71	10,86	11,08	11,32	11,12	10,93
Сырой протеин, г	138	144	149	154	159	164	170	175	181
РП, г	89	93	97	100	103	107	110	114	118
Сырая клетчатка, г	7	7	7	8	8	8	8	8	8

Т а б л и ц а 3.7. **Нормы кормления (на 1 гол. в сутки) взрослых дойных коров живой массой 500 кг, (151–305-й день доения, 3-я фаза лактации)**

Показатели	Суточный удой в пересчете на 4%-ное молоко, кг							
	10	12	14	16	18	20	22	24
Кормовые единицы	10,6	11,6	12,6	13,6	14,6	15,6	16,6	17,6
ОЭ, МДж	127	138	149	160	171	182	193	204
Сухое вещество, кг	13,87	14,7	15,48	16,29	16,92	17,87	18,18	18,76
Сырой протеин, г	1595	1764	1938	2123	2291	2470	2640	2829
РП, г	1037	1147	1260	1380	1489	1606	1716	1839
Лизин, г	88	97	105	114	122	130	138	146
Сырая клетчатка, г	3695	3801	3882	3958	3980	3995	3992	3973
Крахмал, г	1349	1554	1759	1964	2169	2374	2579	2785
Сахар, г	832	882	929	977	1015	1072	1091	1126
Сырой жир, г	314	363	412	461	510	559	608	658
Соль поваренная, г	70	78	86	94	102	110	118	126
Кальций, г	70	78	86	94	102	110	118	126
Фосфор, г	48	55	62	69	76	83	90	98
Магний, г	22,4	23,5	24,6	25,7	26,8	27,9	29	30,2
Калий, г	73	81	89	97	105	113	121	129
Сера, г	27	29,1	31,2	33,3	35,4	37,5	39,6	41,7
Железо, мг	826	929	1026	1124	1222	1320	1417	1518
Медь, мг	91	103	115	127	138	150	163	176
Цинк, мг	626	696	766	836	906	976	1046	1117
Кобальт, мг	6,8	7,9	9	10,1	11,2	12,3	13,4	14,5
Марганец, мг	626	696	766	836	906	976	1046	1117

Йод, мг	7,8	9	10,2	11,4	12,6	13,9	15,1	16,3
Каротин, мг	472	522	572	622	672	722	772	822
Витамин D, тыс. МЕ	10,6	11,6	12,7	13,8	14,8	15,9	16,9	18
Витамин Е, мг	421	465	509	553	598	642	687	731
Концентрация в 1 кг сухого вещества								
Кормовые единицы	0,76	0,79	0,81	0,83	0,86	0,87	0,91	0,94
ОЭ, МДж	9,16	9,39	9,63	9,82	10,11	10,18	10,62	10,87
Сырой протеин, г	115	120	125	130	135	138	145	151
РП, г	75	78	81	85	88	90	94	98
Сырая клетчатка, г	6	7	7	7	7	7	8	8

Т а б л и ц а 3.8. **Нормы кормления (на 1 гол. в сутки) взрослых дойных коров живой массой 550 кг, (151–305-й день доения, 3-я фаза лактации)**

Показатели	Суточный удой в пересчете на 4%-ное молоко, кг							
	12	14	16	18	20	22	24	26
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Кормовые единицы	12	13	14	15	16,1	17,1	18,2	19,3
ОЭ, МДж	144	155	166	177	189	201	213	226
Сухое вещество, кг	15,49	16,25	17	17,68	18,54	19,16	19,83	20,43
Сырой протеин, г	1828	2000	2181	2359	2568	2753	2953	3153
РП, г	1188	1300	1418	1533	1669	1789	1919	2049
Лизин, г	101	110	118	127	135	114	153	162
Сырая клетчатка, г	4005	4075	4131	4159	4145	4207	4200	4188
Крахмал, г	1621	1830	2039	2248	2452	2666	2875	3085
Сахар, г	929	975	1020	1061	1112	1150	1190	1226

Окончание табл. 3.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Сырой жир, г	379	429	479	529	579	629	679	729
Соль, г	81	89	98	106	115	123	132	140
Кальций, г	81	89	98	106	115	123	132	140
Фосфор, г	57	64	72	79	86	93	101	108
Магний, г	24,5	25,8	27,1	28,4	29,7	31	32,2	33,5
Калий, г	84	92	101	109	118	126	134	143
Сера, г	30,4	32,7	34,9	37,2	39,4	41,7	44	46,2
Железо, г	968	1070	1172	1274	1376	1478	1580	1682
Медь, мг	107	120	132	145	157	170	182	195
Цинк, мг	726	799	872	945	1018	1091	1164	1238
Кобальт, мг	8,2	9,3	10,5	11,6	12,7	13,9	15	16,1
Марганец, мг	726	799	872	945	1018	1091	1164	1238
Йод, мг	9,4	10,6	11,9	13,1	14,4	15,6	16,8	18,1
Каротин, мг	545	597	649	701	753	805	857	910
Витамин Д, тыс. МЕ	12,1	13,1	14,1	15,1	16,1	17,1	18,1	19,1
Витамин Е, мг	485	531	578	624	671	717	763	810
Концентрация в 1 кг сухого вещества								
Кормовые единицы	0,77	0,80	0,82	0,85	0,87	0,89	0,92	0,94
ОЭ, МДж	9,30	9,54	9,76	10,01	10,19	10,49	10,74	11,06
Сырой протеин, г	118	123	128	133	139	144	149	154
РП, г	77	80	83	87	90	93	97	100
Сырая клетчатка, г	7	7	7	7	7	6	8	8

Т а б л и ц а 3.9. **Нормы кормления (на 1 гол. в сутки) взрослых дойных коров живой массой 600 кг, (151–305-й день доения, 3-я фаза лактации)**

Показатели	Среднесуточный удой в пересчете на 4%-ное молоко, кг								
	12	14	16	18	20	22	24	26	28
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Кормовые единицы	12,4	13,4	14,4	15,4	16,5	17,6	18,7	19,7	20,7
ОЭ, МДж	148	160	172	183	195	207	219	230	242
Сухое вещество, кг	16	16,77	17,5	18,2	18,97	19,69	20,37	21,02	21,64
Сырой протеин, г	1872	2046	2223	2402	2599	2796	2994	3195	3397
РП, г	1217	1330	1445	1561	1689	1817	1946	2077	2208
Лизин, г	103	112	121	130	138	147	156	165	174
Сырая клетчатка, г	4213	4283	4331	4361	4398	4407	4398	4372	4330
Крахмал, г	1166	1867	2073	2279	2485	2691	2897	3103	3306
Сахар, г	960	1006	1225	1274	1328	1378	1426	1471	1515
Сырой жир, г	388	437	486	535	584	633	682	731	781
Соль поваренная, г	83	91	100	108	116	125	133	142	150
Кальций, г	83	91	100	108	116	125	133	142	150
Фосфор, г	58	65	73	80	87	94	101	109	116
Магний, г	25,1	26,5	27,9	29,4	30,8	32,3	33,7	35,2	36,9
Калий, г	86	94	103	111	120	128	136	145	153
Сера, г	31,2	33,5	35,8	38,1	40,4	42,7	44,9	47,2	49,5
Железо, мг	992	1093	1195	1296	1398	1499	1600	1702	1803
Медь, мг	110	122	135	148	161	173	186	199	212
Цинк, мг	744	817	890	963	1036	1108	1181	1254	1327
Кобальт, мг	8,4	9,5	10,6	11,7	12,9	14	15,1	16,2	17,3

Окончание табл. 3.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Марганец, мг	744	817	890	963	1036	1108	1181	1254	1327
Йод, мг	9,6	10,8	12	13,3	14,5	15,7	16,9	18,2	19,4
Каротин, мг	558	610	662	714	766	818	870	922	974
Витамин D, тыс. МЕ	12,4	13,4	14,4	15,4	16,5	17,6	18,7	19,8	20,9
Витамин Е, мг	497	543	590	636	683	729	775	822	868
Концентрация в 1 кг сухого вещества									
Кормовые единицы	0,78	0,80	0,82	0,85	0,87	0,89	0,92	0,94	0,96
ОЭ, МДж	9,25	9,54	9,83	10,05	10,28	10,51	10,75	10,94	11,18
Сырой протеин, г	117	122	127	132	137	142	147	152	157
РП, г	76	79	83	86	89	92	96	99	102
Сырая клетчатка, г	6	7	7	7	7	7	8	8	8

. Период новотельности начинается непосредственно после отела и продолжается 1,5–3 недели. В это время животное находится в родильном отделении и требует тщательного ухода и кормления. В день отела корове дают вволю сена и небольшое количество концентратов (1–2 кг). В первые дни после отела за выменем должен быть постоянный уход. При сильном его затвердении из рациона временно исключают сочные корма и уменьшают дачу концентратов.

Если напряженность вымени не вызывает сомнений, то в рационе постепенно, начиная с 3–4 дня после отела, увеличивают количество силоса, корнеплодов и концентратов. Через 2–3 недели после отела рационы доводят до нормы, повышая дачу концентратов. К концу этого периода у животных полностью нормализуется состояние молочной железы, увеличивается поедаемость кормов, растет молочная продуктивность.

Количество концентратов к 15–18-му дню должно составлять в рационе 5–6 кг, а для высокопродуктивных коров – 8–10 кг. Неправильное кормление коров иногда вызывает кетоз, причиной возникновения которого может быть белковый перекорм.

В этот период новотельных коров переводят на авансированное кормление (раздой). Раздаивают их в течение первых 2–3 мес лактации. В этот период затраты питательных веществ на синтез молока значительно превышают их поступление с кормом, поэтому животным добавляют к рациону, обеспечивающему имеющийся уровень продуктивности, некоторое количество кормов. Эта прибавка составляет 2–3 кормовые единицы. Авансированное кормление обычно обеспечивают концентратами. Концентрированных кормов дают животным на 3–4 кг больше, чем этого требует фактический удой. Однако уровень концентратов даже при самой высокой продуктивности не должен превышать 50–55 % по питательности.

Ориентировочный рацион кормления коров (в период раздоя) с суточным удоем 20 кг молока должен состоять из 3 кг сена, 12 кг сенажа, 14–16 кг силоса кукурузного, 1,0 кг патоки и 6–7 кг комбикорма.

Коровы с удоем 30 кг молока в сутки должны потреблять 3–4 кг сена, 10–12 кг сенажа, 18–20 кг силоса кукурузного, 1,5 кг патоки и 10–12 кг комбикорма.

В период раздоя рационы должны быть высококалорийными и содержать относительно немного клетчатки (16–18 % в сухом веществе).

Чем выше удой, тем выше должна быть концентрация энергии в сухом веществе рациона. С увеличением производства молока возрастает потребность в концентратах, белковых и минеральных добавках.

Для лучшего использования питательных веществ кормов, входящих в рацион, целесообразно их использовать в виде кормосмеси. При использовании кормосмеси молочная продуктивность коров увеличивается на 5–10 % в сравнении с раздельным скармливанием набора кормов.

. Период стабилизации лактации начинается после раздоя и завершается на 5–6-м мес лактации, когда независимо от условий кормления продуктивность снижается, а уровень отложения питательных веществ в теле коровы возрастает.

Кормление в этот период должно способствовать поддержанию высоких удоев в течение продолжительного времени. Для этого животным составляют рационы в соответствии с уровнем их фактической продуктивности, обращая при этом особое внимание на потребление кормов и поддержание у коров хорошего аппетита. Уровень концентратов в рационе должен быть снижен (излишняя дача концентрированных кормов в это период себя не оправдывает и может привести к ожирению).

Примерный рацион кормления коров в этот период с суточным удоем 14–16 кг молока может быть следующим: сено – 3 кг, сенаж – 10–12, силос кукурузный – 12–14, патока кормовая – 1,0, концентраты – 4–5 кг.

Период спада молочной продуктивности у коров наступает с пятого месяца стельности и продолжается 2–3 мес. В этот период уровень кормления необходимо снизить путем уменьшения нормы концентрированных кормов (до 2–2,5 кг в сутки) и замены их высококачественным сенажом и силосом. Источник энергии и протеина в рационе уже не является критически важным. Рацион в этот период может содержать больше объемистых кормов более низкого качества и ограниченное количество концентратов.

3.2. Потребность лактирующих коров в сухом веществе и энергии

Ключевым моментом при формировании потребности животных было определение поступления в организм сухого вещества рациона. Для этого были проведены расчеты по разным методикам, применяемым в настоящее время в Беларуси, России, Европе и США. Наиболее подходящими для наших условий оказались два алгоритма расчета потребления сухого вещества коровами в сутки. Такова методика профессоров Л. И. Дурста, М. Виттмана [6], в которой используется формула

$$СВ = ЖМ \cdot 0{,}011 + 0{,}3 \cdot УМ + 4,$$

где СВ – количество сухого вещества, потребляемого в сутки, кг;

ЖМ – живая масса, кг;

УМ – суточный удой скорректированного по жиру молока, кг.

Эта формула позволяет достаточно точно рассчитать указанный показатель в середине лактации и в заключительной ее фазе. Однако при раздое, особенно в первый месяц после отела, потребление сухого вещества сдерживается, и рассматриваемая зависимость не учитывает фактора времени.

Поэтому при расчете потребления сухого вещества в первые 12 недель мы использовали закономерность, предложенную NRC (Национальный научно-исследовательский консультационный центр США) в 1991 г. и применяемую в настоящее время. Эта зависимость может быть описана экспоненциальным уравнением

$$DMI = (0{,}372 \cdot FCM + 0{,}0968 \cdot BW^{0{,}75}) \cdot (1 - e^{(-0{,}192 \cdot (WOL+3{,}67))}),$$

где DMI – количество сухого вещества, потребляемого в сутки, кг;

FCM – суточный удой скорректированного по жиру молока, кг;

WOL – неделя лактации;

$BW^{0{,}75}$ – обменная живая масса.

Рассчитанное по этому уравнению потребление СВ наиболее точно отражает взаимосвязь с продуктивностью с учетом временного фактора (рис. 3.1).

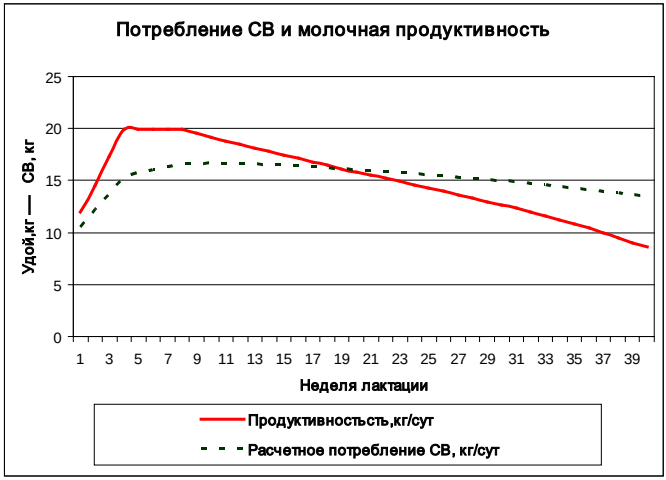


Рис. 3.1. Молочная продуктивность коров и потребление

Из графика, представленного на рис. 3.1, видно, что пик молочной продуктивности наступает к 4–5-й неделе лактации, а максимальное потребление сухого вещества рациона – только к концу третьего месяца. Эта закономерность и была использована нами для составления алгоритма расчета данного параметра в модели рациона.

На основании статистического материала и материала, полученного путем анализа доступной информации в хозяйствах Минской области, мы поставили задачу количественного определения степени соответствия потребления сухого вещества рациона потребности в нем коров в течение лактации. На основании проведенного анализа мы планировали изучить динамику изменения концентрации энергии и соответственно уровня концентрированных кормов в рационе.

Особенностью такого подхода является то, что лактация делится не на 2–3 периода, как это практикуется в настоящее время, а на 40–42 периода длительностью 1 неделя каждый. Это позволяет определить закономерность в целом, дать ей количественное описание и более гибко регулировать кормление животных путем корректирования рационов.

Кажущееся на первый взгляд усложнение традиционного подхода к решению обозначенной задачи нивелируется использованием информационной технологии, не только ускоряющей процесс расчета, но и обеспечивающей реализацию разрабатываемого метода.

На протяжении лактации характер интенсивности процессов, связанных с образованием молока, претерпевает существенные изменения. Наибольшая потребность в энергии возникает в первый период лактации после отела, когда питательные вещества кормового рациона не покрывают расхода энергии на синтез составных частей молока. В связи с этим в начале лактации дефицит энергии покрывается за счет интенсивного использования запасов питательных веществ; при этом тканевые запасы могут покрывать до половины энергетических затрат на синтез молока. Однако интенсивная мобилизация депонированного жира и недостаток углеводов для сопряженной утилизации жирных кислот приводят к образованию большого количества недоокисленных продуктов, нарушению обмена веществ типа кетоза и снижению продуктивности. Лактирующие коровы достигают максимальной суточной продуктивности и требуют повышенного уровня энергии и питательных веществ в рационе (соотношение объемистых и концентрированных кормов должно составлять 60:40).

Во второй период лактации организм коровы должен восполнить запас питательных веществ, использованных ранее на синтез молока. Уменьшение продуктивности с ходом лактации не должно быть основанием для снижения полноценности кормления животных, поскольку в этот период происходит рост плода следующей стельности, на формирование тканей и органов которого расходуется значительное количество органических и минеральных веществ. Животные получают концентрированные корма в соответствии с уровнем продуктивности, а объемистые – в зависимости от их потребления (соотношение объемистых и концентрированных кормов 75–85:25–15).

Организация нормированного кормления лактирующих коров должна основываться на знании их потребности в энергии, питательных и биологически активных веществах, необходимых для синтеза молока, сохранения воспроизводительной функции и здоровья.

Лактационная кривая для удоя 5000–5500 кг молока за лактацию может быть описана полиномиальным уравнением четвертого порядка, которое в общем виде выглядит следующим образом:

$$y = -3E - 05x^4 + 0{,}0029x^3 - 0{,}0963x^2 + 0{,}8772x + 19{,}294,$$

где y – суточный удой;

x – неделя лактации.

При этом коэффициент детерминации составляет 0,9954.

В соответствии с установленной закономерностью потребление сухого вещества возрастает и достигает пика на 12–14-й неделе лактации. Затем оно незначительно снижается в середине лактации и до 13,3–13,5 кг – в последний месяц лактации в результате естественного падения продуктивности. Этого достаточно для производства 9–10 кг молока и нормального развития плода. В дальнейшем в сухостойный период происходит интенсивное развитие плода и потребность в сухом веществе возрастает, составляя 11–11,5 кг, что эквивалентно производству 10–12 кг молока в середине лактации. Из табл. 3.10 видно, что потребность животных в сухом веществе и его фактическое потребление существенно различаются в течение всей лактации. До 14-й недели включительно наблюдается отрицательный баланс по сухому веществу. В этот период молочная продуктивность максимальная, а желудочно-кишечный тракт еще недостаточно эффективно перерабатывает корма. Особенно значительными оказались отклонения в первый месяц лактации. Они достигают 30 % и более в период высокого отрица-

тельного баланса. Очевидно, что при таком ощутимом несоответствии потребления кормов, рекомендованного нормами, необходимо соответственно увеличивать и концентрацию питательных веществ в кормах. Это, в известной степени, позволит удовлетворить потребность в них животных [29]. Однако в течение первых 10–11 недель не удается восполнить дефицит энергии и других компонентов рациона и происходит потеря живой массы, которая может достигать 1–2 кг в сутки. Такое состояние приводит к нарушению обмена веществ, размягчению костных тканей и даже гибели животных. Наивысшей пропускной способностью желудочно-кишечного тракта характеризуются 13–14-я недели, когда достигается нулевой баланс между потребностью и потреблением. Далее наступает период положительного баланса и животные могут потреблять существенно большее количество кормов, так как это необходимо для производства постоянно снижающегося количества молока.

В заключительной стадии лактации организм животного способен перерабатывать достаточное количество кормов и даже больше рекомендуемого нормами. Различия между обсуждаемыми показателями в этот период не столь существенны и решающего значения не имеют. Кроме того, по нашему мнению, предлагаемое уравнение для прогнозирования потребления сухого вещества рациона в наибольшей степени справедливо для первой половины лактации. Во второй половине адекватность его снижается.

Установлено несколько факторов, влияющих на потребление сухого вещества, которое не всегда соответствует потребности. Основные из них – живая масса, суточный надой, неделя лактации, качество кормов, количество концентратов в рационе.

Доказано, чем выше живая масса коров, тем больше они потребляют кормов при прочих равных условиях.

С увеличением живой массы на 100 кг потребление сухого вещества рационов возрастает на 0,6–1,2 кг, а при скармливании хорошо перевариваемых объемистых кормов– на 1,8–2,0 кг. Коровы первой лактации поедают приблизительно 85 % корма по сравнению с более старшими. Молодые коровы на 1 кг молока потребляют в среднем 0,2 кг (0,12–0,29), а высокопродуктивные с 2-й по 5-ю лактацию –0,3–0,4 кг сухого вещества. Эти данные не распространяются на первый – второй месяцы, так как пик потребления сухого вещества коровами после отела приходится на 90–100-й день лактации (табл. 3.10).

В пик лактации суточное потребление сухого вещества рационов уменьшается с 3,5–4,0 кг до 1,5–2,0 на 100 кг живой массы к концу стельности. Такое изменение суточных объемов потребления корма сопровождается одновременным понижением его переваримости в среднем на 16–18 %.

Наиболее простая формула для расчета потребности в сухом веществе включает два аргумента: живую массу и суточный надой молока:

$$СВ = 3{,}827 + (0{,}012 \cdot \text{живая масса}) + (0{,}269 \cdot \text{сут. удой}).$$

Рассчитаем потребность в сухом веществе для коровы, живой массой 650 кг с удоем 30 кг.

$$СВ = 3{,}827 + (0{,}012 \cdot 650) + (0{,}269 \cdot 30) = 19{,}7.$$

Такая формула не учитывает качество кормов, которое существенно влияет на их поедаемость. Это касается главным образом объемистых кормов, так как концентраты всегда поедаются полностью. Качество корма определяется концентрацией физиологически полезной энергии в расчете на сухое вещество (табл. 3.10).

Таблица 3.10. **Потребление сухого вещества объемистых кормов в зависимости от их качества и надоя (по данным В. В. Щеглова)**

КОЭ, МДж/кг СВ	Надой в сутки, кг				
	10	15	20	25	30
	Потребление СВ, кг/100 кг живой массы				
8,0	1,2	1,0	0,9	До 0,8	До 0,6
8,5	1,4	1,2	1,0	0,9	0,7
9,0	1,6	1,4	1,2	1,1	0,9
9,5	1,8	1,6	1,4	1,3	1,1
10,0	2,0	1,8	1,6	1,5	1,3
10,5	2,2	2,0	1,8	1,7	1,5
11,0	2,4	2,2	2,0	1,9	1,7

Но и такая методика не учитывает лактационную фазу, а точнее говоря, неделю лактации. Дело в том, что в первые два месяца лактации, когда потребность в сухом веществе велика, животные, в силу физиологических особенностей пищеварения, не могут потребить его в достаточном количестве, и это надо учитывать при планировании структуры рациона. В табл. 3.11 представлено расчетное потребление сухого вещества на пике лактации (6–8 недель).

Т а б л и ц а 3.11. **Прогнозируемое потребление сухого вещества в период раздоя**

Надой, кг/сут	Живая масса				
	500	550	600	650	700
18	14,29	14,93	15,55	16,16	16,77
22	15,54	16,18	16,81	17,42	18,02
26	16,80	17,44	18,06	18,68	19,28
30	18,05	18,69	19,32	19,93	20,53
34	19,31	19,95	20,57	21,19	21,79
38		21,20	21,83	22,44	23,04
42			23,08	23,70	24,30
46				24,95	25,55
50					26,81

Из табл. 3.11 видно, что поедаемость кормов в первый месяц лактации значительно ниже, чем в последующие периоды. Этот показатель достигает максимума лишь к 9–11 неделям, тогда как молочная продуктивность уже к 5-й неделе находится на самом высоком уровне.

Одной из современных систем энергетической и белковой оценки качества корма является система чистой энергии лактации (NEL), основная информация о которой представлена в табл. 3.12–3.15.

Т а б л и ц а 3.12. **Концентрация обменной энергии (ОЭ) и кормовых единиц для коров живой массой 600 кг с разной продуктивностью**

Суточный удой, кг	Концентрация ОЭ в 1 кг СВ рациона, МДж	Концентрация кормовых единиц в 1 кг СВ рациона
12	8,5	0,70
16	8,9	0,75
20	9,4	0,8
24	9,7	0,85
28	10,2	0,9
32	10,6	0,95
36	10,9	1
40 и более	11,2	1,05

Т а б л и ц а 3.13. **Нормы обменной энергии для высокопродуктивных коров**

Удой в сутки, кг	Месяц лактации									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Месяц стельности									
	–	–	1	1–2	2–3	3–4	4–5	5–6	6–7	7–8
10	–	–	–	–	–	125	130	135	139	142
15	120	125	135	140	145	150	155	159	163	165
20	145	150	160	165	170	174	178	181	184	186
25	170	175	185	189	193	197	200	201	–	–
30	194	198	207	211	215	219	221	–	–	–
35	215	218	226	230	234	237	–	–	–	–
Динамика ж. м. коров	516	523	525	525	530	555	577	582	599	621

Т а б л и ц а 3.14. **Потребность в обменной энергии на поддержание жизни у коров, МДж/сут**

Живая масса, кг	Сухостойные коровы (460 кДЖ/кг ж. м. 0,75)	Лактирующие коровы	
		Отечественные породы (480 кДЖ/кг ж. м. 0,75)	Голштино-фризы (500 кДЖ/кг ж. м. 0,75)
450	44,8	46,7	48,7
500	48,6	50,7	52,9
550	52,3	54,5	56,8
600	55,7	58,2	60,6
650	59,2	61,8	64,4
700	62,6	65,3	68,1
750	65,9	68,1	71,7

Т а б л и ц а 3.15. **Дополнительная потребность в обменной энергии на рост плода в период лактации и сухостоя**

Месяц лактации	Месяц стельности	Отложение энергии в плоде, матке, плаценте, плодных водах, МДж/сут	Потребность в обменной энергии на стельность, МДж/сут
6	3	0,15	2
7	4	0,2	4
8	5	0,5	8
9	6	1,5	11
10	7	2,0	15
Сухостой	8	2,5	30
Сухостой	9	6,5	46

Данная система определяет ту часть валовой энергии корма, которую коровы используют на продукцию молока и которая может быть отложена в виде запаса жира.

Количество NEL в корме зависит от содержания в нем обменной энергии, а также от степени ее использования.

В системе NEL предполагается, что при содержании ОЭ в валовой на уровне 57–60 % можно рассчитать количество продуктивной энергии молокопродукции, которая определяется по формуле

$$NEL(МДж) = 0,6 \cdot ОЭ\ (МДж).$$

Приблизительные расчеты потребности животных в энергии представлены в табл. 3.16.

Т а б л и ц а 3.16. **Энергия суточного удоя, теплопродукция и потребность в обменной энергии у коров с живой массой 550 и 600 кг**

Удой в пересчете на 4%-ное молоко, кг/сут	Энергия удоя, МДж/сут	Теплопродукция, МДж/сут		Величина обменной энергии ОЭ = ТП + Эн. удоя, МДж/сут	
		550 кг	600 кг	550 кг	600 кг
8	25,1	70,7	74,5	95,8	99,6
10	31,4	74,5	78,3	105,9	109,7
12	37,7	78,9	82,7	116,6	120,4
14	43,9	82,5	86,3	126,4	130,2
16	50,2	85,4	89,2	135,6	139,4
18	56,5	87,5	91,3	144	147,8
20	62,8	89,1	92,9	151,9	155,7
22	69	90,9	94,7	159,9	163,7
24	75,3	92,9	96,7	168,2	172
26	81,6	95	98,8	176,6	180,4
28	87,9	96,7	100,5	184,2	188,4
30	94,2	98,7	102,5	192,9	196,7
40	100,4	100,5	104,3	200,9	204,7

Данная формула используется, если количество обменной энергии (ОЭ) составляет 57 % от валовой энергии, т. е. коэффициент q = 57 %. Если коэффициент q больше или меньше, то степень использования обменной энергии на продукцию молока увеличивается или уменьшается на 0,4. В этом случае для расчета продуктивной энергии молокопродукции в системе NEL применяют другую формулу

$$\text{NEL(МДж)} = 0{,}6 \cdot [1 + 0{,}004(q - 57)] \cdot \text{ОЭ(МДж)}.$$

Коэффициент использования обменной энергии q можно вычислить по формуле

$$q = \frac{\text{ОЭ}}{\text{ВЭ}} \cdot 100,$$

где ОЭ – обменная энергия, МДж;

ВЭ – валовая энергия, МДж.

Количество обменной и валовой энергии (МДж) рассчитывается по формулам Л. Хоффмана (L. Hoffman, 1971).

$$\text{ВЭ} - 0{,}0239\ \text{сП} + 0{,}0398\ \text{сЖ} + 0{,}0201\ \text{сК} + 0{,}0175\ \text{БЭВ},$$

где сП – сырой протеин, г/кг корма;

сЖ – сырой жир, г/кг корма;

сК – сырая клетчатка, г/кг корма;

БЭВ – безазотистые экстрактивные вещества, г/кг корма;

$$ОЭ – 0,0312\ пЖ + 0,0136\ пК + 0,0147 \cdot (пОВ – пЖ – пК) + 0,0234\ сП,$$

где пЖ – переваримый жир, г/кг корма;

пК – переваримая клетчатка, г/кг корма;

пОВ – переваримое органическое вещество, г/кг корма;

сП – сырой протеин, г/кг корма.

Коэффициенты расчета валовой и обменной энергии используются в МДж чистой энергии лактации.

3.3. Потребность лактирующих коров в протеине

Продуктивность жвачных животных во многом зависит от обеспеченности рационов достаточным количеством полноценного протеина. Оценка протеиновой питательности кормов и его нормирование осуществляется по сырому и переваримому протеину. Сырой протеин – показатель, характеризующий содержание азотистых веществ в рационе. Переваримый протеин определяется по разности протеин корма – протеин кала и характеризует переваримость сырого протеина. В практике кормления сырой протеин определяется по количеству азота в протеине, равному 16,67 %.

Потребность коров в сыром и переваримом протеине сильно варьирует в зависимости от концентрации энергии в сухом веществе и уровня продуктивности (табл. 3.17).

Для коров с удоем 10 кг достаточно 11,0 % сырого протеина в сухом веществе, при удое 30 кг – 16,5 %, а переваримого протеина на 1 к. ед. соответственно 98 и 106 г.

Таблица 3.17. **Нормы потребности в сыром протеине (% к сухому веществу рациона)**

Суточный удой, кг	МДж в 1 кг сухого вещества рациона						
	8,5	9,5	10	10,7	11,0	11,3	11,6
5	10	11	12	–	–	–	–
10	11	11	12	13	13	–	–
15	–	12	13	14	14	15	–
20	–	13	14	15	15	15	–
25	–	–	15	16	16	16	–
30	–	–	–	16	16	17	18
35	–	–	–	17	17	17	19
40	–	–	–	17	18	18	19

В состав сырого протеина кормов входят различные соединения, растворимые в воде, солевых и щелочных растворах. Водорастворимые его фракции быстрее расщепляются и используются микрофлорой рубца.

Потребность жвачных животных в сыром протеине оценивается с учетом особенностей превращений азота в преджелудках и усвоения (доступности) аминокислот в процессах всасывания и обмена.

Основными источниками восполнения потребности в протеине являются нерасщепленный в рубце протеин корма, микробный белок, синтезируемый в преджелудках, и эндогенный протеин.

Микроорганизмы рубца синтезируют белок из доступного (расщепляемого) в рубце кормового протеина, а также небелкового азота. Микробный белок служит основным источником незаменимых аминокислот.

Чем медленнее освобождается аммиак корма, тем полнее он используется микроорганизмами. При избыточном содержании расщепляемого протеина в корме, микроорганизмы рубца не успевают утилизировать аммиак, который поступает в кровь и печень, где превращается в мочевину и выделяется с мочой, не принося пользы животному.

Степень распада протеина рациона определяется обеспеченностью микроорганизмов азотом и количеством протеина, нераспавшегося в рубце и поступающего в кишечник. Эффективность микробного синтеза в рубце зависит от обеспеченности этого процесса легкодоступной энергией и азотом. Потребность микрофлоры рубца в энергии должна удовлетворяться за счет органического вещества, переваренного в рубце, а в азоте – за счет протеина корма, расщепляемого в рубце, включая небелковые формы азота.

При очень низкой и очень высокой концентрации обменной энергии в сухом веществе рациона синтез микробного белка снижается. С увеличением доли концентратов в рационе (30–40 %) и частоты кормления увеличивается доступность энергии для микробного синтеза.

С ростом продуктивности значение фракций нерасщепленного в рубце протеина в общей обеспеченности животного аминокислотами возрастает, и он оказывает существенное влияние на эффективность использования протеина рациона.

Установлено, что 60 % кормового белка расщепляется в рубце, 40 % – проходит не расщепляясь через рубец в сычуг и тонкий кишечник, где протеин расщепляется под воздействием пищеварительных ферментов до аминокислот. Нераспавшийся протеин должен иметь высокую доступность для пищеварительных ферментов в кишечнике.

В обычных рационах за счет микробного белка, синтезируемого в преджелудках жвачных, удовлетворяется потребность в аминокислотах на 70–75 % при суточном удое 10–12 кг молока и только на 30–40 % при удое 25–30 кг. Недостающее количество аминокислот должно поступать с белками корма, устойчивыми к деградации в рубце.

Корма по степени растворимости и расщепляемости протеина делят на три группы:

I группа – корма с преобладанием распадающихся фракций сырого протеина (70–90 %): трава пастбищ, силос, картофель, свекла кормовая, подсолнечный и рапсовый жмых;

II группа – корма со средней расщепляемостью сырого протеина (50–70 %): комбикорм, брикеты злаковые, сено разнотравное, жмых, подсолнечные шроты;

III группа – корма с низкой расщепляемостью сырого протеина (30–50 %): рыбная мука, сухая барда, резка травяная, кукурузная дерть, соевый шрот.

Из данных видно, что силос и сенаж, а также концентраты и корнеплоды характеризуются высокой расщепляемостью протеина. Если эти корма использовать в рационах высокопродуктивных животных, то они не смогут проявить свой потенциал продуктивности. Эти корма приводят к образованию аммиака в рубце, в связи с чем высокопродуктивные животные, получая рационы с большой долей силоса, сенажа, корнеплодов, могут испытывать дефицит белка. Поэтому для роста их продуктивности необходимо вводить в рационы высококачественное сено и искусственно высушенные корма, а также шроты и жмыхи.

Потребность в расщепляемом протеине рассчитывают по формуле

$$РП = 7{,}8 \cdot ОЭ,$$

где РП – расщепляемый протеин, г;

ОЭ – обменная энергия рациона, МДж.

В настоящее время разрабатываются способы «защиты» протеина от распада в рубце с использованием антиоксидантов, экструдирования, нагревания, применением танинов, летучих жирных кислот, альдегидов и т. д.

При разработке рационов для дойных коров с удоем 20–22 кг молока необходимо, чтобы в 1 кг потребленного сухого вещества содержалось 60–65 г нерасщепленного в рубце протеина.

Учитывая, что растворимость протеина объемистых кормов практически стабильна и не поддается регулированию, то величину этого показателя можно устанавливать путем подбора различных компонентов, имеющих преимущественно нерастворимые фракции, или используя методы предварительной обработки.

Белки – источники пластического материала для построения тканей тела, белков крови; источники образования ферментов и гормонов, энергии при дезаминировании, иммунитета.

Входящие в протеин белки, преобразовавшиеся в белок животного происхождения, выполняют также каталитические функции. Все химические реакции обмена веществ, распада и синтеза, ферментативные функции не могут проходить без их участия.

Белки выполняют структурную функцию. Они входят в состав белковых и липопротеиновых мембран, служат материалом для построения различных морфологических образований.

Белки плазмы крови участвуют в переносе продуктов обмена, в защите организма от чужеродных белков, бактерий, вирусов и токсинов, выполняют коллоидноосматическую функцию.

Задания для выполнения во время аудиторных занятий

1. Рассчитать структуру рациона:

Сено злаково-бобовое	4 кг
Сенаж разнотравный	10 кг
Силос кукурузный	16 кг
Дерть ячменная	3 кг
Горох (зерно)	0,5 кг
Шрот рапсовый	0,9 кг
Патока кормовая	0,7 кг

Рекомендации по выполнению задания:

а) записать питательность всех кормов в рационе в показателях обменной энергии;

б) перемножить количества кормов в рационе на их энергетическую питательность;

в) найти сумму обменной энергии в рационе;

г) найти процентное соотношение кормов в рационе по обменной энергии, приняв сумму обменной энергии за 100 %.

2. Рассчитать соотношение объемной и концентратной частей рациона в % по питательности (обменная энергия) и их количество по следующим данным.

В 1 кг объемистых кормов содержится в среднем 4,8 МДж обменной энергии (ОЭ) и 0,5 кг сухого вещества (СВ), а в концентратах соответственно – 11,5 МДж и 0,85 кг. По норме требуется в сутки 160 МДж обменной энергии и 16 кг сухого вещества.

Рекомендации по выполнению задания:

а) рассчитать показатель концентрации обменной энергии в сухом веществе (КОЭ) для каждой группы кормов и по норме:

КОЭ объемистых кормов: 4,8 / 0,5 = 9,60 МДж/кг;

КОЭ концентратов: 11,5 / 0,85 = 13,53 МДж/кг;

КОЭ по норме: 160 / 16 = 10,00 МДж/кг;

б) по квадрату Пирсона рассчитать количество частей сухого вещества кормов в рационе:

Объемистые	9,60		3,53
		10,00	
Концентрированные	13,53		0,40
Всего частей			3,93

в) приняв за 100 % все полученные части (3,93), рассчитать сколько процентов его дать на объемистые корма, а сколько – на концентраты:

3,93 ч – 100 %

3,53 ч – x %

$x = 3{,}53x \cdot 100\ \% / 3{,}93x = 89{,}82\ \%$ (объемные корма по СВ);

100 – 89,82 = 10,18% (концентрированные корма по СВ);

г) найти требуемое количество сухого вещества на каждую группу кормов. За 100 % принять суточную потребность (16 кг). Получается:

на объемистые корма 16 · 89,82 / 100 = 14,37 кг СВ;

на концентраты 16 – 14,37 = 1,63 кг СВ;

д) перевести сухое вещество в натуральный корм, для этого количество сухого вещества разделить на его содержание в 1 кг корма, выраженное в килограммах на килограмм.

14,37 / 0,5 = 28,74 кг объёмистых кормов;

1,63 / 0,85 = 1,92 кг концентратов.

3. Составить полноценный рацион для лактирующей коровы живой массой 550 кг на третью фазу лактации с продуктивностью 20 кг молока в сутки. Рацион сбалансировать по четырем основным показателям – обменная энергия, сухое вещество, сырой протеин, сахар. Корма:

сено, сенаж, силос, зерно злаковых культур, шрот, патока кормовая свекловичная.

Рекомендации по выполнению задания:

а) подготовить информацию о кормах (по указанным показателям);

б) определить норму кормления;

в) определить соотношение объемной и концентратной части рациона по квадрату Пирсона. Для этого вычислить показатель концентрации обменной энергии в сухом веществе (КОЭ) всех кормов и усреднить его для объемистых кормов и для концентратов. При усреднении пользоваться методикой средневзвешенной величины в зависимости от удельного веса кормов в каждой группе;

г) рассчитать рацион по установленной структуре (п. 3);

д) вычислить отклонения итогового поступления веществ от нормы путем вычитания нормы из итога;

е) сбалансировать рацион до достижения соответствия итога норме.

4. Составить полноценный рацион для высокопродуктивной лактирующей коровы живой массой 600 кг на первую фазу лактации с продуктивностью 32 кг молока в сутки. Рацион сбалансировать по четырем основным показателям – обменная энергия, сухое вещество, сырой протеин, сахар. Корма: сено, сенаж, силос, зерно злаковых культур, шрот рапсовый (до 1,5 кг), шрот соевый, патока кормовая свекловичная. При необходимости включить энергетическую добавку пропиленгликоль.

5. Составить полноценный рацион для лактирующей коровы живой массой 600 кг на первую фазу лактации с продуктивностью 28 кг молока в сутки. Рацион сбалансировать по пяти основным показателям – обменная энергия, сухое вещество, сырой протеин, сахар, клетчатка. Корма: сено, сенаж, силос, зерно злаковых культур, шрот, патока кормовая свекловичная.

6. Составить полноценный рацион для лактирующей коровы живой массой 600 кг на вторую фазу лактации с продуктивностью 22 кг молока в сутки. Рацион сбалансировать по семи основным показателям – обменная энергия, сухое вещество, сырой протеин, сахар, сырая клетчатка, кальций, фосфор. Корма: сено, сенаж, силос, зерно злаковых культур, шрот, патока кормовая свекловичная. Для балансирования рациона по минеральным веществам использовать мел кормовой и фосфат.

7. По результатам расчета из предыдущего задания (6) рассчитать потребность в кормах для 250 коров с учетом страхового фонда в 15 %

(за исключением минеральных добавок) на зимне-стойловый период длительностью 210 суток.

По заданию преподавателя отработать решение представленных выше задач до полного усвоения методики решения и получения навыков по расчетам смесей и рационов.

Контрольные вопросы

1. Дать определение нормы кормления и объяснить, как ее выбрать для лактирующих коров.
2. Дать определение рациона, полноценного рациона, оптимального рациона.
3. Что такое структура рациона и как ее рассчитать?
4. Объяснить методику составления рациона по заданной структуре и составить рацион по заданию преподавателя.
5. Определить понятие типового рациона, для чего он нужен и как его использовать на практике.

3.4. Кормление стельных сухостойных коров

Задача кормления в этот период сводится к следующему: получить от коровы здорового жизнеспособного теленка; подготовить ее к высокой продуктивности, обеспечив хорошую упитанность; предохранить животное от маститов, родильного пареза, расстройства пищеварения; обеспечить улучшение состояния нервной, сердечно-сосудистой и эндокринной систем. В последние три месяца стельности формируется около 80 % массы теленка. В связи с повышением интенсивности новообразовательных процессов заметно возрастают энергетический (в среднем на 40 %), белковый, углеводный и минеральный обмены в организме стельной коровы. Потребность в энергии зависит от упитанности в момент запуска, которая к этому времени не должна быть ниже средней. К отелу сухостойные коровы должны иметь хорошую упитанность, но без ожирения. За период сухостоя они должны увеличить свою живую массу на 10–12 %, т. е. создать определенный запас питательных веществ. Однако необходимо организовать кормление коров таким образом, чтобы отложение питательных веществ происходило не в последние месяцы перед отелом, а в течение второй половины стельности. Это благоприятно скажется на обмене веществ в предродовый и послеродовый периоды.

На каждые 100 кг живой массы коровы должны потреблять в среднем 2,1–2,4 кг сухого вещества, в 1 кг которого должно содержаться 0,75–0,85 к. ед., (для высокопродуктивных коров этот показатель должен быть еще выше – 0,9–0,95 к. ед., или 9,5–11 МДж ОЭ).

Например, в рационе для коровы с плановым годовым удоем 4000 кг молока должно содержаться 8,8 к. ед., или 10,5 МДж ОЭ и 10,7 кг сухого вещества, а с удоем 7000 кг молока за лактацию – соответственно 13,5, 11,6 и 14,2.

Для интенсивно растущего плода требуется повышенное количество переваримого протеина, поэтому на каждую энергетическую кормовую единицу рациона стельной коровы его должно приходиться не менее 90–105 г. При этом необходим контроль рационов и по наличию критических аминокислот (лизин).

У стельных сухостойных коров в печени, эмбрионе и плаценте накапливается большое количество гликогена (животный крахмал), который расходуется на процессы, связанные с отелом и жизнедеятельностью новорожденного теленка. Для формирования этих отложений гликогена на каждые 100 г переваримого протеина рациона достаточно иметь 80–100 г сахара (*сахаро-протеиновое отношение* 0,8:1). Более высокое содержание в рационах сахара может стать причиной нарушения в организме углеводного обмена.

В организме стельной сухостойной коровы интенсивно протекает липидный (жировой) обмен. В печени, легких, лимфатических узлах, плаценте, желтом теле и молочной железе значительно увеличивается содержание жира. При усиленном его синтезе в этот период и замедленном расщеплении в организме могут накапливаться недоокисленные продукты жирового обмена (β-оксимасляная, аденилфосфорная, ацетоуксусная кислоты, ацетон и др.), что может вызывать заболевание ацетонемией (угнетенное состояние, слабость, атония преджелудков и др.). Поэтому в рационе нежелательно преобладание кормов, богатых легкоферментируемыми углеводами и жиром.

Первая фаза – от запуска до 20 дней перед отелом. Во время этой фазы молочная железа коровы уменьшается в объеме, корова набирает живую массу и увеличивается в размерах.

Для стельных сухостойных коров рекомендуются рационы с включением сена и сенажа (до 80 % по питательности), небольшого количества кормовой свеклы (до 3–4 % по питательности) и комбикорма, сбалансированного для данного типа рационов по энергии, основным питательным, минеральным и биологически активным веществам. Та-

кую структуру рационов можно считать оптимальной, так как при этом обеспечивается здоровье коров, рост и жизнеспособность плода, высокая молочная продуктивность коров после отела.

В первую фазу (за два месяца до отела) уровень концентрации обменной энергии (КОЭ) для коров с будущей молочной продуктивностью 7,0–10,0 тыс. кг молока за лактацию по нормам РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» может колебаться от 9,0 до 10,0 МДж/кг сухого вещества (СВ) рациона. Содержание сырого протеина в сухом веществе должно быть на уровне 12–13 % с расщепляемостью в рубце, равной 72–74 %. Содержание сырой клетчатки должно составлять 20–21 %, а сырого жира – 3,5–4 %.

В летний период стельных сухостойных коров необходимо содержать на пастбищах или скармливать зеленую массу из кормушек, количество концентратов можно сократить до 1,5–2,5 кг. Состав комбикорма должен гарантировать уровень энергии и протеина в рационах, а также включать минеральные добавки и премиксы в количествах, соответствующих указанной потребности. Также в условиях, когда сухостойные коровы не выделяются в особые производственные группы, их рационы приближаются по структуре к рационам лактирующих коров, а за 3 недели до отела, если упитанность коров низкая, количество концентратов можно увеличить до 3–4 кг на голову в сутки, что гарантирует форсированный раздой после отела.

Для сухостойных коров низкой и средней продуктивности рациональнее использовать сено злаковых трав; высокопродуктивным животным скармливают сено злаковых или бобовых трав высокого качества; в случае отсутствия такового дачи концентрированных кормов увеличивают на 0,5–1,0 кг.

Вторая фаза – конец сухостоя за 20 дней до отела. Важно в эту фазу подготовить животное к лактации, приведя в порядок среду рубца и предотвратить нарушение обмена веществ. В первые шесть недель сухостойного периода концентраты даются в ограниченном количестве (1–1,5 кг в сутки), основу рациона должны составлять грубые корма. В последние две недели постепенно (не более чем на 0,5 кг/сутки) можно увеличивать дачу концентратов и довести ее до 3–4 кг. Такое кормление позволяет адаптироваться микрофлоре к переменам в кормлении после отела, способствует увеличению размера сосочкового слоя рубца, высокой жизнеспособности новорожденного теленка, хорошему качеству молозива, высоким показателям продук-

тивности и воспроизводительной способности в следующую фазу лактации. Во вторую фазу сухостойного периода (за 3 недели до отела) КОЭ в СВ рациона должна быть на уровне 10,5 МДж и содержание сырого протеина в сухом веществе должно составлять 15 %.

В этот период потребление сухого вещества начинает падать. Перед отелом оно может быть на 15–30 % ниже потребления сухого вещества во время первого периода сухостоя. Плод постоянно растет, требуя все больше питательных веществ. Может начаться потеря живой массы и возрастет риск развития кетоза из-за мобилизации жировых запасов, а также может произойти ожирение печени и подняться уровень неэтерифицированных жирных кислот (НЭЖК).

Наилучшими кормами для стельных сухостойных коров будут: злаково-бобовое сено, сенаж, силос кукурузный, убранный в фазе молочно-восковой спелости, концентраты. Не рекомендуется скармливать стельным сухостойным коровам пивную дробину, жом, барду, картофельную мезгу. Дача этих кормов может вызвать аборты или быть причиной рождения ослабленных телят. Особое внимание следует обращать на доброкачественность силоса и сенажа.

За 8–10 дней до отела количество сочных кормов в рационе коров уменьшают наполовину.

Нередко высокопродуктивные коровы в первую неделю после отела страдают родильным порезом. Болезнь сопровождается снижением кальция в крови. Причиной болезни является не дефицит кальция в рационе, как считалось ранее, а наоборот его излишек. Это приводит к нарушению функции паращитовидных желез, уменьшению синтеза паратгормона, в результате происходит снижение усвоения кальция из кормов и его извлечение из костей и мышц. Во избежание этого заболевания рекомендуется ограничивать корма, богатые кальцием. Рекомендуется за месяц до отела снизить уровень кальция в рационах стельных сухостойных коров до 70 г/гол., а сразу после отела содержание кальция довести до 150–200 г/гол. При снижении кальция в рационах сухостойных коров потребность в этом элементе будет компенсироваться лучшим его усвоением. Систематический активный моцион предупреждает чрезмерную отечность вымени перед отелом. Отложение в организме витамина Д способствует сокращению случаев заболеваний животных родильным парезом.

У стельных коров напряженно протекает минеральный обмен, значительно возрастает расход кальция и фосфора для формирования ске-

лета и других органов плода (их недостаток может привести к абортам, рождению слабых, недоразвитых телят). Возрастают потребности стельных коров в натрии, кобальте, меди, йоде, марганце и других минеральных элементах. Балансирование рационов по микро- и макроэлементам способствует улучшению ассимиляции организмом всех питательных веществ.

Рацион сухостойных коров должен быть сбалансирован по витаминам А, Д, Е. У них более высокие потребности в каротине, чем у лактирующих коров. Коровам, имеющим к началу стельного сухостойного периода низкую упитанность, необходимо выдавать кормов на 20–25 % больше.

Рацион для стельных сухостойных коров с плановым годовым удоем 5000–6000 кг молока может быть следующим: сено – 3–4 кг, сенаж злаково-бобовый – 14–16 кг, силос кукурузный – 5–8 кг, патока кормовая – 0,3–0,5 кг, концентраты – 1,5–3,0 кг. Коровы с ожидаемым удоем 6–7 тыс. кг молока должны получать в сутки 4 кг сена, 16 кг сенажа, 10–14 кг силоса кукурузного, 0,3–0,5 кг патоки и 2,5–3,5 кг концентратов (два раза в сутки). В летний период основу рационов должны составлять зеленые корма и 1,5–2 кг концентратов.

Методики расчета рациона для стельных сухостойных коров

I. Составить суточный рацион для стельной сухостойной коровы живой массой 500 кг (вторая декада стельного сухостойного периода). Планируемый уровень молочной продуктивности – 6000 кг молока в пересчете на 4%-ную жирность. В рацион включить сено бобово-злаковое, сенаж многолетних злаково-бобовых трав, силос кукурузный, дерть ячменную, дерть гороховую, шрот подсолнечный, премикс для коров, поваренную соль, минеральные добавки. Нормы кормления стельных сухостойных коров, информация о питательности кормов приведены в табл. 3.18–3.20.

Последовательность работы по составлению рациона для стельных сухостойных коров следующая:

1. Подготовить информацию о питательности кормов.

2. Важнейший показатель КОЭ (концентрация обменной энергии). Его найти путем деления количества обменной энергии в 1 кг корма (кг) на содержание сухого вещества.

3. Определить нормы потребности стельных сухостойных коров.

Таблица 3.19. **Нормы кормления стельных сухостойных коров живой массой 600 кг, с плановой продуктивностью 6000 кг молока за лактацию**

Нормируемые показатели	Живая масса				
	500	550	600	650	700
К. ед.	11,5	11,9	12,3	12,7	13,1
ОЭ, МДж	132	137	142	147	152
Сухое в-во, кг	12,42	12,93	13,44	13,95	14,46
Сырой протеин, г	1921	1998	2075	2152	2229
НРП, г	576	599	623	646	669
Лизин, г	1345	1399	1453	1506	1560
Сырая клетчатка, г	2981	3103	3226	3348	3470
Крахмал, г	1369	1417	1465	1513	1561
Сахар, г	373	388	403	419	434
НДК, г	5341	5560	5779	5999	6218
КДК, г	3726	3879	4032	4185	4338
Сырой жир, г	415	430	445	460	475
Соль поваренная, г	71	73	75	77	79
Кальций, г	112	116	120	124	128
Фосфор, г	66	68	70	72	74
Магний, г	21,6	22,3	23	23,7	24,4
Калий, г	81	84	87	90	93
Сера, г	27	28	29	30	31
Железо, мг	804	832	860	888	916
Медь, мг	117	121	125	129	133
Цинк, мг	575	595	615	635	655
Кобальт, мг	8	8,3	8,6	8,9	9,2
Марганец, мг	575	595	615	635	655
Йод, мг	8	8,3	8,6	8,9	9,2
Каротин, мг	631	653	675	697	719
Витамин D, тыс. МЕ	12,7	13,1	13,5	13,9	14,3
Витамин Е, мг	458	474	490	506	522

Таблица 3.20. **Поправка к нормам кормления стельных сухостойных коров в зависимости от живой массы и упитанности**

Нормируемые показатели	Прибавка	Поправка
1	2	3
Живая масса, кг	на 50 кг ж. м.	на упитанность*
К. ед.	0,4	0,3
ОЭ, МДж	5	3,7
Сухое в-во, кг	0,51	0,3
Сырой протеин, г	77	70
НРП, г	23	21
Лизин, г	54	49
Сырая клетчатка, г	122	62
Крахмал, г	48	155

Окончание табл. 3.20

1	2	3
Сахар, г	15	8
НДК, г	219	110
КДК, г	153	77
Сырой жир, г	15	23
Соль поваренная, г	2	2
Кальций, г	4	3
Фосфор, г	2	2
Магний, г	0,7	1
Калий, г	3	1
Сера, г	1	1
Железо, мг	28	28
Медь, мг	4	3
Цинк, мг	20	20
Кобальт, мг	0,3	1
Марганец, мг	20	20
Йод, мг	0,3	1
Каротин, мг	22	45
Витамин D, тыс. МЕ	0,4	1
Витамин Е, мг	16	50

В течение сухостойного периода потребность животных в питательных веществах изменяется так, как это показано в табл. 3.18. В существующих ныне технологиях не предусматривается возможность составления рационов подекадно, что снижает эффективность кормления.

Следовательно, согласно изменению норм по декадам, рацион стельной сухостойной коровы необходимо плавно корректировать, не изменяя перечень кормов, но увеличивая или уменьшая их количество.

II. Составить полноценный рацион кормления для стельной сухостойной коровы живой массой 650 кг на зимне-стойловый период. Упитанность – вторая категория (ниже средней).

Рекомендации по выполнению задания:

1) начертить таблицу рациона. Таблица должна иметь соответствующий заголовок, начинающийся со слов «Рацион для…»;

2) выбрать норму;

3) провести обоснование структуры кормового рациона, используя для этого данные о содержании ОЭ/10 в сухом веществе. По этому принципу разделить все корма на две группы – травяные объемистые корма, во вторую группу – концентраты и корнеплоды, затем найти средние показатели КОЭ для каждой группы кормов, как это показано при составлении рациона для дойных коров;

4) согласно найденной структуре рациона выбрать количество кормов и составить рацион;

5) следует учитывать, что в рационы сухостойных коров не рекомендуется включать более чем 1–1,5 кг концентратов в первый период сухостоя и 2,5–4 кг – за 20 дней до отела;

6) основу рациона должны составлять грубые корма высокого качества. Их количество зависит от поступления в организм клетчатки. Ее количество должно быть на уровне 24 %. Допускается избыток клетчатки до 28 % и более при условии обеспеченности рациона энергией;

7) завершить балансирование рациона по протеину и сахару, используя любой доступный метод, включая самый простой, изложенный выше, – по квадрату Пирсона.

3.5. Кормление ремонтного молодняка молочного скота

3.5.1. Кормление телок до 6-месячного возраста

Нормированное кормление молодняка существенно скорректировано для молочных пород. Выращивание телок до 6-месячного возраста необходимо рассматривать с точки зрения интенсификации отрасли молочного животноводства. На первое место здесь выдвигается вопрос о выращивании коров с продуктивностью 7000 кг молока и более по первому отелу и не менее 9000 кг в дальнейшем.

Технология молочного скотоводства потребовала пересмотра схем и норм кормления телок, которые были рассчитаны на невысокую их живую массу в 6-месячном возрасте, 130–155 кг. Молочный период у телят характеризуется одновременным интенсивным ростом органов и тканей и способностью давать высокие приросты. Интенсивность обмена веществ в этот период и связанная с ним интенсивность роста телят пропорционально коррелирует с уровнем будущей молочной продуктивности выращиваемых из них коров и зависит от схем кормления молодняка.

Что касается результатов научных исследований и практики ведения интенсивного молочного животноводства, то корреляция между живой массой телок в 6-месячном возрасте с будущей их молочной продуктивностью представлена в табл. 3.21.

Интенсивный стартовый (без ожирения) рост (от рождения до 6-месячного возраста) и развитие телок – это основа будущей высокой продуктивности коров.

Подекадные нормы потребности для телок от рождения до 6-месячного возраста в основных питательных веществах и продуктивной энергии представлены в табл. 3.22.

Т а б л и ц а 3.21. **Связь между живой массой телок в 6-месячном возрасте с будущей молочной продуктивностью коров (по данным страны-производителя)**

Живая масса при рождении, кг	Прирост		Живая масса телок в 6 мес, кг	Молочная продуктивность коров, кг	Страна-производитель
	за 6 мес, кг	за сутки, г			
30	130	722	160	4000	Эстония
35	135	750	170	4500	Эстония
35	145	805	180	5500	Россия
40	150	833	190	6000	Германия
40	160	888	200	7000	США
40	170	944	210	8000 и более	США

Т а б л и ц а 3.22. **Нормы потребности телок молочного периода в основных питательных веществах и энергии для выращивания коров с продуктивностью 6–7 тыс. кг молока**

Возраст		Средняя живая масса за декаду, кг	Норма		Нормы концентрации элементов питания в 1 кг сухого вещества					
Месяцы	Декады		На поддержание 100 кг живой массы, КЕ	На 1 кг прироста, КЕ	КЕ	Переваримый протеин, г	Сырая клетчатка, г	Кальций, г	Фосфор, г	Каротин, мг
1-й	1-я	33	2	2,15	2,30	320	–	12,6	6,7	38
	2-я	40	1,95	2,20	2,27	316	80	12,5	6,6	37,3
	3-я	50	1,90	2,23	2,13	288	100	11,9	6,5	36,6
2-й	4-я	4	1,85	2,27	1,99	260	120	11,3	6,4	35,9
	5-я	67	1,77	2,30	1,86	232	139	10,7	6,3	35,2
	6-я	75	1,74	2,33	1,68	209	160	10,2	6,2	34,5
3-й	7-я	83	1,70	2,37	1,50	186	180	9,7	6,0	33,7
	8-я	91	1,67	2,40	1,32	164	200	9,1	5,9	32,1
	9-я	99	1,63	2,43	1,26	153	206	9,05	5,7	31,4
4-й	10-я	107	1,62	2,47	1,20	141	212	9,0	5,5	30,7
	11-я	115	1,60	2,50	1,14	130	218	8,9	5,4	30,0
	12-я	123	1,57	2,50	1,09	121	212	8,3	5,2	29,2
5-й	13-я	131	1,53	2,51	1,04	112	206	7,9	5,1	28,5
	14-я	139	1,50	2,52	1,00	103	200	7,6	4,9	27,8
	15-я	147	1,47	2,52	0,98	100	204	7,4	4,7	27,1
6-й	16-я	155	1,43	2,53	0,95	97	206	7,2	4,4	26,4
	17-я	163	1,40	2,54	0,93	94	210	6,9	4,2	26,2
	18-я	170	1,38	2,55	0,91	92	215	6,7	4,1	26,0

Составление схем кормления телок следует начинать с подготовки информации о питательности кормов (табл. 3.23).

Т а б л и ц а 3.23. **Информация о питательности кормов для телят-молочников**

Наименование	Сухое вещество, %	Содержание в 1 кг						
		КЕ	Переваримый протеин, г	Сырая клетчатка, г	Кальций, г	Фосфор, г	Каротин, г	Витамин D, тыс. МЕ
Молозиво	15	0,34	51	–	1,6	1,4	10	100
Молоко	13	0,30	33	–	1,3	1,2	1	13
Обрат свежий	9	0,13	31	–	1,4	1,0	–	12
ЗЦМ сухой	96	2,23	230	–	12,7	8,7	32	0,4
Комбикорм К-61-2	85	1,09	169	58	5,1	7,3	3,0	–
Травяная резка	84,5	0,65	76	242	9,4	3,7	120	100
Сено	82,5	0,55	69	248	10,4	5,2	25	–
Сенаж	42,2	0,33	32	105	3,4	1,2	27	–
Силос	25,0	0,19	19	85	2,5	1,0	18	–
Картофель вареный	22,8	0,34	17	14	0,2	0,6	–	–
Свекла кормовая	10,8	0,11	9	8	0,6	0,6	–	–
Овсянка	85	1,10	84	31	2,0	4,0	–	–

Потом необходимо составить план роста телок по месяцам молочного периода с дифференциацией суточных приростов по каждой декаде (табл. 3.24).

В нашем примере, на котором продемонстрирован порядок составления схемы кормления телок до 6-месячного возраста, поставлена задача выращивания и получения к концу шестого месяца живой массы 180 кг. После дифференциации суточных приростов и определения живой массы телок по декадам надо определить норму потребности в основных питательных веществах, используя табл. 3.22. Порядок определения норм потребности телок продемонстрирован на примере 1-й декады (табл. 3.24).

В первые сутки после рождения теленка кормят молозивом.

Молозиво содержит защитные вещества против болезней (пассивный иммунитет). Необходимо знать, что стенки кишечника новорожденного теленка только короткое время после рождения способны пропускать в кровь эти защитные вещества. Поэтому надо сделать все, чтобы первые три часа жизни теленок как можно больше потребил молозива матери, лучше свободным его всасыванием. Количество потребленного молозива за это время не должно быть меньше 1 л. В последующие 9 ч жизни необходимо обеспечить теленку потребление следующих 1,5–2 л молозива, к концу первой недели жизни он должен выпивать 6–7 л его ежедневно.

Т а б л и ц а 3.24. **Нормы кормления телок в стойловый период в соответствии со схемой выращивания**

Возраст		План роста		Нормы потребности						
Месяцы	Декады	Прирост за сутки, г	Живая масса в конце декады, кг	Сухое вещество, г	КЕ	ПП, г	Сырая клетчатка, г	Каль-ций, г	Фосфор, г	Каротин, мг
I	1-я	600	36	0,848	1,95	271	–	10,7	5,7	32
	2-я	700	43	1,018	2,31	321	81	12,7	6,7	38
	3-я	800	51	1,257	2,68	362	125	14,8	8,2	46
1-й мес		700	–	31,3	69,5	–	–	–	–	–
II	4-я	800	59	1,424	2,83	370	171	16,1	9,1	51
	5-я	850	67	1,653	3,07	383	230	17,7	10,44	58
	6-я	850	76	1,921	3,23	401	307	19,6	11,9	66
2-й мес		833	–	50,0	91,3	–	–	–	–	–
III	7-я	850	84	2,252	3,38	419	405	21,8	13,5	76
	8-я	850	93	2,668	3,52	437	534	24,3	15,7	86
	9-я	850	101	2,897	3,65	443	597	26,2	16,5	91
3-й мес		850	–	78,2	105,5	–	–	–	–	–
IV	10-я	900	110	3,233	3,94	463	696	29,5	18,0	101
	11-я	900	120	3,588	4,09	466	782	31,9	19,4	108
	12-я	900	128	3,850	4,20	466	816	31,9	20,0	112
4-й мес		900	–	107,2	122,3	–	–	–	–	–
V	13-я	900	137	4,129	4,29	462	850	32,6	21,0	118
	14-я	900	146	4,398	4,40	453	880	33,4	21,6	122
	15-я	900	155	4,580	4,49	453	934	33,9	21,6	124
5-й мес		900	–	131,1	131,8	–	–	–	–	–
VI	16-я	850	164	4,801	4,56	466	989	34,6	21,7	127
	17-я	800	172	4,724	4,38	444	992	32,6	20,0	124
	18-я	800	180	4,911	4,47	452	1056	32,8	20,1	128
6-й мес		817	–	144,4	134,1	–	–	–	–	–
И т о г о…		833	–	542,2	654,5	–	–	–	–	–

Со второй декады телятам следует нормировать просеянную овсянку и до конца месяца расходовать ее по 5–6 кг на голову.

Молочный период у телят характеризуется одновременным интенсивным ростом органов и тканей и способностью давать высокие приросты. Интенсивность обмена веществ в этот период и связанная с ним интенсивность роста пропорционально коррелирует с уровнем будущей молочной продуктивности выращиваемых из них коров и зависит от схем кормления.

Первые 10–15 дней после рождения основным кормом для теленка является молоко, суточные дачи которого составляют обычно 6–7 кг на голову, а с 3-й декады дачу цельного молока снижают и переходят на использование заменителей молока.

Широкое использование заменителей цельного молока (ЗЦМ) обусловлено не только экономической выгодой, но и рядом преимуществ кормления ими телят по сравнению с выпойкой цельномолочной продукции: состав ЗЦМ всегда постоянный в отличие от коровьего молока; препятствует распространению многих заболеваний; раннее приучение телят к потреблению других кормов положительно влияет на формирование рубца; современные технологии производства ЗЦМ позволяют существенно повысить переваримость питательных веществ, содержащихся в них, значительно повысить товарность и рентабельность молока.

Количество ежедневной выпойки телятам ЗЦМ предусматривается схемой их кормления. Суточная норма может составляют 5–7 л восстановленного ЗЦМ (0,6–0,8 кг сухого). Общее количество и сроки окончания выпойки ЗЦМ телятам определяется хозяйственными схемами их кормления. Использование ЗЦМ не обеспечит ожидаемого эффекта, если телятам не будут доступны для свободного и постоянного потребления стартерные комбикорма. И связано это с тем, что жидкие ЗЦМ очень быстро (1,5–2 ч) перевариваются в желудке телят, что стимулирует поедание специальных комбикормов. Это способствует быстрейшему развитию рубца (ее сосочкового слоя), а в целом более раннему установлению рубцового пищеварения и получению высоких среднесуточных приростов в послемолочный период. Установлено, что при потреблении стартерного комбикорма телятами в количестве 1 кг, длина рубцовых сосочков составляет 7,4 мм, а при потреблении 600 г – 5,5 мм. Раннее использование в кормлении телят комбикормов, начиная с 10-дневного возраста, позволяет получать физиологически

полноценный молодняк с высокой энергией роста при сокращении сроков и количества выпойки ЗЦМ. К 3-месячному возрасту теленок должен получать 1,5–1,8 кг комбикорма в сут, чтобы достигать среднесуточных приростов 850–900 г, а к 5 мес – 2,0 кг и соответственно 900 г. Этот период жизни является самым выгодным для получения высокой интенсивности роста телят. При отсутствии стартерных комбикормов заводского производства готовят концентрированные смеси. Основу смесей составляют злаковые – мука ячменя, овса, пшеницы, кукурузы. Для повышения протеиновой питательности вводят шрот: подсолнечный, льняной, соевый, сухое и обезжиренное молоко, кормовые дрожжи, БВМД. Развитию рубцового пищеварения молодняка способствует включение в рацион сена, сенажа, силоса высокого качества. К сену начинают приучать телят с третьего месяца, к сенажу и силосу – обычно с 3–4-месячного возраста.

К зеленым кормам телят приучают с 2-й декады, а к корнеклубнеплодам – с 3-й (нормирование этих кормов в рационах производят с четвертой декады их жизни).

Дальнейшая работа над схемой кормления телят – это подекадное составление сбалансированных по питательным веществам рационов с набором тех видов кормов, нормирование и скармливание которых допустимо в определенное время. После составления подекадных сбалансированных рационов подсчитывают помесячный и итоговый расход кормов по видам за шесть месяцев.

Повышение интенсификации роста и развития телок должно достигаться адекватным повышением качества травяных объемистых кормов (сено, сенаж, силос), а также повышением энергетической ценности и переваримости органического вещества концентратов за счет всестороннего и глубокого воздействия на них приемами технологической обработки: освобождения от пленок, декстринизации, варки паром, микронизации, ферментативной обработки, обогащения различными компонентами. Ускорить интенсификацию роста и развитие ремонтного молочного молодняка помогут также специальные комбикорма для телок с глубокой технологической обработкой ингредиентов, входящих в их состав, а также высокое качество травяных объемистых кормов (сена, сенажа, силоса). Эта проблема требует еще решения.

Примерная схема кормления телок до 6-месячного возраста при раннем и позднем отъеме представлена в табл. 3.25, 3.26.

Т а б л и ц а 3.25. **Примерная схема кормления телок до 6-месячного возраста при раннем отъеме**

Возраст		Суточная выдача, кг						
Месяц	Декада	Молоко цельное	Сено	Сенаж	Куку-руза	Комби-корм,	Добавки, г	
							соль	мел
1-й	1-я	5	–	–	0,1	0,1	–	–
	2-я	4			0,1	0,2	–	–
	3-я	4			0,2	0,3		
Итого за месяц		130	–	–	3	6	–	–
2-й	4-я	4	Приуч.	Приуч.	0,3	0,4	–	–
	5-я	2			0,4	0,5	10	20
	6-я	–			0,5	0,7	10	20
Итого за месяц		60	6	–	12	16	200	400
3-й	7-я	–	0,1	0,5	–	1,0	15	20
	8-я		0,2	1,0		1,3	15	20
	9-я		0,3	1,5		1,7	15	20
Итого за месяц		–	6	30	–	40	450	600
4-й	10-я	–	0,5	2,0	–	2,0	15	20
	11-я		0,6	2,5		2,2	15	20
	12-я		0,8	3,0		2,2	15	20
Итого за месяц		–	19	75	–	64	450	600
5-й	13-я	–	1,0	3,0	–	2,2	20	25
	14-я		1,2	3,5		2,2	20	25
	15-я		1,5	4,0		2,1	20	25
Итого за месяц		–	37	105	–	65	600	750
6-й	16-я	–	1,5	5,0	–	2,1	25	30
	17-я		1,5	5,5		2,1	25	30
	18-я		1,5	6,0		2,0	25	30
Итого за месяц		–	45	165	–	62	750	900
Итого за 6 мес		190	107	375	15	253	2450	3250

Т а б л и ц а 3.26. **Примерная схема кормления телок до 6-месячного возраста при позднем отъеме**

Возраст		Суточная выдача, кг							
Месяц	Декада	Молоко		Сено	Сенаж	Куку-руза	Комби-корм	Добавки, г	
		Цель-ное	ЗЦМ вос-станов-ленный					соль	мел
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1-й	1-я	5	–	–	–	0,1	0,1	–	–
	2-я	6				0,1	0,2	5	5
	3-я	6				0,2	0,3	5	5
Итого за месяц		170	–	–	–	3	6	100	100
2-й	4-я	6	–	Приуч.	Приуч.	0,3	0,4	10	20
	5-я	6				0,4	0,5	10	20
	6-я	6				0,5	0,7	10	20
Итого за месяц		180	–	6	–	12	16	300	600

Окончание табл. 3.26

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3-й	7-я	5	2	0,1	0,5	–	1,0	15	20
	8-я		5	0,2	1,0		1,3	15	20
	9-я		5	0,3	1,5		1,7	15	20
Итого за месяц		50	120	6	30	–	40	450	600
4-й	10-я	–	5	0,5	2,0	–	2,0	15	20
	11-я		4	0,6	2,5		2,2	15	20
	12-я		3	0,8	3,0		2,2	15	20
Итого за месяц		–	120	19	75	–	64	450	600
5-й	13-я	–	–	1,0	3,0	–	2,2	20	25
	14-я			1,2	3,5		2,2	20	25
	15-я			1,5	4,0		2,1	20	25
Итого за месяц		–	–	37	105	–	65	600	750
6-й	16-я	–	–	1,5	5,0	–	2,1	25	30
	17-я			1,5	5,5		2,1	25	30
	18-я			1,5	6,0		2,0	25	30
Итого за месяц		–	–	45	165	–	62	750	900
Итого за 6 мес		400	240	107	375	15	253	2650	3550

3.5.2. Кормление ремонтных телок старше 6-месячного возраста

Уровень кормления бычков и телок старше 6-месячного возраста должен обеспечивать их способность к значительным приростам для обеспечения высокой классности по развитию и живой массы с тем, чтобы к взрослому состоянию животные имели крепкую конституцию и хорошее здоровье. Для этого составляют помесячные планы их роста без ожирения с таким расчетом, чтобы случку телок можно было проводить в 14–15-месячном возрасте при достижении ими живой массы 390–400 кг, а ко времени первого отела – 550–560 кг.

Рекомендуемые планы роста телок различаются по величине среднесуточных приростов в зависимости от планируемой живой массы выращиваемых коров (табл. 3.27).

Цель выращивания телок – это экономически выгодное получение крепких, здоровых племенных животных, кормление которых уже с рождения должно быть организовано таким образом, чтобы они, став коровами, могли потреблять больше объемистых кормов, необходимых для высоких удоев. Наиболее эффективен интенсивный способ выращивания ремонтных телок, чтобы достичь живой массы коров 550 кг и более. Для этого живая масса телок к 14–15 мес, возрасту их осеменения, должно составлять 390–400 кг, а среднесуточный прирост за этот период – 700–750 г.

Таблица 3.27. **Примерный план роста ремонтных телок и нетелей**

Показатели	Возраст, мес				
	7–10	11–15	16–18	19–23	24–25
Живая масса, кг	194–280	287–390	396–445	454–542	548–555
Среднесуточный прирост, г	770	730	600	650	650
Потребление СВ, кг	4,8–6,4	6,6–7,5	7,8–8,6	9,2–10,8	11,5
Концентрация ОЭ/кг СВ МДж	10,0	9,3	9,2	9,4	10,0
Количество концентратов, кг	1,5	0,5	0	0,5-1,0	До 2,5
Сырой протеин, %	14–15	13	13	13	14–15

При таком плане выращивания телок продуктивность коров составит 6000 кг молока и более за лактацию.

При выращивании телок старше 6 мес основная задача состоит в том, чтобы обеспечить развитие органов пищеварения, молокообразования, костяка и скелетной мускулатуры. Кормление телок преимущественно сочными, грубыми и зелеными кормами с оптимальным уровнем концентратов способствует развитию у них желудочно-кишечного тракта, предупреждает ожирение и наступление ранней половой зрелости, формирует высокопродуктивный молочный скот. В этот период у телок начинается первая фаза развития молочных желез, поэтому высокоэнергетическое питание с образованием жировой ткани отрицательно может повлиять на рост молочных протоков. Рационы ремонтных телок старше 6 мес по структуре постепенно приближаются к рационам коров: доля концентрированных кормов уменьшается, а объемистых – увеличивается. Основными кормами в стойловый период должны быть: высококачественное сено, сенаж, силос. Норма концентратов зависит прежде всего от качества грубых и сочных кормов. Если в рационы телок старше года включать объемистые корма высокого качества (10,5 МДж ОЭ), то количество концентратов может быть снижено до 0,5–0,7 кг в сутки и возможно получение среднесуточных приростов – 700–750 г. При недостаточно высоком качестве объемистых кормов необходимо скармливать концентраты в количестве 1,0–1,5 кг в сутки. Концентрированные корма лучше скармливать в виде комбикормов. Молодняку старше года часть сена можно заменить соломой из яровых культур. Для балансирования рационов по сахару желательно включать до 5–7 кг корнеплодов или 0,3–0,5 кг патоки.

Примерный рацион кормления телок в возрасте 7–16 мес может быть: силос кукурузный – 6–8 кг, сенаж – 5–8 кг, сено – 2–3 кг, комбикорм – 1,0–1,3 кг.

В возрасте 14–15 мес телок живой массой 390–400 кг осеменяют. Существенных отличий в кормлении до и после осеменения нет. Через 5–6 мес после осеменения кормление нетелей следует улучшить, так как в это время начинается усиленный рост плода и развитие молочных желез. При плановой продуктивности нетелей (6–7 тыс. кг молока) в рационе должно быть не более 1,5 кг концентратов, а при продуктивности первотелок 7–8 тыс. кг молока концентраты составляют 1,5–2, 0 кг. Избыток концентратов в рационе нетелей ведет к ожирению животных и к снижению продуктивности первотелок.

Рацион нетелей может включать, например: 3–4 кг сена, 10–15 кг силоса кукурузного, 8–10 кг сенажа и 1,5–2,0 кг комбикорма.

Таким образом, предлагаемая программа кормления ремонтного молодняка телок позволяет получать высокую энергию роста телят и иметь телку к осеменению в возрасте 14–15 мес – 390–400 кг, а к отелу – нетель массой 550–560 кг.

Нормы кормления телок и нетелей при выращивании коров живой массой 500–600 кг приведены в табл. 3.28.

Методика составления рациона

III. Составить рацион кормления для ремонтных телок на зимний период. Возраст – 11–12 мес, живая масса – 290–320 кг, среднесуточный прирост – 700 г. В рацион включить: сено тимофеевки, сенаж злаково-бобовых трав, силос многолетних трав, свеклу кормовую, дерть ячменную, дерть гороховую, премикс П-60-6М. Нормы кормления выбираются из табл. 3.28, а информация о питательности кормов представлена в табл. 3.29.

Последовательность выполнения задания следующая:

1) определить нормы потребности (табл. 3.28) и занести их исходя из данных в бланк рациона;

2) подготовить информацию о питательности кормов;

3) определить структуру кормового рациона, для чего провести группировку кормов: 1-я группа – сено, сенаж, силос; 2-я группа – свекла кормовая, дерть ячменная, дерть гороховая. С помощью квадрата Пирсона определить количество частей для распределения суточной нормы кормовых единиц для 1-й и 2-й групп кормов;

4) произвести расчет количества кормов в рационе;

5) подсчитать в рационе элементы питания и провести добалансирование недостающих из них включением в рацион добавок.

Таблица 3.28. **Нормы кормления телок (на 1 гол. в сутки) при выращивании коров живой массой 500–600 кг**

Показатели	Возраст, мес								
	7	8	9	10	12	13	14	15	16
	Живая масса, кг								
	194	219	245	270	318	342	370	390	420
К. ед.	5,0	5,5	5,8	6,0	6,5	7,0	7,2	7,5	8,0
ОЭ, МДж	51	57	59	61	67	71	78	81	84
Энергия прироста, МДж	11,3	11,9	12,4	12,0	12,9	13,4	13,9	14,3	16,0
Сухое вещество, кг	5,2	6	6,2	6,5	7,2	7,6	8,4	8,7	9,1
Сырой протеин, г	700	750	800	810	854	910	985	1000	1050
Сырая клетчатка, г	1093	1212	1279	1340	1569	1688	1753	1859	2094
Крахмал, г	548	567	580	600	705	743	778	808	887
Сахар, г	371	394	399	416	489	516	539	559	614
Сырой жир, г	266,5	270	277,5	274	324	345	363	378,5	421
Соль поваренная, г	12,5	13	14	30	36,5	39	41	44,5	50
Кальций, г	34,5	36,5	38,5	41	47	50,5	53,5	56,5	64
Фосфор, г	22	23,5	24	23	29	31	32,5	35,5	40,5
Магний, г	10,4	12,3	13,25	14	18	20	21,5	22,5	26
Калий, г	37	41	44	46	55	58,5	63,5	68	76
Сера, г	15,5	16,5	19	20	24	26,5	27,5	29	31,5
Натрий, г	4,6	4,8	5,2	11,1	13,5	14,4	15,2	16,5	18,5
Хлор, г	7,5	7,8	8,4	18,0	21,9	23,4	24,6	26,7	30,0
Железо, мг	299	331	351	366	427,5	459,5	478	506	567
Медь, мг	39,5	44	46	49	57,5	60,5	63,5	65,5	73,5
Цинк, мг	222,5	248,5	261,5	274	321,5	342	360	378,5	426,5
Кобальт, мг	3,35	3,7	3,95	4,3	4,8	5,1	5,25	5,5	6,15
Марганец, мг	247,5	275,5	290,5	305	356,5	377,5	397,5	420	475
Йод, мг	1,55	1,65	1,75	1,8	2,15	2,25	2,4	2,5	2,85
Селен, мг	1,0	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5	1,7	1,7	1,8
Каротин, мг	127,5	134	141,5	142	170,5	185,5	199	210	240
Витамин D, тыс. МЕ	2,7	3	3,2	3,7	3,95	4,3	4,9	5,25	6,05
Витамин Е, мг	197,5	220,5	230,5	240	273	286	295	310	355

Т а б л и ц а 3.29. **Информация о питательности кормов**

Показатели	Сено клеверо-тимофееч-ное	Сенаж мно-голетних бобово-злаковых трав	Свекла полусахарная	Дерть ячменная	Шрот подсолнеч-ный	Комбикорм К-60-7	Премикс П-60-6М
Сухое вещество, %	83	44,6	17,2	85	90,47	85	–
К. ед.	0,56	0,32	0,17	1,16	1,025	1,05	–
Обменная энергия, МДж	5,95	4,0	2,16	11,38	10,63	10,95	–
Сырой протеин, г	108	66,5	16	94,8	428	196	–
Переваримый протеин, г	57	39,1	13	69	386	150	–
Лизин, г	4	32	0,6	4,1	14,2	7	–
Сырой жир, г	20	8	1	15,6	19	26	–
Сырая клетчатка, г	244	142	11	40,9	143	56	–
Сахар, г	46	14	97	53,9	47,6	57	–
Крахмал, г	9	8	4	445	15,9	323	–
Кальций, г	8,1	33	0,5	1,87	3,65	5,2	–
Фосфор, г	3,6	0,97	0,5	4,58	12,2	8,9	–
Магний, г	4,3	1.18	0,2	1,0	635	1,5	–
Калий, г	8,9	5,6	4,3	4,71	6,35	8.0	–
Сера, г	1,4	1,43	0,3	1,3	3,97	1,9	–
Железо, мг	241	71	17	19,9	17,5	81	–
Медь, мг	6,3	3,6	1	3,11	23,8	13	1000
Цинк, мг	24	12,9	7	26	47,6	34	7000
Марганец, мг	87	28	13	21	54	43	2000
Кобальт, мг	0,05	0,05	0,01	0,051	0,52	1,25	170
Йод, мг	0,16	0,094	0,09	0,287	0,84	2,0	140
Каротин, мг	30	18	–	–	–	63	5609
Витамин Е, мг	60	50	0,5	36	3	40	2500
Витамин Д, тыс. МЕ	0,3	0,09	–	–	–	3,2	320

Высокоудойные породы скота и скрещенные с ними породы требуют повышенного внимания, потому что правильное выращивание телок является основой высокого удоя.

Цель выращивания телок – это экономически выгодное получение крепких, здоровых племенных животных, кормление которых уже с рождения должно быть организовано таким образом, чтобы они, став коровами, могли потреблять большое количество объемистых кормов, необходимых для высоких удоев. Поэтому надо отходить от интенсивного выращивания, поскольку племенная телка должна получать корма, бедные энергией, но с необходимым содержанием белка, минеральных и активных веществ. Положительным является пастбищное содержание, потому что движение и солнечный свет приводят к образованию крепких мышц и костей, здоровых внутренних органов.

Но нельзя забывать о том, что телки до годовалого возраста не способны принимать столько объемистых кормов, сколько необходимо для обеспечения потребности их в питательных веществах для поддерживания жизни и прироста массы тела. Поэтому им надо давать, кроме объемистых кормов, еще 1–2,5 кг комбикорма ежедневно. В кормлении надо использовать сено хорошего качества, потому что это положительно влияет не только на поддержание здоровой ферментации в рубце, но и еще на способность рубца принимать объемистые корма, а также на образование крепких костей.

В кормлении телок надо соблюдать правильные пропорции, поэтому их нельзя кормить ни интенсивно, ни экстенсивно.

В некоторых случаях бывает на практике, что стремятся выращивать телок как можно дешевле, потому что они не дают непосредственно продукцию. Но экстенсивное кормление имеет ряд недостатков, которые нельзя исправить позже.

Учитывая вышеперечисленное, самым хорошим способом выращивания племенных телок является следующее их кормление: в начале выращивания – несколько интенсивно или нормально, а потом – нормально или несколько умеренно.

Племенная телка должна так выращиваться, чтобы она отелилась в 24–25-месячном возрасте. Это значит, что их надо кормить так, как это характерно для данного возраста.

В табл. 3.30 приведено ожидаемое потребление сухого вещества телками с разной массой тела.

Т а б л и ц а 3.30. **Ожидаемое потребление сухого вещества телками с разной массой тела**

Масса тела, кг	Потребление сухого вещества, кг (±0,5)
150	4,0
200	5,0
250	6,0
300	6,9
350	7,8
400	8,3
450	8,8
500	9,3
550	9,9
600	10,2

Необходимо помнить, что чистокровные голштино-фризские телки способны потреблять сухого вещества на 5–10 % больше, чем обычные. В их рационе должно быть как можно больше сена хорошего качества (лугового и бобового), а также сочных кормов, например, силоса из кукурузы и кормовой свеклы.

Рацион телок моложе года должен содержать 2–3 кг сена, 1–2 кг комбикорма и объемистые корма. Потребность в протеине должна удовлетворяться из натурального источника – протеина. При кормлении телок в первые шесть месяцев стельности нет надобности отдельно учитывать потребность в питательных веществах для развития плода, потому что в этот период корма лучше используются. Обеспечение минеральными веществами и витаминами должно удовлетворять нормативные требования. После шестого месяца стельности необходимо учитывать потребность в питательных веществах, идущих на развитие плода. Поэтому с этого времени, в зависимости от упитанности, может быть обоснованным скармливание 1–5 кг комбикорма в день, но непосредственно перед отелом нетелей следует кормить так, как и коров.

4. МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОСТАВЛЕНИЯ ПОЛНОЦЕННЫХ РАЦИОНОВ

4.1. Балансирование рационов по энергии и основным питательным веществам

Составление рационов кормления – процесс достаточно трудоемкий и сопряжен с большим количеством вычислений. Задача составления рациона относится к задачам на смеси. Решение ее в большинстве случаев состоит из нескольких этапов.

1. Устанавливаем потребность животного (норму) в энергии и необходимых питательных веществах, зависимую от живой массы, физиологического состояния, уровня и качества продукции.

2. Определяем структуру составляемого рациона, ориентируясь на типовой рацион с учетом наличия кормов в хозяйстве.

3. Рассчитываем количество натуральных кормов соответственно соотношению их в рационе по питательности. Желательно иметь фактические данные о питательности кормов по результатам анализов кормовой лаборатории. При отсутствии такой информации можно воспользоваться усредненными данными кормовых таблиц, имеющихся в любом справочнике по кормлению.

4. Находим поступление с кормами нормируемых факторов питания, умножив их количество на содержание этого вещества в одном килограмме натурального корма.

5. Складываем поступление каждого из факторов со всеми кормами и сопоставляем результат с потребностью.

6. Если поступление веществ с кормами соответствует норме, или отличается незначительно, то задача балансирования упраздняется. Однако чаще всего первый вариант рациона, составленного по структуре типового, не является удовлетворительным с точки зрения его соответствия норме.

7. Производим изменение количества кормов для получения удовлетворительного варианта рациона.

Допускаются незначительные отклонения по этим показателям от нормы в сторону увеличения (3–5 %). Остальные показатели не должны отличаться от нормы более чем на 10 %. Для балансирования рационов по минеральным веществам используются соответствующие минеральные добавки, имеющиеся в хозяйстве или доступные для приобретения. Основным показателем, положенным в основу определения

структуры рациона, считается обменная энергия. По этому параметру отклонение от нормы не допускается. Необходимо правильно определить норму кормления с учетом всех факторов, учитывая при этом структуру рациона, количество и набор кормов. Дефицит в рационе кальция и фосфора восполняется введением минеральных добавок (мел, диаммонийфосфат, динатрийфосфат и др.). Составляя рационы для сельскохозяйственных животных, необходимо использовать те корма, которые имеются в хозяйстве.

При составлении рационов прежде всего необходимо определить соотношение объемистых и концентрированных кормов с использованием показателя концентрации обменной энергии в сухом веществе (КОЭ), которая измеряется в МДж/кг СВ. Для этого следует правильно усреднить содержание обменной энергии и сухого вещества в объемистых кормах и концентратах с использованием средневзвешенных величин. Затем по правилу «квадрата Пирсона» найти соотношение кормов по обменной энергии. Такая методика позволит сбалансировать энергию и сухое вещество, что является основным качественным показателем рациона. Если при нормативном поступлении в организм обменной энергии наблюдается значительный избыток сухого вещества, то это свидетельствует о недостаточном уровне концентратов – невозможно получить запланированную продукцию. При этом весьма вероятно, что часть кормов съедена не будет, и затраты кормов на единицу производимой продукции возрастут. С другой стороны, при недостатке сухого вещества в рационе имеет место избыток концентратов, что приводит не только к снижению экономической эффективности производства, но и к заболеваниям животных, а также к ухудшению воспроизводительных способностей.

Для реализации предлагаемой методики можно воспользоваться информацией о структуре рационов, рекомендованной РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству» (табл. 4.1).

Подобную информацию о структуре рационов других половозрастных групп можно получить в доступных литературных источниках или из типовых рационов, рекомендованных районными и областными комитетами по сельскому хозяйству и продовольствию.

Покажем на примере рациона для коровы с удоем 5000 кг молока за лактацию, как следует уточнить соотношение объемистой и концентратной частей рациона по данным табл. 4.1. Составим рацион на 22 кг среднесуточного удоя молока жирностью 4 % для коровы живой массой 500 кг.

Вначале заполним таблицу питательности кормов по основным показателям – обменная энергия и сухое вещество (табл. 4.2).

В столбце «Соотношение объемистых кормов, %» приведено соотношение не в рационе, а внутри группы объемистых кормов. Эта информация необходима для правильного усреднения КОЭ в объемистых кормах.

Таблица 4.1. **Примерная структура кормов для коров в зависимости от уровня продуктивности на зимний период (% по питательности)**

Корма	Годовой удой, кг				
	4000–4500	4500–5000	5000–5500	5500–6000	6000 и более
Грубые, всего	35	32	29	27	24
В том числе: сено	14	14	13	13	13
сенаж	18	18	16	14	11
солома	3	–	–	–	–
силос	35	36	36	36	36
Концентраты	30	32	35	37	40

Таблица 4.2. **Информация для определения средневзвешенного значения показателя КОЭ в объемистых кормах**

Корма	Показатели				
	ОЭ, МДж	СВ, кг	КОЭ, МДж/кг, СВ	Структура рациона типового, %	Соотношение объемистых кормов, % по ОЭ
Сено	6,30	0,83	7,59	13	21
Сенаж	3,68	0,45	8,18	14	22
Силос	2,30	0,25	9,20	36	57
Концентраты	10,5	0,85	12,35	37	–

Средневзвешенное значение показателя КОЭ в объемистых кормах в нашем примере вычисляется следующим образом:

$$(7{,}59 \cdot 21 + 8{,}18 \cdot 22 + 9{,}20 \cdot 57) / 100 = 8{,}63 \text{ МДЖ/кг СВ.}$$

Значение КОЭ в концентратах (по ячменю) = 12,35 МДж/кг СВ.

Требуемая по норме КОЭ = 181 / 18,5 = 9,52 МДж/кг СВ.

Методом расчета по квадрату находим соотношение объемистых и концентрированных кормов по обменной энергии:

8,63		2,83	частей объемистых кормов
	9,52		
12,35		0,89	частей концентратов

2,83 + 0,89 = 3,72 всего частей принимаем за 100 %.

0,89 частей принимаем за *x* % – это процент концентратов, который равен 0,89 / 3,72 · 100 = 23,92 %.

Объемистые корма занимают 76,08 % по питательности (100 – 23,92).

Имеется большое количество программ по составлению рационов, в частности, в прил. 7 приводится описание программы «Конструктор рационов».

Однако, используя персональный компьютер, можно легко решить эту задачу в программе Excel. Для этого достаточно задействовать инструмент «Подбор параметра» или «Поиск решения». Продемонстрируем на примере решение задачи средствами моделирования.

Прежде всего следует определить средневзвешенное содержание сухих веществ в объемистой части рациона. Концентрация обменной энергии рассчитывается с учетом удельного веса сухого вещества каждого из кормов. Вычисление среднеарифметического значения КОЭ объемистых кормов не рекомендуется, так как может давать существенную погрешность значения этого показателя.

Такая методика не лишена недостатков. Главным образом в том, что не доказано постоянство соотношения объемистой части рационов и его соответствие типовому рациону. При наличии в хозяйстве корнеплодов они должны быть задействованы в расчетах в группе концентрированных кормов по причине высокой концентрации в них физиологически полезной энергии. Однако применение ее позволяет приблизиться к удовлетворительному варианту рациона. Отклонение от нормы по сухому веществу в пределах 1 кг для взрослых животных можно считать допустимым.

Далее необходимо обеспечить достаточное потребление протеина в соответствии с научно обоснованной нормой.

Остановимся более подробно на этом фрагменте расчетов. Рассмотрим механизм замены кормов.

Как правило, при недостатке протеина в основных кормах рациона его восполняют добавкой зерна бобовых культур или отходов маслоэкстракционного производства таких, как жмыхи и шроты. Поскольку эти корма относятся к концентратам, вводят их в рацион за счет концентратной его части. Таким образом, удается сохранить одну из основных характеристик рациона – соотношение объемистой и концентратной его частей. Это соотношение как наиважнейший фактор производства запланированного количества продукции имеет исключительно важное значение, так как обеспечивает нормативную концентрацию энергии в сухом веществе.

Концентратная часть рациона чаще всего представлена зерном злаковых культур (ячмень, овес, рожь, некоторые сорта пшеницы, кукуруза и др.), которое предварительно измельчается или подвергается другой обработке для повышения его доступности в желудочно-кишечном тракте. Некоторые приемы подготовки кормов к скармливанию незначительно повышают белковую полноценность, но чаще улучшают лишь доступность углеводной части зерна для микроорганизмов в рубце. Такая обработка практически не устраняет дефицит белка, если недостаток его значительный.

Наиболее предпочтительный метод расчета, представленный далее, основан на решении системы линейных уравнений.

Рассмотрим механизм расчета замены части кормовой муки из зерна злаков на соевый шрот, содержание переваримого протеина в котором находится на уровне 400 г в 1 кг.

Прежде всего следует определить, сколько обменной энергии остается на концентрированные корма с учетом заданной и рассчитанной нами ранее структуры рациона. Для этого надо вычесть из нормы по обменной энергии поступление ее с объемистыми кормами рациона.

Аналогичным образом определяем требуемое количество протеина, оставшееся на концентраты.

Например, остаток обменной энергии составляет 50 МДж, а протеина – 650 г. Тогда, разделив протеин на кормовые единицы, получим:

$$650 : 50 = 13.$$

Для получения такого соотношения в кормосмеси надо иметь корма с более высоким и более низким уровнем белка в расчете на кормовую единицу. Так, в ячмене эта цифра равна 8,1 (85 / 10,5), а в соевом шроте – 30,9 (400 / 12,92). Следовательно, такие ингредиенты вполне подходят для получения искомой смеси (табл. 4.3).

Т а б л и ц а 4.3. **Исходные данные для определения смеси двух кормов для балансирования рациона по протеину**

Показатели	Ячмень	Шрот	Смесь кормов
Обменная энергия, МДж	10,5	12,92	50
Переваримый протеин, г	85	400	650
Соотношение переваримого протеина и обменной энергии	8,1	30,9	13

Обозначим количество зерна ячменя через x, а количество шрота – через y.

Тогда можно определить взаимосвязи через систему линейных уравнений вида:

$$10{,}5x + 12{,}92y = 50;$$

$$85x + 400y = 650.$$

Разделив второе уравнение системы на 85 получим:

$$x + 4{,}71y = 7{,}65.$$

Откуда

$$x = 7{,}65 - 4{,}71y.$$

Подставим полученное выражение в первое уравнение системы:

$$0{,}5 \cdot 7{,}65 - 4{,}71y + 12{,}92y = 50.$$

Раскрываем скобки:

$$80{,}33 - 49{,}46y + 12{,}92y = 50.$$

Находим y:

$-49{,}46y + 12{,}92y = 50 - 80{,}33;$
$-36{,}54y = -30{,}33;$
$y = -30{,}33 / -36{,}54;$
$y = 0{,}830$ (количество шрота, кг).

Далее находим y, подставив значение x в первое уравнение:

$10{,}5x + 12{,}92 \cdot 0{,}830 = 50;$
$10{,}5x = 50 - 10{,}72;$
$10{,}5x = 39{,}28;$
$x = 39{,}28 : 10{,}5:$
$x = 3{,}74$ (количество ячменя, кг).

Для проверки корректности решения можно подставить полученные значения в исходные уравнения:

$10{,}5 \cdot 3{,}74 + 12{,}92 \cdot 0{,}830 = 50;$

$85 \cdot 3{,}74 + 400 \cdot 0{,}830 = 650.$

Из расчетов видно, что оба равенства справедливы. Таким образом, при добавлении в рацион 3,74 кг ячменя и 0,830 кг соевого шрота он будет сбалансирован как по обменной энергии, так и по переваримому протеину. Определить это можно путем подстановки в исходные уравнения значений количества кормов, как показано выше.

Такую методику можно использовать и для балансирования по сахару, например, путем изменения количества в рационе корнеплодов или патоки с одной стороны, и силоса – с другой.

4.2. Балансирование рационов средствами встроенных функций электронной таблицы

Подобные вычисления, а также вычисления систем линейных уравнений с большим количеством переменных значительно проще реализовать в любой электронной таблице. Делается это посредством умножения обращенной матрицы коэффициентов на столбец свободных членов уравнений.

Покажем на примере расчета предыдущей кормосмеси возможности использования пакета электронных таблиц Excel.

После ввода матрицы коэффициентов в блоке A1:C3 и столбца значений правой части уравнений следует использовать две встроенные функции массива, как показано на рис. 4.1.

	A	B	C	D	E	F
1	1,15	1,21	0,17	5		=МУМНОЖ(МОБР(A1:C3);D1:D3)
2	85	400	13	650		=МУМНОЖ(МОБР(A1:C3);D1:D3)
3	54	95	97	400		=МУМНОЖ(МОБР(A1:C3);D1:D3)
4						
5						
6						

Рис. 4.1

Функция МУМНОЖ возвращает произведение матриц (матрицы хранятся в массивах). Результатом является массив с таким же числом строк, как массив1, и с таким же числом столбцов, как массив2. Формат записи:

МУМНОЖ (массив1; массив2)

Количество столбцов аргумента массив1 должно быть таким же, как количество сток аргумента массив2, и оба массива должны содержать только числа. Могут быть массив1 и массив2 заданы как интервалы, массивы констант или ссылки. Если хотя бы одна ячейка в аргументах пуста или содержит текст или если число столбцов в аргументе массив1 отличается от числа строк в аргументе массив2, то функция МУМНОЖ возвращает значение ошибки #ЗНАЧ!.

Формулу в этом примере необходимо ввести как формулу массива. После ввода ее в ячейку F1 выделить диапазон F1:F3, начиная с ячейки, содержащей формулу. Нажать клавишу F2, а затем нажать клавиши CTRL+SHIFT+ENTER. Если формула не будет введена как формула массива, результат вычислений будет некорректен.

Функция МОБР возвращает обратную матрицу для матрицы, хранящейся в массиве. Формат записи:

МОБР (массив)

Аргумент массив – числовой массив с равным количеством строк и столбцов.

Массив может быть задан как диапазон ячеек, например A1:C3; как массив констант, например, в нашем случае {1,15;1,21;0,17: 85;400;13: 54;95;97}; или как имя диапазона или массива. Если какая-либо из ячеек в массиве пуста или содержит текст, то функция МОБР возвращает значение ошибки #ЗНАЧ!. МОБР также возвращает значение ошибки #ЗНАЧ!, если массив имеет неравное число строк и столбцов.

Формулы, которые возвращают массивы, должны быть введены как формулы массива.

Обратные матрицы, как и определители, обычно используются для решения систем уравнений с несколькими неизвестными. Произведение матрицы на ее обратную – это единичная матрица, т. е. квадратный массив, у которого диагональные элементы равны 1, а все остальные элементы равны нулю.

Не следует забывать о том, эту формулу необходимо ввести как формулу массива, т. е. путем выделения блока ячеек и нажатия клавиши F2, а затем – клавиш CTRL+SHIFT+ENTER. Иначе результат вычислений будет некорректен.

После правильного ввода данных и формул получим результат, изображенный далее (рис. 4.2).

	A	B	C	D	E	F
1	1,15	1,21	0,17	5		3,18266
2	85	400	13	650		0,90092
3	54	95	97	400		1,46958
4						
5						

Рис. 4.2

Значения в столбце F соответствуют решению задачи на составление кормосмеси из трех ингредиентов.

Посредством простейших вычислений с помощью встроенных функций массивов можно рассчитать и более сложные смеси. Рассмотрим смесь, состоящую из четырех ингредиентов, в которой требуется добиться необходимого соотношения между четырьмя параметрами. Для исследования возьмем те же корма и клеверо-тимофеечное сено среднего качества.

Все исходные данные занесем в электронную таблицу Excel, как и в предыдущем примере. Они займут блок B2:E5, Искомые соотношения показателей в смеси кормов занесем в блок F2:F5, формулы запишем в блок G2:G5, как показано на рис. 4.3

	A	B	C	D	E	F	G
1		Сено	Ячмень	Шрот	Свекла	Смесь	Состав
2	Корм, ед.	0,47	1,15	1,21	0,17	8	6,923
3	П. прот, г	58	85	400	13	850	3,163
4	Сахар, г	26	54	95	97	800	0,308
5	Каротин, мг	26	0	0	0	180	4,329

Рис. 4.3

На рис. 4.3 отображены результаты расчетов в столбце G. Формулы же, записанные там, имеют вид:

=МУМНОЖ(МОБР(B2:E5);F2:F5)

=МУМНОЖ(МОБР(B2:E5);F2:F5)

=МУМНОЖ(МОБР(B2:E5);F2:F5)

=МУМНОЖ(МОБР(B2:E5);F2:F5)

4.3. Построение экономико-математической модели рациона для решения средствами табличного процессора

Оптимизация рациона относится к достаточно трудоемким и сложным для понимания работниками сельского хозяйства задачам из области высшей математики. Существующие алгоритмы ее решения отличаются инвариантностью и многообразием деталей и тонкостей, изучение которых приводит в уныние даже искушенных математиков и требует длительного изучения. Опыт многолетней практики в работе со студентами неинженерных специальностей показывает, расчеты в большинстве случаев остаются без результата, и самое печальное – все это отталкивает специалистов от полезной и нужной области знаний.

Современное программное обеспечение для персонального компьютера позволяет полностью избавиться от «математической начинки» при выборе оптимального состава кормов в рационе, но ни в коей мере не снижает роль человека в управлении решением, без которого обойтись невозможно. Управлять решением должен специалист в области кормления и технологии кормов. Краеугольным камнем, определяющим успех этого дела, является хорошее понимание физиологии животных, их потребности в питательных веществах, знание особенностей кормления животных в рамках конкретных половозрастных групп с учетом фактической кормовой базы.

Исключительно важно подчеркнуть, что рассматриваемое здесь программное обеспечение окажется совершенно бесполезным для людей, далеких от понимания науки о кормлении животных. Для сведущих же в этой области знаний следует ознакомиться с вопросами составления математических моделей рационов и приемами решения их на персональном компьютере.

Прежде всего необходимо представить рацион как математическую оптимизационную модель, состоящую из системы уравнений и неравенств, подчиненную какой-либо целевой функции, записывающейся следующим образом:

$$Z\max(\min) = c_1x_1 + c_2x_2 + \ldots + c_nx_n$$

при условиях:

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \ldots + a_{1n}x_n >= b_1;$$
$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \ldots + a_{2n}x_n <= b_2;$$
$$a_{31}x_1 + a_{32}x_2 + \ldots + a_{3n}x_n >= b_3,$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$
$$a_mx_1 + a_{m2}x_2 + \ldots + a_{mn}x_n >= b_m,$$

причем, $x_1, x_2, \ldots x_n >= 0$.

Это общая форма записи оптимизационной модели. Здесь присутствуют следующие обозначения:

$x_1, x_2, \ldots x_n$ – переменные, или корни оптимизируемой системы, которые в конечном итоге и являются ее решением. Применительно к проектированию рациона – это ничто иное, как количества разных кормов в рационе;

n – количество переменных. В нашем случае – количество всех кормов в рационе (наименований);

m – количество ограничений – количество показателей питательности, которое учитывается при составлении рациона;

$a_{11}, a_{12}, \ldots a_{mn}$ – коэффициенты или качественные характеристики кормов. Имеется в виду содержание в единице корма жизненно важных питательных веществ и энергии;

$c_1, c_2, \ldots c_n$ – критерий оптимизации. В простейшем случае – это стоимость каждого корма (за единицу веса). В этом случае ставится задача получить наиболее дешевый рацион. Однако в последнее время этот критерий утратил свою значимость, так как в большинстве случаев качественный рацион экономически оправдывается прибавкой продукции. Все большее значение приобретает главный показатель качества кормления – концентрация обменной энергии в сухом веществе рациона. Задачу решают так, чтобы получить максимум концентрации энергии при заданном наборе кормов и ограничений;

$b_1, b_2, \ldots b_m$ – ограничения, которые выражают потребность животного в необходимых для обеспечения здоровья и заданного количества продукции факторах питания. Они определяются научно обоснованными нормами кормления.

Такова система основных ограничений. Они выражают условия по балансу питательных веществ. С точки зрения физиологии питания различные группы кормов должны быть в определенном соотношении. Причем каждый вид корма скармливается в допустимых пределах. А это означает, что необходимо и в модели определить нижние и верхние границы содержания отдельных видов кормов в рационе. Их нужно задать таким образом, чтобы содержание каждого вида корма могло изменяться в пределах этих границ. Такие условия описываются дополнительными ограничениями. Они имеют важное значение в формировании практического решения. Во избежание несовместности системы сумма процентов по нижней границе содержания отдельных видов кормов не должна быть меньше 100 %, а по верхней границе –

больше 100 %. Чем шире «коридор» скармливания каждого из кормовых средств, тем больше возможности для выбора наилучшего, с точки зрения поставленной цели, решения.

Дополнительные ограничения могут предоставить гораздо больше возможностей в решении задачи, чем задание нижних и верхних пределов включения кормов в рацион. Здесь можно определить и наиболее важные соотношения между группами кормов, отдельными питательными веществами, а также включить достаточно сложные формулы, регламентирующие основные параметры рациона. На следующем примере мы рассмотрим все возможные варианты решения или нерешения задач, настройку программы и разберем системные сообщения, выводимые на монитор в ходе решения.

4.4. Составление рационов с использованием надстройки «Поиск решения»

Различные аспекты оптимизации занимают важное место в бизнесе и деятельности современных организаций и предприятий. Проблемы оптимизации присутствуют в самых различных процессах: перевозка грузов, распределение ресурсов, производственных мощностей, производство товаров с различной прибыльностью, структура посевных площадей и многое другое.

В сельскохозяйственном производстве также имеют место задачи оптимизации, решение которых позволяет при одних и тех же условиях получить больше прибыли и повысить рентабельность.

Основным (наиболее часто используемым) способом решения задач оптимизации является так называемый симплекс-метод, обеспечивающий решение задач, относящихся ко всем вышеперечисленным категориям.

Универсальность применения симплекс-метода связана с самой природой таких задач, ведь оптимизация заключается в максимизации или минимизации значения какой-либо целевой функции (например, максимизации прибыли/дохода или минимизации затрат) в условиях выполнения различных ограничений (например, по количеству или стоимости доступных кормовых ресурсов).

Одним из наиболее распространенных и доступных инструментов решения задач оптимизации является программа «Поиск решения», входящая в стандартный пакет программ Microsoft Office.

4.4.1. Назначение инструмента «Поиск решения»

Программа «Поиск решения» (в оригинале Excel Solver) – дополнительная надстройка табличного процессора MS Excel, которая предназначена для решения определенных систем уравнений, линейных и нелинейных задач оптимизации, используется с 1991 г.

Разработчик программы Solver компания Frontline System уже давно специализируется на разработке мощных и удобных способов оптимизации, встроенных в среду популярных табличных процессоров разнообразных фирм-производителей (MS Excel Solver, Adobe Quattro Pro, Lotus 1-2-3). Высокая эффективность их применения объясняется интеграцией программы оптимизации и табличного бизнес-документа. Благодаря мировой популярности табличного процессора MS Excel встроенная в его среду программа Solver является наиболее распространенным инструментом для поиска оптимальных решений в сфере современного бизнеса.

Существует множество задач, решение которых может быть существенно облегчено с помощью инструмента «Поиск решения» (Solver).

Формулировка таких задач может представлять собой систему уравнений с несколькими неизвестными и набор ограничений на решения, поэтому решение задачи необходимо начинать с построения соответствующей модели, для чего нужно хорошо понимать взаимосвязи между переменными и формулами.

Хотя постановка задачи обычно представляет основную сложность, время и усилия, затраченные на подготовку модели, вполне оправданны, поскольку полученные результаты могут уберечь от излишней траты ресурсов при неправильном планировании, помогут увеличить процент прибыли за счет оптимального управления финансами или выявить наилучшее соотношение объемов производства, запасов и наименований продукции.

Перед вводом модели следует хорошо продумать организацию рабочего листа в соответствии с пригодной для поиска решения моделью.

Задачи, которые лучше всего решаются данным средством, имеют три свойства:

– имеется единственная максимизируемая или минимизируемая цель (доход, ресурсы, концентрация энергии, доля концентратов и т. д.);

– имеются ограничения, выражающиеся, как правило, в виде нера-

венств (например, объем используемого сырья не может превышать объем имеющегося сырья на складе или время работы станка за сутки не должно быть больше 24 ч минус время на обслуживание);

– имеется набор входных значений-переменных, прямо или косвенно влияющих на ограничения и на оптимизируемые величины.

Размер задачи, которую можно решить с помощью базовой версии этой программы, ограничивается такими предельными показателями:

количество неизвестных – 200;

количество формульных ограничений на неизвестные – 100;

количество предельных условий на неизвестные – 400.

Установка надстройки «Поиск решения».

Перед началом работы с надстройкой «Поиск решения» проверьте, находится ли она в составе «Активные настройки приложений» командой – Параметры –> Надстройки, если ее там нет, то выполните ее установку. После установки «Поиск решения» появляется в списке активных надстроек Excel и в меню: Данные / Поиск решения.

Надстройку «Поиск решения» можно установить двумя способами. Стандартные надстройки, такие как «Поиск решения» и «Пакет анализа» устанавливаются вместе с MS Office или MS Excel. Если при первоначальной установке стандартная надстройка не была установлена, то следует запустить процесс установки повторно. Рассмотрим установку надстройки «Поиск решения» на примере Microsoft Office 2010. В версиях 2003 и 2007 все делается аналогично.

Итак, запускаем установочный диск с пакетом приложений MS Office 2010 и выбираем опцию «Добавить или удалить компоненты».

Далее нажимаем кнопку «Продолжить», в параметрах установки находим приложение Microsoft Excel, в компонентах этого приложения находим раздел «Надстройки», выбираем надстройку «Поиск решения» и устанавливаем параметр «Запускать с моего компьютера».

Опять жмем кнопку «Продолжить» и ожидаем, пока надстройка установится.

Вызов этого окна несколько различается в зависимости от версии приложения. Подробную информацию можно найти в Интернете или в описании программы Excel, и ввиду ограниченного объема нашего пособия мы ее не приводим.

Где найти надстройку «Поиск решения» в Excel 2003/2007/2010 гг.?

После установки и подключения надстройки в Excel 2007/2010 гг. на вкладке «Данные» появляется группа «Анализ» с новой командой «Поиск решения». В Excel 2003 появляется новый пункт меню «Сер-

вис» с одноименным названием. «Поиск решения» – стандартная надстройка, существуют также и другие надстройки для Excel, служащие для добавления в MS Excel различных специальных возможностей.

Описываемые далее операции по подключению надстройки «Поиск решения» выполняются действиями, аналогичными в любой версии Excel.

Для того чтобы надстройка «Поиск решения» загружалась сразу, при запуске Excel необходимо:

– выбрать команду Параметры Excel, Надстройки (рис. 4.4);

– в диалоговом окне «Надстройки» в списке надстроек установить флажок напротив надстройки «Поиск решения» (рис. 4.4). Если в этом списке нет элемента «Поиск решения», то следует нажать кнопку «Обзор», чтобы самостоятельно найти файл Solver.XLA.

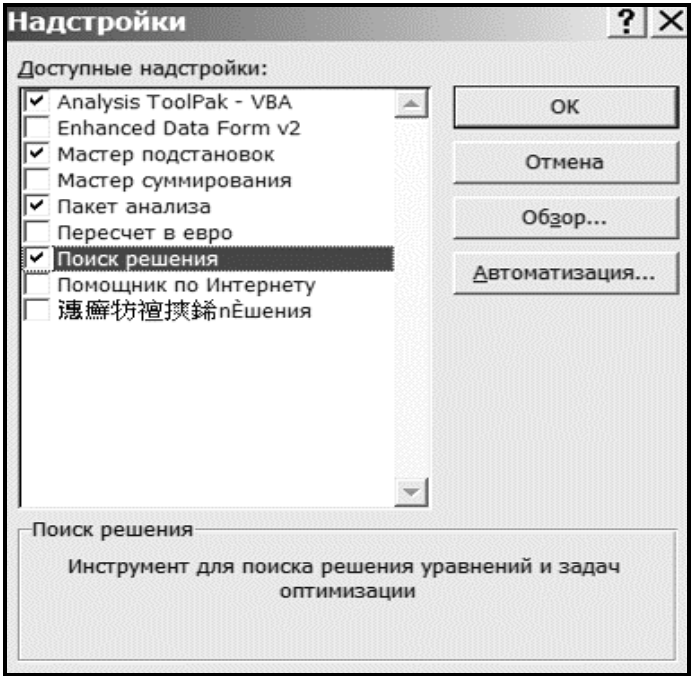


Рис. 4.4. Диалоговое окно «Надстройки»

4.4.2. Элементы диалогового окна «Поиск решения»

Установить целевую ячейку – служит для указания целевой ячейки, значение которой необходимо максимизировать, минимизировать или установить равным заданному числу. Она должна содержать формулу.

Равно – служит для выбора варианта оптимизации значения целевой ячейки (максимизация, минимизация или подбор заданного числа). Чтобы установить число, введите его в поле.

Изменяя ячейки – служит для указания ячеек, значения которых изменяются в процессе поиска решения до тех пор, пока не будут выполнены наложенные ограничения и условие оптимизации значения ячейки, указанной в поле **Установить целевую ячейку**.

Предположить – используется для автоматического поиска ячеек, влияющих на формулу, ссылка на которую дана в поле. Установить целевую ячейку. Результат поиска отображается в поле **Изменяя ячейки**.

Ограничения – служит для отображения списка граничных условий поставленной задачи.

Добавить – служит для отображения диалогового окна **Добавить ограничение**.

Изменить – служит для отображения диалогового окна **Изменить ограничение**.

Удалить – служит для снятия указанного ограничения.

Выполнить – служит для запуска поиска решения поставленной задачи.

Закрыть – служит для выхода из окна диалога без запуска поиска решения поставленной задачи. При этом сохраняются установки, сделанные в окнах диалога, появлявшихся после нажатий на кнопки **Параметры, Добавить, Изменить** или **Удалить**.

Параметры – служит для отображения диалогового окна **Параметры поиска решения**, в котором можно загрузить или сохранить оптимизируемую модель и указать предусмотренные варианты поиска решения.

Восстановить – служит для очистки полей окна диалога и восстановления значений параметров поиска решения, используемых по умолчанию.

Процедуру оптимизации необходимо настраивать особым образом для конкретной задачи оптимизации. Для оптимизации задач на смеси

и рационы настройка требуется минимальная. Для этого необходимо вызвать диалоговое окно, щелкнув мышью по кнопке «Параметры».

4.4.3. Элементы диалогового окна «Параметры»

Можно изменять условия и варианты поиска решения для линейных и нелинейных задач, а также загружать и сохранять оптимизируемые модели. Значения и состояния элементов управления, используемые по умолчанию, подходят для решения большинства задач.

Максимальное время – служит для ограничения времени, отпускаемого на поиск решения задачи. В поле можно ввести время (в секундах), не превышающее 32 767; значение 100, используемое по умолчанию, подходит для решения большинства простых задач.

Число итераций – служит для управления временем решения задачи путем ограничения числа промежуточных вычислений. В поле можно ввести время (в секундах), не превышающее 32 767; значение 100, используемое по умолчанию, подходит для решения большинства простых задач.

Точность – служит для задания точности, с которой определяется соответствие ячейки целевому значению или приближение к указанным границам. Поле должно содержать десятичную дробь от 0 (нуля) до 1. Чем больше десятичных знаков в задаваемом числе, тем выше точность, например, число 0,0001 представлено с более высокой точностью, чем 0,01.

Допустимое отклонение – служит для задания допуска на отклонение от оптимального решения, если множество значений влияющей ячейки ограничено множеством целых чисел. При указании большего допуска поиск решения заканчивается быстрее.

Сходимость – используется, когда относительное изменение значения в целевой ячейке за последние пять итераций становится меньше числа, указанного в поле Сходимость, поиск прекращается. Сходимость применяется только к нелинейным задачам, условием служит дробь из интервала от 0 (нуля) до 1. Лучшую сходимость характеризует большее количество десятичных знаков, например, 0,0001 соответствует меньшему относительному изменению по сравнению с 0,01. Лучшая сходимость требует больше времени на поиск оптимального решения.

Линейная модель – применяется для ускорения поиска решения линейной задачи оптимизации.

Показывать результаты итераций – можно использовать для приостановки поиска решения для просмотра результатов отдельных итераций.

Автоматическое масштабирование – необходимо для включения автоматической нормализации входных и выходных значений, качественно различающихся по величине, например, максимизация прибыли в процентах по отношению к вложениям, исчисляемым в миллионах рублей.

Значения не отрицательны – позволяет установить нулевую нижнюю границу для тех влияющих ячеек, для которых она не была указана в поле Ограничение диалогового окна «Добавить ограничение».

Оценка – определяет метод экстраполяции – линейная или квадратичная – используемого для получения исходных оценок значений переменных в каждом одномерном поиске. Линейная – для использования линейной экстраполяции вдоль касательного вектора. Квадратичная – для использования квадратичной экстраполяции, которая дает лучшие результаты при решении нелинейных задач.

Производные – опция предназначена для указания метода численного дифференцирования – прямые или центральные производные, которые используются для вычисления частных производных целевых и ограничивающих функций. Прямые – используется в большинстве задач, где скорость изменения ограничений относительно невысока. Центральные – используется для функций, имеющих разрывную производную. Данный способ требует больше вычислений, однако его применение может быть оправданным, если выдается сообщение о том, что получить более точное решение не удается.

Метод – служит для выбора алгоритма оптимизации – метод Ньютона или сопряженных градиентов – для указания направления поиска. Метод Ньютона – реализация квазиньютоновского метода, в котором запрашивается больше памяти, но выполняется меньше итераций, чем в методе сопряженных градиентов. Метод сопряженных градиентов – реализация метода сопряженных градиентов, в котором запрашивается меньше памяти, но выполняется больше итераций, чем в методе Ньютона. Данный метод следует использовать, если задача достаточно велика и необходимо экономить память, а также, если итерации дают слишком малое отличие в последовательных приближениях.

Загрузить модель – служит для отображения на экране диалогового окна «Загрузить модель», в котором можно задать ссылку на область ячеек, содержащих загружаемую модель.

Сохранить модель – служит для отображения на экране диалогового окна «Сохранить модель», в котором можно задать ссылку на область ячеек, предназначенную для хранения модели оптимизации. Данный вариант предусмотрен для хранения на листе более одной модели оптимизации – первая модель сохраняется автоматически.

4.4.4. Математическая модель рациона

Задача смеси (рациона) может иметь три свойства:

1. Имеется единственная максимизируемая или минимизируемая цель (доход, стоимость рациона, сумма отклонений от нормы кормления по разным факторам питания, концентрация обменной энергии в единице сухого вещества).

2. Имеются ограничения, выражающиеся, как правило, в виде неравенств, например, объем используемого сырья (количество кормов и добавок) не может превышать объем имеющегося сырья на складе (количество имеющихся в хозяйстве кормовых средств).

3. Имеется набор входных значений переменных, прямо или косвенно влияющих на ограничения и на оптимизируемые величины (физиологически обоснованная приблизительная структура рациона).

В модели минимизируется сумма переменных отклонений (как недостаток, так и избыток) потребления жизненно важных элементов питания с учетом коэффициентов их значимости. Значимость элементов питания связана с особенностями физиологии пищеварения жвачных животных и, по существу, косвенно определяет потенциальное недополучение продукции на единицу отклонения того или иного показателя от значения, рекомендованного научно обоснованными нормами. В этом и заключается основная цель решения модели.

Но при этом необходимо найти и самое эффективное с точки зрения экономики решение. Поэтому второй по значимости целью решения является минимизация стоимости рациона.

Минимизировать:

$$Z = \sum_{i=1}^{n} \mu_i \{(m_i - b_i) + (v_i - b_i)\} + \sum_{j=1}^{m} c_j x_j \to \min ,$$

где Z – целевая функция;

b_i – норма кормления по i-му показателю питательности;

u_i – переменная недостатка i-го показателя питательности;

v_i – переменная избытка i-го показателя питательности;

μ_i – коэффициент значимости i-го показателя питательности;

n – количество оптимизируемых показателей;

m – количество доступных для оптимизации кормов;

c_j – стоимость единицы j-го корма;

x_j – количество в рационе j-го корма;

i – количество оптимизируемых показателей;

j – количество кормов, используемых в рационе.

Следует указать, что количество оптимизируемых показателей не обязательно совпадает с общим количеством балансируемых элементов питания. Как правило, в реальных моделях их значительно меньше, поскольку некоторые элементы питания не оптимизируются, а балансируются путем введения дополнительных кормовых ресурсов. К ним относятся соли микро- и макроэлементов, витамины и др. В оптимизируемую модель включаются основные параметры питания, влияющие непосредственно на соотношение кормов в рационе.

Формируя систему ограничений, следует учитывать:

1) что фактическое потребление сухого вещества рационов молочных коров в начальный период лактации существенно отличается от рекомендуемого научно обоснованными нормами кормления. Для коров живой массой 500 кг и продуктивностью 5000 кг молока за лактацию недостаток СВ может достигать 1,6–5,7 кг в сутки в первые 6–8 недель после отела;

2) концентрация обменной энергии в СВ рациона за указанный период теоретически должна быть повышена до уровня 11–13 МДж/кг СВ, а в начале второй недели – до 14,7 МДж/кг СВ, что никоим образом не может быть реализовано на практике, так как требует смещения соотношения кормов в сторону концентратной части до 80 % по сухому веществу. Практически этот показатель не должен превышать 50 %. По этой причине в первые 6–8 недель лактации может быть отрицательный баланс энергии, что приводит к потере живой массы;

3) в середине лактации (18–20 недели) при суточной продуктивности до 17 кг молока и высоком качестве сочных и грубых кормов необходимость включения концентратов для удовлетворения энергетической потребности животных отсутствует. Незначительное их ко-

личество (до 20 % по СВ) вводится для удовлетворения в белке, минеральных веществах и витаминах;

4) для составления рациона, обеспечивающего максимальное удовлетворение потребностей животных в энергии и питательных веществах, необходимо определять реальное потребление сухого вещества кормов и далее использовать оптимизационную компьютерную технологию, обеспечивающую решение указанной задачи.

4.4.5. Решение математической модели рациона

Для решения задачи с помощью надстройки «Поиск решения» прежде всего следует подготовить рабочий лист MS Excel, корректно разместить на нем все исходные данные, грамотно ввести необходимые формулы для целевой функции и для других зависимостей, выбрать место для значений переменных. Правильно ввести все ограничения, переменные, целевую функцию и другие значения в окно «Поиск решения».

Для создания электронной модели использовался набор таблиц, содержащих информацию о потребности коров в энергии и питательных веществах, химическом составе используемых кормов и сводной таблицы, содержащей все необходимые формулы и взаимосвязи для формирования исходной матрицы модели. При запуске процедуры решения матрица используется в качестве входной информации математического модуля.

4.4.6. Пример составления рациона посредством программы «Поиск решения»

Составим рацион кормления для лактирующей коровы в период раздоя при продуктивности 32 кг молока в сутки. Масса коровы – 600 кг. Ожидаемый надой – 6800–7000 кг молока за лактацию. Для наглядности упростим модель и составим рацион по основным показателям – обменной энергии, сухому веществу и сырому протеину. При необходимости можно расширить модель, при этом принцип ее создания и решения не изменится.

Исходный вид модели рациона представлен на рис. 4.5.

	A	B	C	D	E	F
1						
2	Показатели	Силос	Сенаж	Зерносмесь	Шрот	Норма
3	ОЭ, МДж	3,1	3,9	11,5	12,5	250
4	СВ, Кг	0,3	0,42	0,85	0,9	22
5	СП, г	32	48	160	430	3700
6	КОЭ, МДж/Кг СВ	=B3/B4	=C3/C4	=D3/D4	=E3/E4	=F3/F4
7	**Количество, кг**	**1**	**1**	**1**	**1**	
8	ОЭ, МДж	=B3*B$7	=C3*C$7	=D3*D$7	=E3*E$7	=СУММ(B8:E8)
9	СВ, Кг	=B4*B$7	=C4*C$7	=D4*D$7	=E4*E$7	=СУММ(B9:E9)
10	СП, г	=B5*B$7	=C5*C$7	=D5*D$7	=E5*E$7	=СУММ(B10:E10)
11	Структура, %	=B8/$F$8*100	=C8/$F$8*100	=D8/$F$8*100	=E8/$F$8*100	=СУММ(B11:E11)
12	Мин, кг	10	10	0	0	
13	Макс, кг	25	30	10	3	
14	Концентраты, кг	=D7+E7				

Рис. 4.5. Исходный вид модели в электронной таблице
(отображены формулы)

Вначале создаем зону данных в диапазоне ячеек A2:F5. По столбцам занесена информация о питательности кормов, включая их названия. Все показатели приведены в расчете на 1 кг натурального корма. Следует выдерживать размерность параметров модели – использовать одинаковые единицы измерения во всех ее частях. В строке 6 рассчитываем концентрацию обменной энергии в сухом веществе кормов (КОЭ) путем деления первого на второе. Затем рассчитываем КОЭ по норме в столбце F.

В строку 7 вводим ключевые ячейки (ячейки решения), где будут отображаться количества кормов в рационе при его оптимизации. Вначале записываем в них значение 1 для контроля за правильностью сборки модели.

Зона формул отображается в диапазоне A8:F10. Для удобства ввода используем интеллектуальное копирование ячейки B8 с предварительной фиксацией в формуле ячейки B7. Формула задана как =B3×B$7. Теперь при копировании вниз по строкам эта ячейка изменяться не будет, а при копировании вправо по столбцам будет изменяться только символ столбца, но не строки. Рекомендуем пользоваться именно таким приемом ввода формул, так как он не только ускоряет работу, но и позволяет избежать ошибок ввода.

Столбец F содержит суммы по каждому из показателей питательности. Так, ячейка F8 содержит сумму обменной энергии в рационе, а ячейки F9 и F10 – сухое вещество и сырой протеин соответственно.

В нижней части модели рассчитана структура рациона по обменной энергии в процентах (строка 11), а также определены две строки ограничений по кормам. В строке 12 задается минимум на скармливание того или иного корма, а в строке 13 – максимум. И последний фрагмент модели – ячейка B14 содержит сумму концентрированных кормов, которая будет определена как целевая ячейка, решаемая на минимум. Количество концентратов в рационе необходимо минимизировать.

Для отображения значений вместо формул необходимо войти в меню – и на вкладке снять флажок . После этого отобразится результат вычислений во всех ячейках листа, где записаны формулы (рис. 4.6).

	A	B	C	D	E	F
1						
2	Показатели	Силос	Сенаж	Зерносмесь	Шрот	Норма
3	ОЭ, МДж	3,10	3,90	11,50	12,50	250,00
4	СВ, Кг	0,30	0,42	0,85	0,90	22,00
5	СП, г	32	48	160	430	3700
6	КОЭ, МДж/Кг СВ	10,33	9,29	13,53	13,89	11,36
7	**Количество, кг**	**1,00**	**1,00**	**1,00**	**1,00**	
8	ОЭ, МДж	3,10	3,90	11,50	12,50	31,00
9	СВ, Кг	0,30	0,42	0,85	0,90	2,47
10	СП, г	32	48	160	430	670
11	Структура, %	10	13	37	40	100
12	Мин, кг	10,00	10,00	0,00	0,00	
13	Макс, кг	25	30	10	3	
14	Концентраты, кг	2,00				

Рис. 4.6. Исходный вид модели в электронной таблице (отображены значения)

Исходный вид модели – это состояние модели до начала расчетов. Здесь задано количество кормовых ресурсов, равное 1 кг для каждого ресурса. Это сделано для того, чтобы можно было визуально проконтролировать корректность определения модели. Значения в формульной части совпадают со значениями в таблице питательности кормов, так как количество кормов равно единице.

При таком количестве кормов, естественно, поступление питательных веществ и энергии не соответствует норме. Количество энергии, сухих веществ и протеина составляет 31 МДж, 2,47 кг и 670 г при потребности 250 МДж, 22 кг и 3 700 г.

Теперь необходимо изменять значения ключевых ячеек в диапазоне B7:E7 таким образом, чтобы содержание в рационе нормируемых показателей соответствовало норме кормления. Можно попытаться вручную подобрать соответствующие количества кормов, но в реальных (полномерных) моделях с большим количеством переменных и ограничений это невозможно. Поэтому привлекаем для решения задачи надстройку «Поиск решения».

Вызываем диалоговое окно программы «Поиск решения» (рис. 4.7).

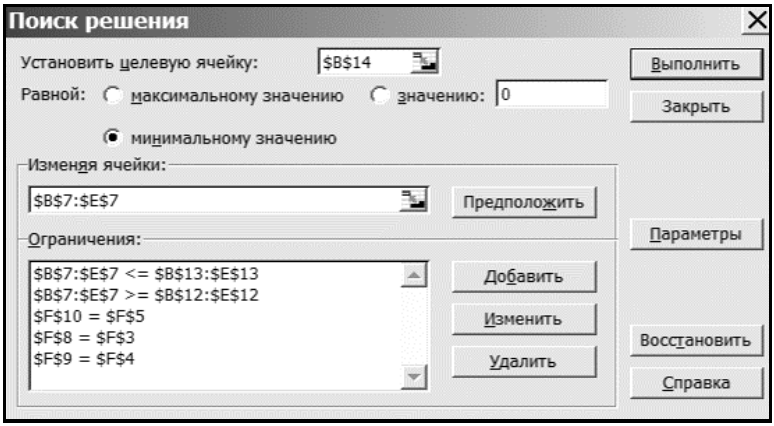


Рис. 4.7. Диалоговое окно программы «Поиск решения»

Рассмотрим последовательность работы с программой. Вначале определяем целевую ячейку B14. Здесь содержится формула для расчета суммы концентрированных кормов в рационе. Эту ячейку устанавливаем на минимальное значение. Программа должна составлять рацион так, чтобы обойтись наименьшим возможным количеством концентратов.

Переходим к элементу управления . Следует указать блок ячеек, где находятся значения количества кормов. Указываем B$7:E$7.

Переходим к блоку управления ограничениями. Сюда можно добавить до 100 ограничений. Для этого запрограммированы 3 кнопки: , , . Щелкнув мышкой по кнопке вызываем диалог добавления ограничения (рис. 4.8).

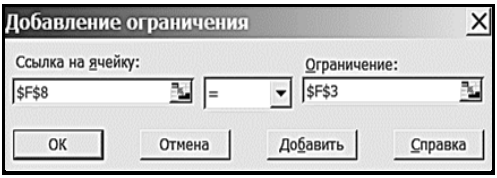


Рис. 4.8. Диалоговое окно добавления ограничения

Окно диалога включает три поля ввода: и . Ссылка на ячейку содержит адрес ячейки или блока ячеек, значения в которых необходимо получить адекватно тому, что задано в окне ограничения. Эти поля представлены объектом ***RefEdit*** – конструкция, позволяющая вводить адреса ячеек или блоков ячеек простым щелчком мышки на них, что исключительно удобно и предотвращает возможность ошибки. На рис. 4.7 показано, что ячейка $F$8 должна быть равна ячейке $F$3. Выбор оператора осуществляется из списка. Нажатие кнопки добавляет ограничение в список ограничений, а кнопка прекращает процедуру задания ограничения.

Кнопки и производят одноименное действие над выбранным в списке ограничением.

В нашем примере первые два ограничения в списке ограничений определяют минимальную и максимальную границы скармливания кормов. Эти ограничения множественные, так как включают по 4 ячейки каждое – по количеству кормов. Третье ограничение – по протеину, четвертое – по обменной энергии и пятое – по сухому веществу.

Следующим шагом в работе с программой необходимо вызвать диалоговое окно «Параметры поиска решения» (рис. 4.9).

Рис. 4.9. Диалоговое окно «Параметры поиска решения»

В нашей задаче требуется самая простая настройка параметров поиска. Достаточно установить свойство «Неотрицательные значения». Все остальные параметры для нашего примера не влияют существенно на результат. Установив данное свойство, следует щелкнуть кнопку для возврата в главный диалог программы.

Остается щелкнуть кнопку для запуска процедуры оптимизации. Расчет занимает не более 1 с, после чего будет выведено сообщение «Решение найдено. Все ограничения и условия оптимальности выполнены». Результат приведен на рис. 4.10.

	A	B	C	D	E	F
1						
2	Показатели	Силос	Сенаж	Зерносмесь	Шрот	Норма
3	ОЭ, МДж	3,10	3,90	11,50	12,50	250,00
4	СВ, Кг	0,30	0,42	0,85	0,90	22,00
5	СП, г	32	48	160	430	3700
6	КОЭ, МДж/Кг СВ	10,33	9,29	13,53	13,89	11,36
7	**Количество, кг**	**25,00**	**13,70**	**7,87**	**2,29**	
8	ОЭ, МДж	77,50	53,43	90,48	28,59	250,00
9	СВ, Кг	7,50	5,75	6,69	2,06	22,00
10	СП, г	800	658	1259	984	3700
11	Структура, %	31	21	36	11	100
12	Мин, кг	10,00	10,00	0,00	0,00	
13	Макс, кг	25	30	10	3	
14	Концентраты, кг	10,16				

Рис. 4.10. Результат решения модели оптимизации

Рацион включает 25 кг силоса (31 %), 13,7 кг сенажа (21 %), 7,87 кг зерносмеси (36 %), 2,29 кг шрота (11 %). При этом общее потребление обменной энергии, сухого вещества, и сырого протеина соответствует потребности животных по норме кормления. Концентраты занимают 47 % по питательности. И это минимальное их количество для нашего варианта, так как концентрация энергии в сухом веществе поддерживается на уровне 11,36 МДж/кг. Из всех ограничений на количества кормов (дополнительная система ограничений) реально сработало только первое – по силосу. Его максимальная граница скармливания установлена на 25 кг, и эта цифра достигнута в рационе. Таким образом, это ограничение считается лимитирующим. Увеличив его до 30 кг, мы позволяем оптимизатору снизить долю концентратов до 35 %. Но такой рацион уже находится на границе физиологически обусловленного кормления коров – слишком много силоса может

привести к снижению pH рубцового содержимого и создать предпосылки возникновения ацидоза.

Таким образом, управляя ограничениями на содержание различных ингредиентов в рационе, мы снижаем его математическую эффективность, но сохраняем адекватность кормления в условиях производства.

4.4.7. Анализ качества составленного рациона

Стандартный анализ – проводится средствами процедуры «Поиск решения». При этом автоматически создается 3 типа отчета.

Развернутый анализ – проводится средствами разработанной нами программы «Динамический параметрический анализ» (ДПА).

При необходимости может быть проведен анализ решения задачи оптимизации: добавляют представление решения в виде графиков или диаграмм.

Стандартное средство анализа включает генерацию отчетов трех типов: «Результаты», «Устойчивость», «Пределы».

Тип отчета выбирается по окончании поиска решения в окне **Результаты поиска решения** в списке **Тип отчета** (можно выбрать сразу два или три типа).

Отчет типа **Результаты** содержит окончательные значения параметров задачи целевой функции и ограничений.

Отчет типа **Устойчивость** показывает результаты малых изменений параметров поиска решения.

Отчет типа **Пределы** показывает изменения решения при поочередной максимизации и минимизации каждой переменной при неизменных других переменных.

Отчет по результатам состоит из трех таблиц:

1. Целевая ячейка.
2. Изменяемые ячейки.
3. Ограничения.

В таблице «Целевая ячейка» приводятся адрес, исходное и результатное значение целевой функции.

В таблице «Изменяемые ячейки» находятся адреса, идентификаторы и значения всех искомых переменных задачи.

В таблице «Ограничения» показаны результаты оптимального решения для ограничений задачи. В графе «Формула» указаны зависимости, которые были введены в диалоговом окне «Поиск

решения». Здесь приводятся значения левых частей каждого ограничения задачи ЛП; разница между значениями правых и левых частей по каждому ограничению. Исходя из экономического смысла, каждая разница представляет собой разность между запасами соответствующего ресурса и его потреблением.

Отчет по устойчивости содержит информацию о том, насколько целевая ячейка чувствительна к изменениям ограничений и переменных. Этот отчет имеет две таблицы: одна для изменяемых ячеек, вторая для ограничений.

В таблице «Изменяемые ячейки», графа «Нормированная стоимость» содержит значения дополнительных двойственных переменных, показывающих возможности изменения целевой функции.

Графа «Целевой коэффициент» показывает степень зависимости между изменяемой и целевой ячейками, т. е. коэффициенты целевой функции.

Графы «Допустимое увеличение» – «Допустимое уменьшение» показывают предельные значения приращения коэффициентов в целевой функции, при которых сохраняется оптимальное решение.

В таблице «Ограничения» в графе «Теневая цена» приведены двойственные оценки, которые показывают, как изменится максимальное значение целевой функция при изменении запаса ресурса на единицу.

В графах «Допустимое увеличение» – «Допустимое уменьшение», показаны предельные значения изменения запаса каждого ресурса, при которых сохраняется набор переменных, входящих в оптимальное решение.

Пользуясь отчетом по устойчивости, можно провести анализ решения задачи линейного программирования, основанный на двойственных оценках, а именно:

- проводить анализ чувствительности коэффициентов целевой функции к изменению исходных данных;
- определить степень дефицитности ресурсов;
- установить, как изменится максимальное значение целевой функции при разном запасе ресурсов на единицу.

В таблице «Изменяемые ячейки» приведены результирующие значения для каждой переменной, а в графе «Нормированная стоимость» приведены значения, показывающие, насколько затраты по производству превышают цену реализации этого вида продукции.

В таблице «Изменяемые ячейки» для каждого коэффициента целевой функции указано его исходное значение, а также, на какое предельное значение можно увеличить либо уменьшить этот коэффициент с сохранением оптимального плана.

В таблице «Ограничения» для каждого вида ресурса указано, какое количество его используется в оптимальном плане (графа «Результирующее значение»), а в графе «Теневая цена» приведены двойственные оценки ресурсов. В литературе эти оценки называют «скрытыми доходами», «маргинальными оценками», «разрешающими множителями» или «объективно обусловленными оценками». Эти оценки показывают, на сколько денежных единиц изменится максимальная прибыль от реализации продукции при изменении запаса соответствующего ресурса на одну единицу.

Ресурс, использованный в оптимальном плане не полностью, называется недефицитным и получает нулевую двойственную оценку в отличие от ресурсов, использованных полностью.

В этой же таблице указано для каждого вида ресурса его исходное значение (графа «Ограничение Правая часть»), а также, на какое предельное значение можно увеличить или уменьшить запас каждого ресурса, с сохранением структуры оптимального плана.

Отчет по пределам. В лист этого отчета, кроме экстремального значения целевой функции, для оптимального плана в графах «Нижний предел» и «Верхний предел» приведены возможные предельные значения переменных, а также соответствующие значения целевой функции.

Развернутый анализ по программе «Динамический параметрический анализ» в нашем пособии не рассматривается.

4.4.8. Методика включения искусственных ресурсов

На рынке программ, предназначенных для решения экономико-математических моделей, а в частности, задач оптимизации, особого внимания заслуживают продукты американской компании Front-line, являющейся лидером этого направления. Косвенным доказательством является тот факт, что корпорация Microsoft включила в свой знаменитый пакет Microsoft Office процедуру Solver, являющуюся мощным инструментом для поиска решений в области задач линейного и нелинейного программирования. Процедура поиска оформлена в виде так называемой надстройки программы Excel. На кафедре кормления сельскохозяйственных животных эта программа используется для про-

ектирования рационов животных, выбора оптимального соотношения ингредиентов при составлении рецептов комбикормов, премиксов, смесей. В учебном процессе программа используется студентами зооинженерного факультета в расчетах курсовой работы по кормлению сельскохозяйственных животных и специально изучается в рамках дисциплины «Основы проектирования на персональных ЭВМ».

При решении задач оптимизации стандартной программой Solver одной из основных трудностей является отсутствие очевидного метода анализа модели в случаях невязок решения. Если система ограничений несовместна – выводится сообщение «Задача не имеет решения» и предлагается сохранить результаты счета последней итерации или вернуться к первоначальному образу. Такая проблема возникает весьма часто, поскольку, как правило, заранее неизвестно, какова область определения значений переменных и где находятся границы ограничений, позволяющие получить хотя бы одно решение, удовлетворяющее всем заданным условиям. Кроме того, в большинстве случаев модель рациона задается в заранее неблагоприятных с точки зрения решения пропорциях. Это означает, что количество кормов и добавок, задействованных в решении, меньше, чем количество ограничений, налагаемых на систему. Программе «трудно» найти одно или несколько решений, не говоря о выборе наилучшего. Тогда для выяснения факта существования решения необходим дополнительный анализ, который вряд ли относится к разряду простых математических методик.

Средства отладки и пошагового выполнения итераций, встроенные в программу, не имеют достаточной гибкости и затруднительны в изучении неискушенными пользователями.

Общепринятые методы поиска решения путем приближения через систему дополнительных ограничений мало эффективны и требуют значительных затрат времени. По этому показателю такой способ приближается к основной рутинной операции – вводу исходных данных– и существенно снижает эффективность метода в целом.

Предлагаемая методика позволяет в большинстве случаев устранить проблемы трудно решаемых задач. Ее сущность заключается в следующем. В модель вводятся дополнительные искусственные ресурсы (несуществующие кормовые средства), имеющие собственные качественные характеристики (факторы питательности). Каждый из этих ресурсов содержит по одному показателю. Все остальные, учитываемые в рационе показатели равны нулю. Например, ресурс, содержащий единственное питательное вещество (сырой протеин) назовем «Белок».

Название значения не имеет и должно лишь отражать содержание ресурса. Содержание здесь протеина больше нуля, причем само значение может быть выбрано произвольно, а размерность его должна совпадать с одноименным параметром в остальных кормах и добавках, задействованных в составлении рациона. Аналогично вводятся ресурсы на все параметры, оптимизируемые в модели. Например, ресурс «Сахар» содержит единственное питательное вещество сахар, а ресурс «Каротин» – каротин. Наименования ресурсов, как уже отмечалось, значения не имеют, а показатели соответствуют таковым в матрице ограничений.

Каждому из искусственных ресурсов присваивается дополнительная характеристика, которую условно можно принять за отрицательную (негативную) категорию. Основные (реальные) кормовые средства также получают негативную категорию, но значительно меньшую количественно, нежели искусственно заданные ресурсы. Разница должна быть на порядок больше. Далее, при определении параметров решения модели, сумма этих характеристик будет целевой функцией, установленной на минимум. Отсюда ясно, что программа оптимизации будет стремиться избавиться от ресурсов, наделенных высокой отрицательной категорией, и будет включать их только в том случае, когда при заданной системе ограничений невозможно получить решение за счет только основных ресурсов. Иными словами, программа составляет рацион из натуральных кормовых средств, если это возможно, так как отдает им предпочтение. Если же решение отсутствует, вводятся искусственные ресурсы в дополнение к основным кормам, но в минимально возможных количествах.

Например, в рационе, составляемом из основных кормов, недостаточно сырого протеина. Максимум возможного его количества программа использует из этих кормов, а дефицит восполнит, включив ресурс «Белок» в том количестве, которое требуется для удовлетворения системы ограничений модели.

В такой ситуации нас не интересует количество задействованного искусственного ресурса, но регистрация востребованного количества показателя этого ресурса, безусловно, представляет интерес, так как является ни чем иным, как количеством недостающего в рационе питательного компонента – в данном случае сырого протеина.

Такая методика позволяет избежать невязок решения в большинстве случаев, связанных с системой ограничений в модели оптимизируемой кормосмеси или рациона. В противном случае, если система не

сможет найти ни единого удовлетворительного решения, произойдет ее останов на последней итерации в алгоритме приближения. Тогда информации, предоставленной пользователю, окажется недостаточно для выяснения причины, по которой произошел останов.

Рассмотрим конкретный пример оптимизации рациона кормления с привлечением искусственных ресурсов. Начнем с простейшего варианта определения смеси из двух кормов по двум показателям – кормовым единицам и сырому протеину. Возьмем два корма, заведомо дефицитные по белку, а также искусственный ресурс «Белок» и определим модель в электронной таблице Excel в соответствии с правилами записи моделей в этой программе для ее решения процедурой Solver. Здесь блок ячеек B4:D6 содержит информацию о питательности всех используемых кормов. Искусственный ресурс «Белок» не содержит кормовых единиц, но имеет одну единицу протеина. Отрицательная категория его равна 10, тогда как это качество в зерне ячменя и силосе в десять раз меньше (рис. 4.11).

Блок B10:D12 содержит формулы, связывающие искомые ячейки (B8:D8) с качественными характеристиками кормов.

Так, ячейки B10:B12 Содержат формулы:

=B4*B$8 =C4*C8 =D4*D$8
=B5*B$8 =C5*C8 =D5*D$8
=B6*B$8 =C6*C8 =D6*D$8

На рис. 4.11 показан фрагмент электронной таблицы с результатом вычислений по программе Solver.

	A	B	C	D	E	F	G
1	**Пример определения соотношения кормов с**						
2	**привлечением искссственного ресурса "Белок"**						
3		Силос	Ячмень	***Белок***			
4	К.ед	0,2	1,15	***0***			
5	П.прот, г	14	85	***1***			
6	Категория	1	1	***10***			
7							
8	Колич, кг	22,75	3,00	***227***	ИТОГО	ТРЕБ	+-
9							
10	К.ед	4,55	3,45	***0,00***	8,00	8,00	0,00
11	П.прот, г	319	255	***227***	800	800	0,00
12	Категория	23	3	***2265***	2291		

Рис. 4.11. Простейшая модель оптимизируемой кормосмеси

Блок E10:E12 содержит функции вычисления суммарных значений показателей кормосмеси:

=СУММ(B10:D10) =СУММ(B11:D11) =СУММ(B12:D12)

Задача решается на минимум, что видно из конструкции **Установить целевую ячейку**. По адресу E12 записана сумма негативных категорий, а переключатель находится в положении, соответствующем минимальному значению.

Количество зерна не должно превышать 3 кг. Для этого введено дополнительное ограничение

$C$8 <= 3

После запуска расчетной процедуры кнопкой , решение было найдено и его результаты отображены на рис. 4.12. Программа ввела 227 единиц искусственного ресурса «Белок», так как набрать достаточного количества протеина за счет представленных кормов было невозможно. Зерно ячменя выбрано по максимуму, так как этот корм имеет высокую концентрацию энергии, содержание в нем кормовых единиц составляет 1,15. Если не установить ограничение, то программа отдаст ему предпочтение, так как при одинаковой негативной категории этого ресурса можно взять значительно меньше, чем силоса. Ресурс «Белок» был использован в количестве, минимально достаточном для достижения требуемого соотношения протеина и энергии. Цифра 227 показывает, сколько не хватает протеина в двух кормах, для получения этого соотношения (рис. 4.12).

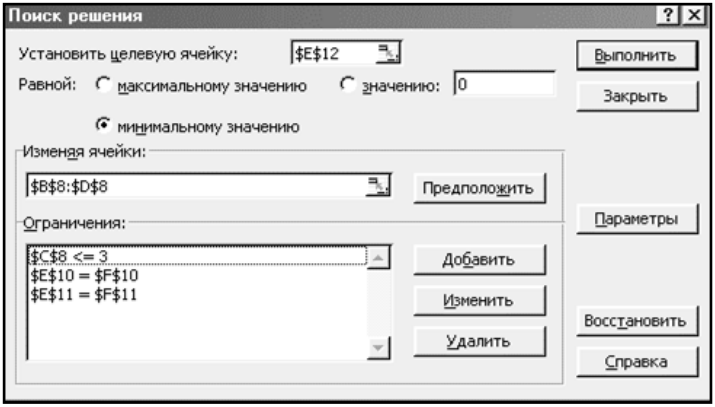


Рис. 4.12. Диалоговое окно процедуры поиска решения

При попытке решить эту же самую модель, но без ввода искусственного ресурса, результат получается несуразный. Программа пытается либо взять отрицательное количество одного из кормов, что в принципе противоестественно, либо выводит сообщение об отсутствии решения и показывает последнюю итерацию, на которой произошел останов. Во втором случае значение ячменя равно 6,96 кг, а силоса – 0 кг. Переваримого протеина не хватает 208,7 грамма.

Еще одним бесспорным преимуществом предлагаемой методики можно считать тот факт, что при получении решения, становится доступной опция распечатки отчета в диалоговом окне **Результаты поиска решения**. Здесь можно получить три варианта отчета:

1. Результаты.
2. Устойчивость.
3. Пределы.

Эти опции служат для указания типа отчета, размещаемого на отдельном листе книги.

Результаты. Используется для создания отчета, состоящего из целевой ячейки и списка влияющих ячеек модели, их исходных и конечных значений, а также формул ограничений и дополнительных сведений о наложенных ограничениях. При решении больших моделей часто удобней просмотреть отчет о решении, нежели листать скроллингом окно с заданными ограничениями основного диалога программы.

Устойчивость. Используется для создания отчета, содержащего сведения о чувствительности решения к малым изменениям в формуле (поле Установить целевую ячейку, диалоговое окно Поиск решения) или в формулах ограничений. Такой отчет не создается для моделей, значения в которых ограничены множеством целых чисел. В случае нелинейных моделей отчет содержит данные для градиентов и множителей Лагранжа. В отчет по нелинейным моделям включаются ограниченные затраты, фиктивные цены, объективный коэффициент (с некоторым допуском), а также диапазоны ограничений справа.

Пределы (Ограничения). Используется для создания отчета, состоящего из целевой ячейки и списка влияющих ячеек модели, их значений, а также нижних и верхних границ. Такой отчет не создается для моделей, значения в которых ограничены множеством целых чисел. Нижним пределом является наименьшее значение, которое может содержать влияющая ячейка, в то время как значения остальных влияющих ячеек фиксированы и удовлетворяют наложенным ограничениям. Следовательно, верхним пределом называется наибольшее значение. В том случае, когда решение не получено, выводится сообщение «Поиск не может найти подходящего решения», и тогда вывод отчета становится невозможным.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Химический состав и питательность кормов

Показатели	ОКЕ	ОЭ, МДж	СВ, г	СП, г	РП, г	СЖ, г	СКл, г	Крл, г	Сахар, г	БЭВ, г	Са, г	Р, г
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ЗМ кукуруза молочной спелости	0,22	2,31	219	25,2	13,4	6,3	49,6	18,5	33,5	89,3	0,82	0,89
ЗМ кукуруза молочно-восковой спелости	0,26	2,59	261	25,3	16,6	7,9	62,3	36,5	49,3	148	1,10	0,72
ЗМ кукуруза восковой спелости	0,30	3,39	341	26,4	14,1	9,6	84,6	89,6	48,0	197	2,4	1,0
ЗМ кукурузные початки в обертке (восковая спелость)	0,54	5,73	449	62,6	43,0	11,1	42,0	254	63,2	322	1,7	1,32
ЗМ тимофеевка (колошение)	0,17	1,98	228	34,8	28,2	7,1	76,9	5,3	35,2	99,8	1,24	0,89
ЗМ тимофеевка (начало цветения)	0,16	2,44	282	35,2	26,9	7,4	95,2	4,1	18,6	138	0,97	0,52
ЗМ тимофеевка (конец цветения)	0,19	2,8	307	37,2	27,3	9,63	93,7	7,08	41,5	161	3,28	1,31
ЗМ овсяница луговая (колошение)	0,15	1,85	225	21,2	17,3	6,1	79,0	4,2	12,6	94,3	0,9	0,6
ЗМ овсяница луговая (цветение)	0,16	1,87	246	22,2	19,5	8,29	81,9	4,15	31,5	101	0,9	0,74
ЗМ ежа сборная (цветение)	0,16	2,4	263	35,2	30,7	9,2	80,1	5,01	18,2	125	1,8	0,8
ЗМ ежа сборная (колошение)	0,15	2,14	229	50,3	46,3	7,4	66,5	3,89	4,6	95,3	1,4	0,7
ЗМ кострец безостый (начало цветения)	0,14	2,15	249	37,6	30,2	6,42	84,7	4,18	17,5	113	1,6	0,7
ЗМ кострец безостый (цветение)	0,15	2,42	289	34,3	29,5	7,9	103	5,21	22,1	135	2,00	0,8

Продолжение прил. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ЗМ рожь озимая (выход в трубку)	0,14	1,45	162	26,8	20,8	5,4	48,3	4,87	13,6	77,5	1,30	0,71
ЗМ рожь озимая (колошение)	0,18	1,97	193	29,7	24,1	6,77	60,3	4,20	13,0	86,0	1,00	0,97
ЗМ рожь озимая (начало цветения)	0,17	1,98	217	28,9	22,5	7,6	66,3	6,98	12,5	101	0,9	0,7
ЗМ овес (выбрасывание метелки)	0,14	1,51	176	21,3	17,6	4,1	46,9	2,30	31,6	89,1	1,60	0,93
ЗМ овес (налив зерна)	0,18	2,06	241	24,2	19,5	4,2	79,8	14,5	32,6	115	2,30	1,20
ЗМ мятлик луговой	0,17	2,63	300	57,5	47,6	3,6	99,2	5,2	11,9	123	1,95	1,05
ЗМ лисохвост луговой	0,19	2,12	233	33,4	28,7	4,4	71,4	4,6	12,3	108	1,6	0,7
ЗМ пайза (начало цветения)	0,15	1,99	231	40,4	34,8	2,1	79	18,4	6,7	95,3	1,7	0,8
ЗМ райграс (колошение)	0,10	1,53	164	35,3	29,2	3,9	67	6,3	14,8	53,8	1,1	0,7
Разнотравье	0,14	1,8	176	29,4	22,5	6,1	40,0	5,4	16,5	75,3	1,6	0,6
Трава пастбищная	0,24	3,46	368	42,1	30,8	8,5	105	4,1	12,5	166	3,1	1,2
ЗМ клевер белый (цветение)	0,14	1,92	189	32,6	29,6	8,43	43,8	3,2	14,3	93,5	1,1	0,67
ЗМ клевер красный (бутонизация)	0,15	2,12	224	42,1	37,5	5,0	63	1,95	10,5	105	1,3	0,8
ЗМ клевер красный (цветение)	0,20	2,57	246	48,9	39,8	9,63	52,15	2,4	7,4	121	1,1	0,65
ЗМ люцерна (бутонизация)	0,20	2,35	245	48,6	40,70	7,6	69,3	2,50	12,0	102	6,30	1,15
ЗМ люцерна (цветение)	0,23	2,71	299	58,3	51,20	9,2	85,2	7,10	18,2	129	6,20	1,22
ЗМ люцерна (отава)	0,2	1,89	185	60,1	49,4	5,8	41,9	2,56	17,3	74,2	1,2	0,6
ЗМ горох (бутонизация)	0,09	1,05	135	31,0	26,3	2,9	32,6	4,3	10,6	51	3,50	0,82
ЗМгорох (начало цветения)	0,11	1,72	191	41,3	37,4	1,4	59,9	21,3	16,2	74	0,8	0,5
ЗМ лядвенец рогатый	0,20	2,32	259	46,5	35,7	8	66,5	3,2	16,2	121	3,20	1,30
ЗМ пелюшка	0,18	1,92	183	29,3	25,3	6,4	53,6	4,2	40,3	79	2,30	0,90
ЗМ вика (бутонизация)	0,13	1,58	165	41,1	35,6	5,2	52,1	18,6	19,3	58	2,69	1,21
ЗМ вика (цветение)	0,16	1,68	241	48,5	42,6	9,2	69,5	20,5	12,5	85	2,70	0,75
ЗМ люпин кормовой (бутонизация)	0,11	1,37	129	36,5	29,6	3,6	39,6	2,10	16,5	44,3	1,63	0,59

ЗМ люпин узколистный синий (цветение)	0,08	1,23	131	33,5	27,3	4,1	37,6	13,5	25,1	50,2	1,2	0,4
ЗМ люпин кормовой (сизые бобы)	0,18	2,01	188	41,3	35,70	5,33	49,3	6,67	11,6	86,3	2,20	0,53
ЗМ злаково-бобовая	0,12	1,75	188	35,1	31,4	6,1	54,9	5,2	15,3	74,2	1,5	0,6
ЗМ клеверо-злаковая смесь	0,16	1,78	187	42,0	37,4	5,35	52	3,2	22,1	76,3	2,83	1,29
ЗМ клеверо-тимофеечная смесь	0,15	1,61	170	37,3	35,1	6,0	48	6,2	18,6	67,3	0,7	0,5
ЗМ смесь клевера красного и райграса	0,12	1,61	162	37,1	33,3	4,63	40	3,4	15,6	68,5	1,2	0,47
ЗМ вико-овсяная смесь (до цветения)	0,12	1,32	149	26,1	19,5	1,8	42,1	3,20	18,6	71,1	1,82	1,25
ЗМ вико-овсяная смесь (цветение вики)	0,15	1,62	171	25,3	18,7	6,3	52,3	2,30	23,2	79,1	1,52	0,75
ЗМ вико-овсяная смесь (конец цветения)	0,17	1,72	189	26,0	19,1	5,0	60,0	4,00	25,0	81,2	1,60	1,20
ЗМ горохо-овсяная смесь (бутонизация)	0,10	1,09	117	21,0	19,3	5,2	36,2	0,70	22,5	51,3	1,92	0,86
ЗМ горохо-овсяная смесь (цветение)	0,14	1,82	162	29,4	25,1	5,2	51,2	2,10	32,1	69,3	2,90	1,10
ЗМ горохо-овсяная смесь (формирование бобов)	0,20	2,10	235	41,2	34,6	8,3	61,2	2,2	34,2	105	3,20	1,30
ЗМ вико-овсяная смесь	0,11	1,53	158	25,5	23,0	7,4	41,7	3,41	33,1	76,3	0,7	0,3
ЗМ редька масличная	0,14	1,63	157	40,1	34,5	8,9	35,3	2,08	17,3	60,2	1,50	0,82
ЗМ сурепка озимая	0,17	2,21	118	21,1	19,5	6,4	17,9	1,9	11,1	65,3	1,3	1,5
ЗМ рапс озимый	0,13	1,44	165	32,0	28,3	7,6	30,2	3,6	22,5	75,9	2,00	0,50
ЗМ рапс яровой	0,11	1,24	152	31,1	26,3	4,2	30,5	1,2	18,3	75,2	1,74	0,66
Ботва свеклы сахарной	0,13	1,32	144	23,5	20,4	5,0	19,8	3,50	17,50	91,2	2,20	1,20
Силос кукурузный (молочно-восковая спелость)	0,22	2,38	255	27,3	20,8	7,52	74,4	51,2	5,41	137	1,52	0,85

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Силос кукурузный (восковая спелость)	0,28	3,35	339	31,9	23,6	13,6	85	63,2	6,42	178	1,75	0,99
Силос тимофеечный	0,21	2,32	257	28,1	22,8	12,2	96,8	4,81	5,54	106	2,1	0,8
Силос злаковый	0,2	2,23	263	28,4	23,6	10,7	92,2	3,5	8,6	114	2	1,1
Силос разнотравный	0,14	2,04	236	29,7	25,6	11,0	80,1	1,8	4,5	103	3,1	1,42
Силос клеверный	0,23	2,49	286	51,2	34,9	13,8	85,9	2,2	3,2	117	5,11	1,22
Силос клеверо-тимофеечный	0,23	2,42	268	33,0	26,8	9,2	83,3	2,6	4,23	131	1,85	1,11
Силос злаково-бобовый	0,21	2,29	272	37,0	30,4	13,2	96,8	6,23	2,24	121	2,3	0,54
Силос злаково-разнотравный	0,14	1,76	207	20,2	17,7	8,6	72,6	7,3	3,45	89,6	1,85	0,49
Силос вико-овсяный	0,22	2,30	233	30,2	24,3	12,1	69,3	4,60	5,00	98,3	2,41	1,37
Силос горохо-овсяный	0,24	2,78	296	35,4	26,3	11,6	88,6	3,60	4,60	143	3,10	1,32
Сенаж райграсовый	0,33	4,06	436	47,2	38,9	15,8	127	4,65	9,21	217	4,3	1,8
Сенаж тимофеечный	0,33	4,2	461	49,5	34,9	12	141	9,52	15,6	231	3,45	1,39
Сенаж костреца безостого	0,31	3,92	435	40,2	30,9	9,85	136	6,22	8,4	225	2,36	1,52
Сенаж ежи сборной	0,31	4,04	409	43,9	32,6	7,3	103	3,26	19,6	229	3,55	1,34
Сенаж злаковый	0,3	3,69	425	54,5	39,2	15,6	143	8,79	17,5	211	1,7	0,9
Сенаж клеверный	0,34	4,47	442	67,3	49,3	9,2	104	7,2	13,1	239	5,6	2,1
Сенаж люцерновый	0,3	4,02	422	81	64,8	10,3	117	4,28	12,6	208	5,85	0,98
Сенаж разнотравный	0,29	3,77	419	54,4	39,2	13,7	132	4,58	11,6	201	3,12	1,24
Сенаж, смесь злаково-бобовых трав	0,3	4,04	427	48,7	32,5	16,9	120	8,6	14,6	214	4,81	1,35
Сенаж злаково-разнотравный	0,28	3,74	437	35,2	24,7	12,5	151	5,87	14,9	219	3,18	1,25
Сенаж клеверо-тимофеечный	0,31	4,19	442	52,9	34,3	11,2	124	7,45	11,2	227	4,32	1,95
Сено райграса	0,43	6,13	806	93,0	65,7	8,1	291	11,4	118	374	6,20	3,80
Сено овсяницы луговой	0,47	7,02	859	83,2	57,9	19,6	268	9,6	32,1	432	3,00	2,70
Сено ежи сборной	0,4	6,41	837	116	66,5	24,4	270	4,1	45,6	389	4,8	2,4
Сено тимофеечное	0,42	6,59	772	93,6	48,3	16,9	268	10,6	39,5	372	563	3,82
Сено лисохвоста	0,41	6,76	814	72,2	33	26,7	296	4,62	38,2	384	8,59	4,28

Сено злаковое	0,44	6,88	808	68,8	42	17,4	282	18,2	41,4	395	7,23	3,59
Сено люцерновое	0,49	7,32	843	151	118	18,3	241	7,30	23,0	375	15,3	1,90
Сено клеверное	0,50	6,99	812	136	102	23	248	6,20	35,0	354	9,93	2,73
Сено злаково-бобовое	0,46	7,24	831	98,2	55,2	17,5	278	12,8	41,3	399	8,23	3,25
Сено клеверо-тимофеечное	0,43	6,81	802	94,7	46,6	25,4	281	14,2	40,3	378	7,84	4,25
Сено разнотравное	0,4	6,26	823	70,6	34,5	19,0	269	5,32	45,8	412	6,95	4,28
Сено, отава заливного луга	0,48	6,00	789	98,0	71,0	30,8	192	3,00	85,0	435	7,30	4,20
Солома овсяная	0,30	4,63	842	26,9	13,2	18,6	355	0,00	7,20	421	3,20	1,50
Солома ячменная	0,32	5,00	796	41,0	28,7	21,2	352	0,00	2,10	349	4,10	1,20
Морковь	0,15	2,3	152	9,2	8,1	1,2	12,1	6,35	44	98,3	0,11	0,5
Свекла кормовая	0,1	1,22	103	17,4	14,6	0,8	10,3	2,5	52	62,3	0,48	0,63
Свекла полусахарная	0,14	1,73	138	15,2	12,5	0,9	12,3	2,2	82	69,3	0,7	0,9
Свекла сахарная	0,22	2,61	209	15	12,8	1,3	15,2	3,3	141	162	0,35	0,61
Зерно ячменя	1,12	11,4	853	101	88,9	17	41	493	34,5	676	2,1	5,2
Зерно овса	1,13	11,5	860	101	81,6	45	116	345	39,2	590	2,3	4,8
Зерно ржи	1,12	11,2	876	103	79,9	16	39	541	18,8	697	2	4,3
Зерно тритикале	1,09	11,2	854	106	88,6	17	35	502	22,1	659	4,1	7,2
Зерно пшеницы	1,13	11,3	851	111	81,7	18	27	532	29,3	664	3,4	6,5
Зерно кукурузы	1,23	11,8	866	97,1	53,5	30	31	548	23,1	658	1,3	4,3
Зерно проса	1,04	10,9	855	96	60,9	28	77	408	29,3	613	1,1	4,6
Зерно сои	1,52	14,8	888	329	201	160	61,2	73,6	61,6	287	4,4	8,0
Зерно пелюшки	0,97	10,7	867	240	189	12	52	432	56	515	1,9	4,5
Зерно люпина	0,95	10,2	858	378	302	42	101	181	59,3	291	2,7	5,2
Зерно горох	1,05	11,0	858	215	172	12,5	50,5	453	49,2	556	2,6	4,7
Зерно вики	1,03	10,9	853	274	212	13	61,2	385	34,2	497	2,0	4,0
Зерно бобов кормовых	0,92	10,3	852	267	216	13	80	358	43,5	459	1,6	4,1
Зерно рапса	1,38	15,4	917	219	165	401	56,7	10,9	44,1	222	2,65	6,65
Семя льняное	1,47	15,29	865	207	141	336	75,7	23,5	16,3	214	3,8	8,2
Комбикорм КР-1	1,10	11,27	850	203	175	23	36	335	22,2	567	9,6	6,3
Комбикорм КР-2	1,09	11,2	850	150	124	24	58	368	24,6	601	8,0	5,1
Комбикорм КР-3	1,14	11,5	850	120	97,2	30	52	401	22,5	633	7,0	5,0

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Отруби пшеничные	1,07	11,2	857	130	89	49	90	120	36,2	547	2	9,5
Глютен кукурузный	1,15	11,8	893	511	271	53,9	128	185	0,1	195	4,38	1,69
Шрот рапсовый	0,93	10,6	899	377	283	21	119	54,1	59,6	349	7,3	12,35
Шрот подсолнечный	0,90	10,3	878	364	277	25	140	16,3	41,5	321	4,3	9,6
Шрот соевый	1,02	11,3	918	382	251	28,9	54	41	87	396	4,77	6,61
Шрот льняной	0,97	10,8	893	329	222	17	90,5	31,2	46,3	422	2,9	8,15
Жмых рапсовый	1,21	12,2	895	325	261	101	114	12,5	61,2	325	5,4	7,45
Жмых подсолнечный	1,10	11,5	887	409	313	78,3	122	11,3	48,3	254	6,1	12
Жмых льняной	1,27	12,4	885	311	144	104	87,5	2	26,2	358	4,2	7,5
Пивная дробина сухая	0,99	10,9	896	204	171	58,6	163	2,2	0,5	421	4,44	7,25
Пивная дробина свежая	0,18	2,23	203	52	45	14,9	37,6	0	0	88,1	0,62	1,23
Жом свекловичный свежий	0,1	0,95	103	11,1	9,2	1,2	23,5	0	1,8	62,5	1,2	0,09
Жом свекловичный кислый	0,07	0,65	83	5,7	4,9	1,25	25,3	0	0,8	47,3	1,2	0,32
Жом свекловичный сухой	0,9	9,6	875	71	51	7,3	181	0		501	8,1	2,2
Патока кормовая	0,82	9,28	773	84,2	84,2	0	0	0	511	583	2,80	0,15
Дрожжи кормовые сухие	1,13	11,7	892	442	402	17,20	8,30	7,22	0,95	405	4,60	12,2
Барда ржаная свежая	0,08	0,90	106	20,3	17,2	6,1	8,50	0	0,00	64,20	0,31	0,39
Барда ржаная сушеная	1,03	9,80	923	156	141	69	85	0	0	575	1,53	4,87
Барда картофельная сушеная	0,71	7,86	887	233	191,8	42,0	86,0	0	0	469	2,60	5,43
Мука рыбная, 56–60 % протеина	1,13	11,90	893	596	286	79,7	0	0	0	0	50,8	34,52
Мука мясо-костная	0,92	8,87	923	456	248	106	0	0	0	0	186	91,2
Молоко цельное	0,29	2,5	138	34	33	35	0	0	47	47	1,5	1,15
Молоко цельное сухое	2,02	13,3	920	245	233	259	0	0	0	356	9,1	8,4
Обрат свежий	0,13	1,3	90	37	35	1	0	0	0	45	1,4	1
Обрат сухой	1,3	12,6	932	367	342	13,2	0	0	0	449	13,2	9,8
Сыворотка молочная свежая	0,12	1	63	9	8,3	0	0	0	45	45	0,5	0,65
Сыворотка молочная сухая	1,73	12,1	898	121	111	11,4	0	0	0	663	13,2	7,1

Приложение 2

Коэффициенты пересчета элементов в соли

Элемент	Соль элемента	Коэффициенты пересчета	
		элемента в соль	соли в элемент
Марганец	Марганец сернокислый пятиводный ($MnSO_4 \cdot 5H_2O$)	4,545	0,221
	Марганец углекислый ($MnCO_3$)	2,300	0,435
	Марганец хлористый четырехводный ($MnCl_2 \cdot 4H_2O$)	3,597	0,278
Цинк	Цинк сернокислый семиводный ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$)	4,464	0,225
	Цинк углекислый ($ZnCO_3$)	1,727	0,580
	Окись цинка (ZnO)	1,369	0,723
Кобальт	Кобальт сернокислый семиводный ($CoSO_4 \cdot 7H_2O$)	4,831	0,207
	Кобальт хлористый шестиводный ($CoCl_2 \cdot 6H_2O$)	4,032	0,248
	Кобальт углекислый ($CoCO_3$)	2,222	0,451
Железо	Железо сернокислое закисное семиводное ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$)	5,128	0,196
Медь	Медь сернокислая пятиводная ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$)	4,237	0,237
	Медь углекислая($CuCO_3$)	1,815	0,553
Йод	Йодистый калий (KJ)	1,328	0,754
	Йодиноватокислый калий (KJO_3)	1,965	0,590
Селен	Селенит натрия (Na_2SeO_3)	2,201	0,452

Приложение 3

Образец сопроводительной записки образца корма для зоотехнического анализа

1. Название корма _____
2. Масса пробы корма _____
3. Дата взятия образца _____
4. Время заготовки корма _____
5. Фаза вегетации _____
6. Условия уборки _____
7. Способ хранения _____
8. Органолептическая оценка всей партии кормов (цвет, запах, консистенция, наличие примесей и пр.) _____
9. Запас корма _____
10. Провести анализ корма на содержание _____

Дата _____

Должность и фамилия

(разборчиво)

ПАСПОРТ КАЧЕСТВА

Хозяйство, район, область _____

Отделение, бригада, звено _____

Вид корма _____ Кормовая культура _____

Фаза вегетации растений в период уборки _____

Три укоса _____

Год урожая _____

Тип хранилища и его номер _____, емкость _____$м^3$

Масса заложенного в хранилище сырья, т_____

Масса добавленной соломы, т _____

Масса корма в хранилище, т _____

Дата начала загрузки «___»_____, окончания «___» _____

Вид укрытия _____

Дата укрытия _____

Дата отбора проб на анализ «___» _____ 20__г.

Подписи ответственных лиц за отбор проб:_____

ПАСПОРТ КОРМОВ (образец)

Район _____ **Хозяйство** _____

по состоянию на _____ 20__г.

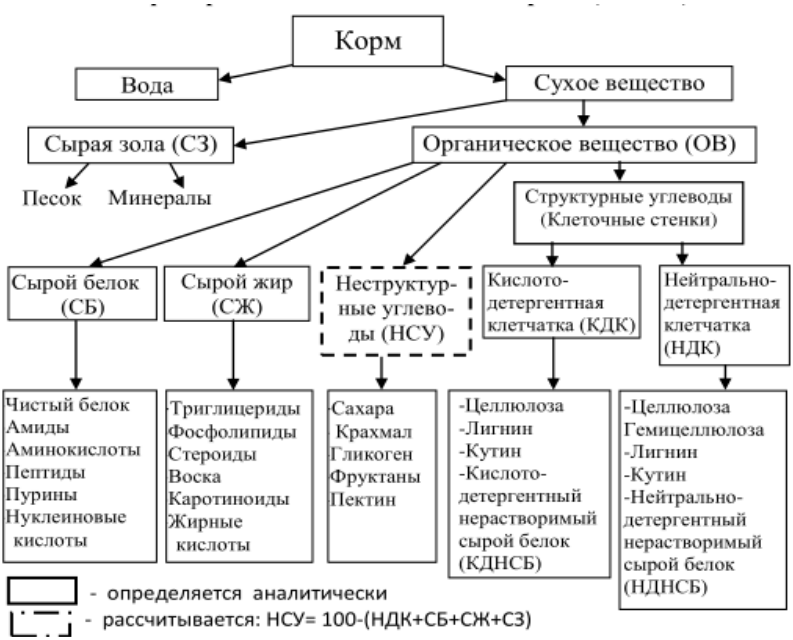
Информация о закладке и хранении корма

Вид корма		
Применение биоконсерванта *Силосная закваска «ЛАКСИЛ»*	**Способ внесения** *При трамбовке насосом с 4 форсунками на тракторе*	**Доза внесения** *50 л на 1000 т*
Облицовочная траншея (способ укрытия)	*Село, деревня, комплекс, № ямы*	

Название поля	Вид кормовой культуры, год использования	Фаза развития трав	Площадь, га	Урожайность, ц/га	Валовой сбор, т
Поле № 3	**Люцерна**	**Бутонизация**	**300**	**250**	**750**
Поле № 4	**Суданская трава**	**Цветения**	**200**	**450**	**1125**

Приложение 4

Модифицированная схема анализа кормов



Эта схема отличается наличием НДК и КДК, а все углеводы подразделяются на структурные и неструктурные.

Нейтрально – детергентная клетчатка (НДК) – это остаток после экстракции навески корма кипящим нейтральным раствором натрий лаурилсульфата и этилендиаминотетрауксусной кислоты (ЕД-ТА). В результате экстракции с раствором удаляется содержимое клеток (белки, растворимые сахара, крахмал, жиры, пектины, органические кислоты), а остаток, названный НДК, состоит из лигнина, целлюлозы и гемицеллюлозы. Метод предназначен для грубых кормов, но может также использоваться для зерновых, из которых предварительно удаляют крахмал путем обработки ферментом амилазой. НДК в количественном отношении примерно в 2 раза превышает количество СК в кормах. НДК относят к структурным углеводам. Они создают прочную структуру клеточных стенок.

Переваримость этой фракции зависит от ее химического состава (соотношения целлюлозы, гемицеллюлозы и лигнина). Поэтому корма или рационы с одинаковым содержанием НДК не обязательно имеют одинаковую энергетическую ценность, более того, определенные корма или рационы с высокой концентрацией НДК могут обладать более высокой энергетической ценностью, чем корма и рационы с более низкой концентрацией НДК.

Кислотно-детергентная клетчатка (КДК). При оценке кормов по Ван Соесту используется и другая фракция – кислотно-детергентная клетчатка. Это остаток после многократной промывки навески НДК кислотно-детергентным раствором 0,5 н. H_2SO_4 и цетилтриметиламмониябромида. При этом из НДК удаляется гемицеллюлоза, остаток КДК включает лигнин, целлюлозу, кутин и кремний. Определение КДК весьма полезно для грубых кормов, так как в ряде опытов обнаружена достоверная отрицательная корреляция между ее содержанием и переваримостью корма.

Существует тесная корреляция между содержанием НДК и КДК.

В связи с этим предложены уравнения регрессии для расчета КДК на основе знания содержания НДК.

Для кукурузного силоса: КДК, % = –1,15 + 0,62 НДК, %.

Для сена и зеленой массы трав: КДК, % = 6,89 + 0,50 НДК, %.

Для сена, сенажа из бобовых трав: КДК, % = –0,73 + 0,82 НДК, %.

К сожалению, наши лаборатории, за редким исключением, не оснащены специальными приборами и реактивами для определения НДК и КДК. Поэтому продолжают выдавать данные анализа сырой клетчатки.

Неструктурные углеводы (НСУ). Аналогично ранее определяемой фракции БЭВ в новой системе используют показатель неструктурных углеводов, определяемый в процентах как разница: 100 – (СБ % + СЖ % + СЗ % + НДК %), или в г/кг СВ: 1000 – – (СБ г/кг + СЖ г/кг + СЗ г/кг + НДК г/кг). Во фракцию НСУ входят вещества, вымываемые при экстракции НДК. Эти вещества находятся внутри растительной клетки и представляют крахмал, растворимые сахара, пектин, органические, главным образом летучие жирные кислоты. Показатель НСУ существенно ниже показателя БЭВ и лучше отражает состав фракции неструктурных углеводов.

Приложение 5

Наиболее распространенные ядовитые и вредные растения, встречающиеся в зеленом корме

Русское название	Латинское название
Авран аптечный	*Gratiola officinalis* L.
Белена черная	*Hyoscyamus niger* L.
Белокрыльник болотный	*Calla palustris* L.
Болиголов пятнистый	*Conium maculatum* L.
Борец (аконит)	*Aconitum* L.
Ветреница дубравная	*Anemone nemorosa* L.
Ветреница лютиковая	*Anemone renunculoides* L.
Вех ядовитый	*Cicuta virosa* L.
Гелиотроп европейский	*Heliotropium europaeum* L.
Горчак ползучий	*Acroptilon repens* L.
Гулявник ядовитый	*Sisymbrium toxophyllum* C. A. M.
Дурман обыкновенный	*Datura stramonium* L.
Звездчатка злаковая	*Stellaria graminea* L.
Калужница болотная	*Caltha palustris* L.
Крестовник	*Senecio* L.
Куколь обыкновенный	*Agrostemma githago* L.
Лютики	*Ranunculus* L.
Льнянка обыкновенная	*Linaria vulgaris* Mill.
Мак-самосейка	*Papaver rhoeas* L.
Молочай острый	*Euphorbia esula* L.
Мордовник степной	*Echinops ritro* L.
Наперстянки	*Digitalis* L.
Орляк обыкновенный	*Pteridium aquilinum* L.
Паслен черный	*Solanum nigrum* L.
Пикульник	*Galeopsis* L.
Полынь таврическая	*Artemisia taurica* Wind.
Плевел опьяняющий	*Lolium temulentum* L.
Повилика европейская	*Cuscuta europaea* L.
Пролесник однолетний	*Mercurialis annua* L.
Сорго	*Sorghum* Pers.
Термопсис ланцетолистный	*Thermopsis lanceolata* R. Br.
Хвощ болотный	*Equisetum palustre* L.
Хвощ полевой	*Equisetum arvense* L.
Хвощ топяной	*Equisetum fluviatile* L.
Чемерица Лобеля	*Veratrum lobelianum* Bernh.
Чернокорень лекарственный	*Cypoglossum officinale* L.
Чистец однолетний	*Stachys annua* L.
Чистец прямой	*Stachys recta* L.
Чистотел большой	*Chelidonium majus* L.
Чистяк весенний	*Ficaria verna* L.

Приложение 6

Акт отбора образца

АКТ

Отбор образца (пробы) корма инд. № _____
1. Хозяйство, отделение, бригада _____
2. Вид корма _____
3. Величина партии, от которой берется образец, _____
4. Дата взятия образца «__» _____ 20__ г. ___ ч
5. Фаза вегетации трав во время их уборки _____
6. Условия хранения, № хранилища, стог, скирда, траншея, башня, яма и пр._____
7. Использование консервантов и обогатительных добавок, кг/т _____
8. Температура в заготавливаемом корме _____
9. Погодные условия в период уборки _____
10. Органолептическая оценка: цвет, запах, структура_____
_____
11. Примеси песка, земли, плесневелость, ржавчина и пр., % _____
_____
12. Ботанический состав, %: злаковые, бобовые, разнотравье _____
13. Фамилия и должность лица, отбиравшего образец, _____
14. Дата поступления образца в лабораторию «__» _____ 20__ г.

Пробу сдал _____ _____
Ф. И. О. подпись
Пробу принял _____ _____
Ф. И. О. подпись

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ

1. Массовая доля сухого вещества, % _____
2. Массовая доля сырого протеина, % _____
в сухом веществе _____
3. Массовая доля каротина, мг/кг _____
в сухом веществе _____
Класс корма _____

Примечание. Акт заполняется в двух экземплярах: 1-й остается в лаборатории, 2-й после исследования корма отправляется в хозяйство.

Место для печати Зав. лабораторией _____
«___» _____ 20__ г.

Приложение 7

Описание программы «Конструктор рационов»

(Краткое описание. Более подробно и с практическими примерами изложено в инструкции пользования программой)
Автор программы – Райхман Алексей Яковлевич

Программа предназначена для конструирования оптимальных рационов кормления крупного рогатого скота в предприятиях агропромышленного комплекса, специализирующихся на производстве молока и мяса, фермерских хозяйствах, а также в других организациях и структурах, занимающихся животноводством и заинтересованных в повышении его эффективности.

Программа получила признание специалистами и распространена более чем в ста пятидесяти предприятиях республики Беларусь.

Расчеты основаны на современных подходах к нормированию питания жвачных животных с учетом их возраста, физиологического состояния, потенциальной продуктивности. Математический оптимизатор, встроенный в расчетную процедуру, позволяет отыскать наиболее эффективное решение с точки зрения экономичности производства, не выходя за рамки физиологически обусловленных потребностей животных.

Программа написана на языках VBA и Visual Basic-6 с использованием системных ресурсов API Windows XP и пакета Microsoft Office 2003.

Для нормального функционирования программы необходим компьютер, физическая конфигурация которого позволяет работать с операционной системой Windows-98 и выше. При этом следует ориентироваться на операционную систему Windows XP, оперативную память не менее 256 МБ и пакет программ Microsoft Office 2003, поскольку разработка программы, ее тестирование проводилось именно на программно-аппаратном комплексе такого уровня. Увеличение мощности компьютера повышает комфортность пользователя, но не влияет на качество расчетов и общения посредством диалоговых окон. Данная версия программы не поддерживается в пакете MS Office 2007 из-за возникновения непредсказуемых ошибок. В дальнейшем программа будет адаптирована к последнее версии офисного пакета при условии доработки его компанией Microsoft. При инсталляции программа привязывается к аппаратной части компьютера и не может распространяться путем копирования на другой компьютер во избежание несанкционированного использования ее.

В основу положен оригинальный метод оптимизации, обеспечивающий максимальное приближение к физиологическим потребностям животных при минимизации стоимости рациона, за счет чего можно достичь наибольшей экономической эффективности производства животноводческой продукции. Для реализации методики приближения использовалась математическая библиотека Solver, разработанная специалистами компании Frontline, встроенная корпорацией Microsoft в пакет электронных таблиц Excel.

Одним из немаловажных преимуществ предлагаемого продукта является простота использования его и возможность понимания процесса конструирования рациона на интуитивном уровне.

Интерфейс программы не перегружен излишними формами и громоздкими управляющими конструкциями, настройками и дополнительными второстепенными возможностями, снижающими интуитивность понимания основной задачи составления правильного рациона.

Программа предоставляет пользователю 4 уровня сложности при конструировании рационов.

Первый, самый простой уровень сложности. Рацион можно составлять без использования математического оптимизатора путем введения значений количества кормов и добавок в специально предназначенные для этого поля. Предварительно производится выбор норм кормления и набора кормов, доступных для работы. На том уровне автоматизируются только процессы:

- формирования исходной таблицы рациона;
- выбора нормы кормления по широкому кругу показателей питательности в зависимости от тех факторов, которые на нее влияют (вид животных, возраст, физиологическое состояние, масса, продуктивность текущая, продуктивность плановая, качество продукции и др.);
- выбора кормов из базы данных по кормам.

Перечисленные процедуры характерны для работы и на более высоких уровнях, если речь идет о составлении нового рациона, а не редактирование ранее составленного.

На этом уровне сложности пользователь вводит количество кормов и получает решение непосредственно после выхода из поля ввода/редактирования значения с возможностью наблюдать все изменения, происходящие в таблице рациона, уровень его сбалансированности, структуру, стоимость отдельно взятых кормов и стоимость рациона в целом.

Такой метод «неинтеллектуального» составления рациона, тем не менее, в некоторых ситуациях заслуживает внимания. Например, его можно использовать для анализа готового, существующего рациона, на предмет полноценности, стоимости, сбалансированности. Чаще всего с первым уровнем программы работают неискушенные пользователи или опытные пользователи при необходимости. В данном случае речь идет только о сокращении времени на работу с исходной информацией, при расчетах и распечатке готового варианта.

Второй уровень. На этом уровне программа позволяет конструировать рацион через определение его структуры по энергетическому показателю. Пользователь выбирает основной показатель, по которому производится расчет, и определяет структуру рациона, после чего программа производит все необходимые вычисления, формирует готовую таблицу рациона и форму для печати. Выбирается один из двух энергетических показателей – Кормовые единицы, или Обменная энергия. В процессе составления можно изменять выбранный показатель, после чего программа пересчитывает всю структуру и приводит ее в соответствие с предпочтением пользователя.

Составление рациона по структуре на основе энергетических показателей предоставляет пользователю больше возможностей, и на этом уровне математический оптимизатор еще не задействован. Варианты смесей и рационов задаются пользователем из расчета максимальной сбалансированности энергетического показателя.

Третий уровень – предполагает использование математического оптимизатора, который является ядром программы конструирования рационов и позволяет выбрать оптимальный рацион с учетом заданных пользователем ограничений на модель. Понятие ОПТИМАЛЬНЫЙ в данном случае подразумевает максимально сбалансированный по определяемым пользователем показателям питательности и при этом наиболее дешевый по стоимости вариант рациона, который может быть получен в конкретной производственно-экономической ситуации с учетом ограничений, определяемых технологией содержания, кормления, экономических факторов, возможности дифференцирования кормления по производственным и физиологически обусловленным группам. Пользователь определяет ограничения на использование кормов с учетом их питательности и

запасов в хозяйстве, а также с учетом их стоимости. Ограничения устанавливаются в зависимости от ассортимента кормов и добавок, доступных для приобретения или имеющихся в наличии на складах предприятия. Ограничения на содержание в рационе питательных веществ и энергии могут выбираться пользователем. Максимальное приближение к наилучшему варианту может быть достигнуто только при условии достаточного количества кормовых средств при их высоком качестве и разнообразии.

Четвертый уровень – предоставляет пользователю наиболее мощную возможность оптимизации рациона посредством математической процедуры последовательного максимально возможного приближения к наилучшему решению. Здесь задействована оригинальная математическая процедура, разработанная автором, которая позволяет в любом случае приблизиться к наилучшему решению в зависимости от значимости оптимизируемых показателей, определяемых пользователем через так называемые весовые коэффициенты (коэффициенты значимости). Процедура написана на языке высокого уровня VB6 и является главным интеллектуальным инструментом оптимизации.

Практика производства продукции животноводства в Беларуси показала, что в реальных производственных условиях практически невозможно составить идеальный рацион, сбалансированный по всем необходимым элементам питания. Можно говорить лишь о рационах, составленных наилучшим образом, т. е. о таких рационах, которые в условиях реальной кормовой базы дадут максимальный эффект кормления, ограниченный этой кормовой базой. Приходится выбирать, по каким показателям следует оптимизировать рацион в первую очередь, а по каким – во вторую, если это вообще возможно. Методы линейного программирования, до сих пор применяющиеся при решении подобных задач (симплекс-метод и др.), не позволяют этого сделать. Автор разработал оригинальный метод, соответствующий идеологии многоцелевого программирования в рамках теории полезности, широко распространенной в практике развитых стран при решении экономических задач. Такая методика позволяет балансировать рацион последовательно, начиная с показателей первой значимости, затем второй, третьей и т. д. Рацион может быть сбалансирован идеально при наличии большого (достаточного) набора полноценных кормовых средств, и степень его приближения к такому варианту тем ниже, чем ниже ассортимент и качество кормов.

Четвертый, наиболее интеллектуальный, уровень программы можно комбинировать с третьим. В этом случае метод приближения работает только в рамках ограничений, определенных пользователем, как это делается на третьем уровне, и только после этого реализуется механизм приближения по тем факторам, для которых заданы коэффициенты значимости.

Последовательность составления рациона может зависеть или не зависеть от того, с какого момента пользователь начал работу. Это означает, что можно начать с любого уровня и продолжить оптимизацию до получения наилучшего варианта рациона, максимально приближенного к физиологическим потребностям животных, и с максимальной экономической эффективностью. Но можно и прервать оптимизацию в любой точке, если пользователя устраивает полученный вариант.

В состав программы входит нормативная база данных и база данных по кормам. Такая научно-справочная информация обеспечивает автоматизацию процедур определения норм кормления и формирования таблицы рациона путем включения в нее выбранных пользователем кормов. Этот этап работы полностью автоматизирован.

Нормативная база данных – электронная таблица с информацией о потребности животных в энергии и всех необходимых элементах питания в соответствии с современными представлениями науки о кормлении сельскохозяйственных животных. Вся информация сведена в электронную таблицу, доступна для выбора (путем указания стро-

ки/записи в базе данных), редактирования, ввода или удаления новых записей в базу данных с нормами кормления. В данной версии программы максимальное количество записей о потребностях составляет 1000. При необходимости это количество можно увеличить до любого значения (но не более чем 64000 записей) путем внесения изменения в исходный текст программы. Выбор нормы автоматизирован. Достаточно пометить норму и нажать кнопку «Выбрать норму».

База данных по кормам – электронная таблица с информацией о питательности и стоимости наиболее распространенных кормов и добавок – более 650 наименований. Пользователь может использовать справочную информацию по кормам непосредственно из электронной таблицы, выбирая их для включения в состав рациона, помечая их в столбце «Выбор», а затем запуская процедуру выбора по кнопке «Выбрать корма».

Информации о кормах может быть дополнена или отредактирована. Можно задавать собственную питательность существующих кормов или добавить другие корма, фактически существующие в хозяйстве, после определения их питательной ценности. Все корма разделены на 6 категорий: грубые, сочные, корнеплоды, концентрированные, добавки, отходы. Возможно создание собственных категорий в специально предназначенном для этого столбце электронной таблицы.

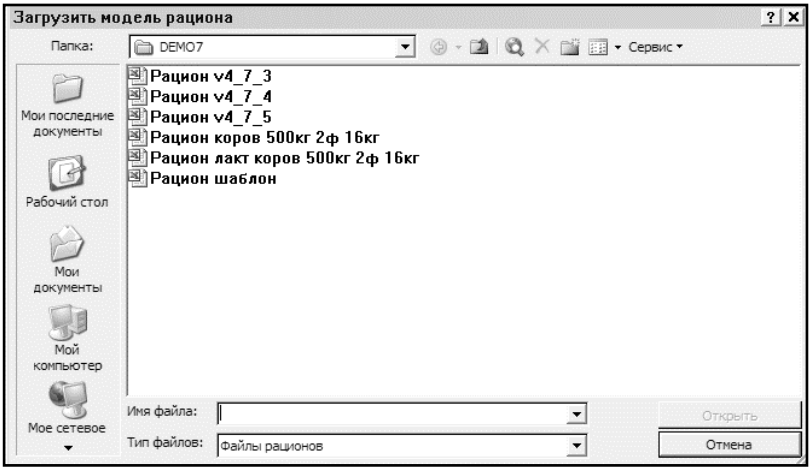
Для удобства пользования можно использовать фильтрацию и группировку данных о кормах. Доступны все возможности управления данными, присущие электронной таблице Excel.

Загрузка программы.

Для загрузки программы служит специальный «Загрузчик оптимизационной модели», ярлык которого целесообразно вынести на рабочий стол компьютера. Ярлык ссылается на исполняемый модуль загрузчика RunExcelFile.exe.

Двойной клик вызывает диалоговое окно:

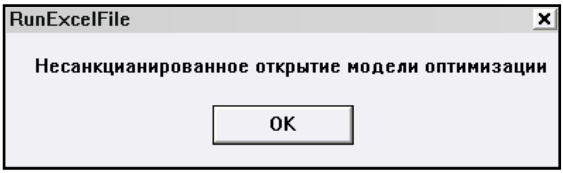
Кнопка «О компьютере» выводит информацию о программной и аппаратной конфигурации вашего компьютера. Кнопка «Загрузить модель» выводит диалог спецификации файла модели оптимизации рациона:



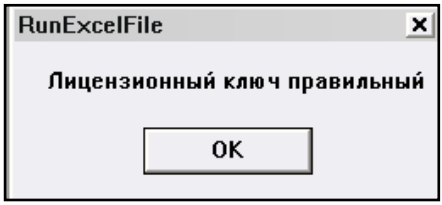
Это стандартный диалог, в котором обеспечивается навигация по логическим устройствам компьютера, с последующим выбором файла путем двойного щелчка левой кнопки мыши на его имени. Необходимо обратить внимание на то обстоятельство, что файлы моделей рационов имеют расширение xls, такое же как и у всех электронных книг программы Excel. Поэтому при выборе файла, не соответствующего модели рациона, будет выведено сообщение об ошибке:

«Неправильный формат файла модели рациона».

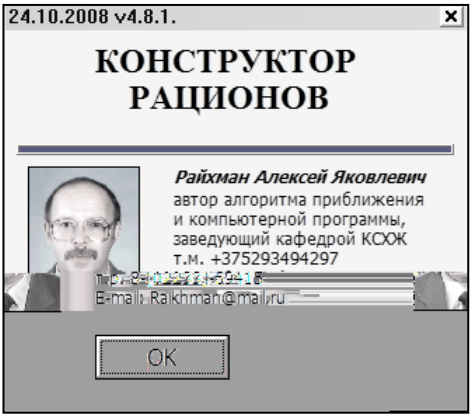
И программа будет выгружена из памяти компьютера. Тоже самое произойдет и при попытке загрузить модель на компьютере, на котором программа не установлена. В этом случае выведется сообщение:



При нормальной загрузке модели оптимизации выводится сообщение:

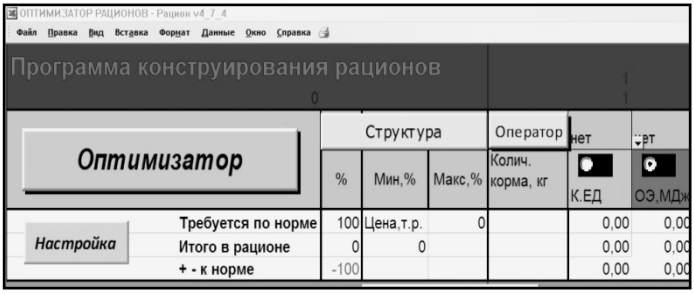


В позиции меню «Файл» есть пункт «О программе», по которому выводится заставка с информацией о разработчике программы и контактная информация:



Окно закрывается щелчком мыши по кнопке «OK».

После чего загружается стартовое окно оптимизатора:



На мониторе отображается система меню программы, и фрагмент электронной таблицы, включающий название «Программа конструирования рационов», 4 программные кнопки:

1.Настройка.

2. Структура.

3. Оператор.

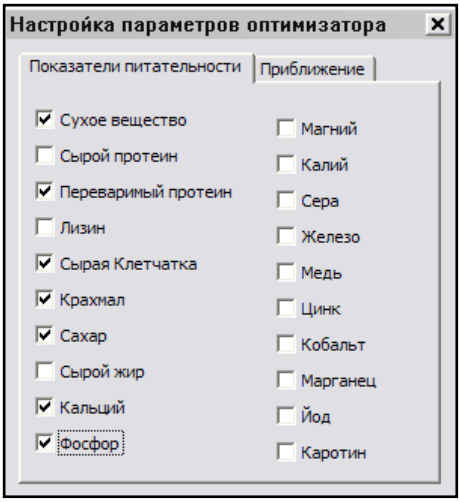
4. Оптимизатор.

Часть электронной таблицы содержит строку «Требуется по норме», «Итого в рационе», «+– к норме». Все это является верхней левой частью таблицы, которая в дальнейшем формируется пользователем по его желанию. Здесь отображается также два показателя:

К. ЕД

ОЭ, МДж

Приступая к работе, пользователь прежде всего настраивает показатели питательной ценности рациона, которые будут оптимизированы в программе. Для этого используется диалог настройки (кнопка «Настройка»):

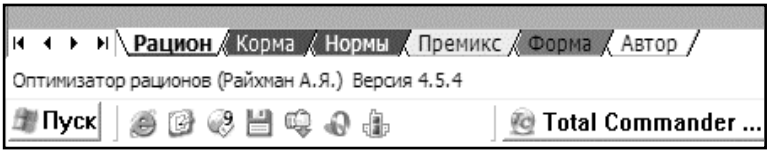


Диалоговое окно имеет две закладки. Закладка «Показатели питательности» позволяет отобразить на экране те показатели, которые будут оптимизированы (приближены к норме). В данном примере отображаются показатели:

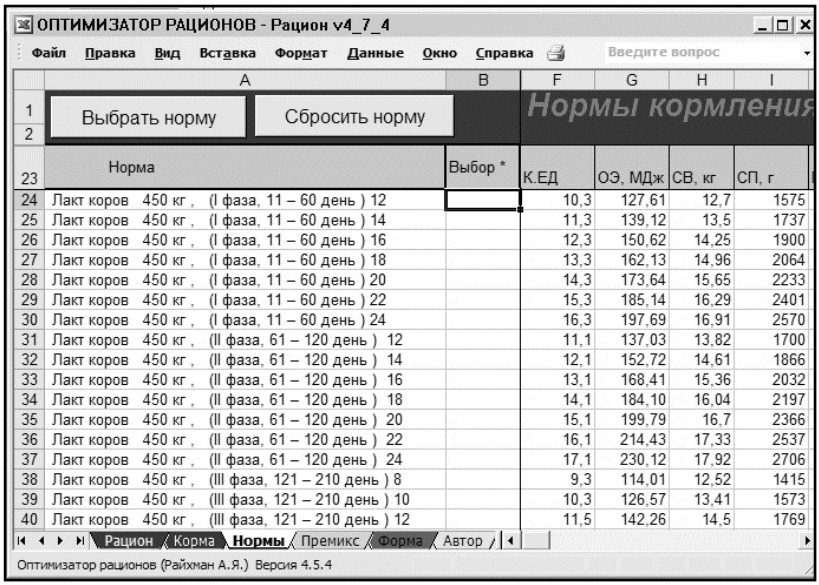
- сухое вещество;
- переваримый протеин;
- сырая клетчатка;
- крахмал;
- сахар;
- кальций;
- фосфор.

Допустимо включение всех показателей, но, как правило, оптимизация проводится не более чем по 5–6 параметрам.

После завершения выбора диалоговое окно следует закрыть и приступить к выбору нормы кормления. Для этого надо перейти в электронную таблицу «Нормы». Переход между таблицами программы осуществляется через выбор ярлычков листов, расположенных в нижней части монитора:



На экран выводится таблица выбора кормовой нормы:



	Норма	Выбор *	К.ЕД	ОЭ, МДж	СВ, кг	СП, г
24	Лакт коров 450 кг , (I фаза, 11 – 60 день) 12		10,3	127,61	12,7	1575
25	Лакт коров 450 кг , (I фаза, 11 – 60 день) 14		11,3	139,12	13,5	1737
26	Лакт коров 450 кг , (I фаза, 11 – 60 день) 16		12,3	150,62	14,25	1900
27	Лакт коров 450 кг , (I фаза, 11 – 60 день) 18		13,3	162,13	14,96	2064
28	Лакт коров 450 кг , (I фаза, 11 – 60 день) 20		14,3	173,64	15,65	2233
29	Лакт коров 450 кг , (I фаза, 11 – 60 день) 22		15,3	185,14	16,29	2401
30	Лакт коров 450 кг , (I фаза, 11 – 60 день) 24		16,3	197,69	16,91	2570
31	Лакт коров 450 кг , (II фаза, 61 – 120 день) 12		11,1	137,03	13,82	1700
32	Лакт коров 450 кг , (II фаза, 61 – 120 день) 14		12,1	152,72	14,61	1866
33	Лакт коров 450 кг , (II фаза, 61 – 120 день) 16		13,1	168,41	15,36	2032
34	Лакт коров 450 кг , (II фаза, 61 – 120 день) 18		14,1	184,10	16,04	2197
35	Лакт коров 450 кг , (II фаза, 61 – 120 день) 20		15,1	199,79	16,7	2366
36	Лакт коров 450 кг , (II фаза, 61 – 120 день) 22		16,1	214,43	17,33	2537
37	Лакт коров 450 кг , (II фаза, 61 – 120 день) 24		17,1	230,12	17,92	2706
38	Лакт коров 450 кг , (III фаза, 121 – 210 день) 8		9,3	114,01	12,52	1415
39	Лакт коров 450 кг , (III фаза, 121 – 210 день) 10		10,3	126,57	13,41	1573
40	Лакт коров 450 кг , (III фаза, 121 – 210 день) 12		11,5	142,26	14,5	1769

Посредством скроллинга таблица прокручивается вверх-вниз и влево-вправо, что позволяет просматривать ее и выбирать искомую норму. В приведенном примере на мониторе отображается фрагмент таблицы с нормами для лактирующих коров живой массой 450 кг. Нормы кормления дифференцированы в зависимости от лактационной фазы, живой массы животного и уровня продуктивности. Лактация делится на 4 фазы:

1-я фаза – 11–60 день после отела;

2-я фаза – 61–120 день после отела;

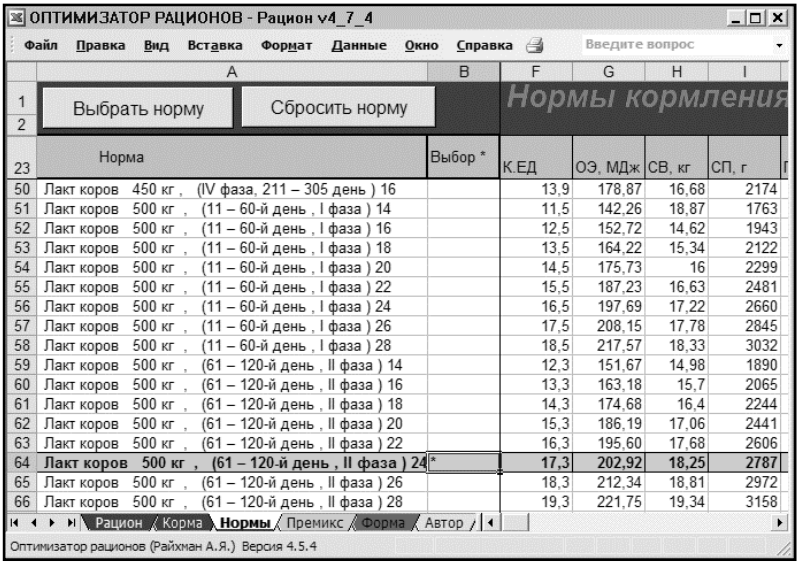
3-я фаза – 121–210 день после отела;

4-я фаза – 210–305 день после отела.

Нормы определены по 24 основным показателям питательности, включая: обменную энергию, кормовые единицы, сухое вещество, сырой и переваримый протеин, лизин, сахар, крахмал, сырой жир, макро- и микроэлементы, каротин, витамины D и E.

Выбор нормы кормления осуществляется путем пометки соответствующей строки знаком*, при этом вся строка подсвечивается светло-розовым тоном для лучшей визуализации.

В данном примере выбрана норма кормления лактирующей коровы живой массой 500 кг на второй фазе лактации с продуктивностью 24 кг молока в сутки. Если пользователь по ошибке выберет 2 нормы одновременно, будет выведено сообщение: «Нельзя выбрать более одной нормы». Для завершения выбора нормы кормления следует нажать программную кнопку «Выбрать норму», после чего программа перенесет выбранную норму в таблицу «Рацион» в строку «Требуется по норме». Информация копируется по всем показателям, однако отображается только по тем параметрам, которые определены пользователем в диалоге «Настройка».



ОПТИМИЗАТОР РАЦИОНОВ - Рацион v4_7_4

Файл Правка Вид Вставка Формат Данные Окно Справка Введите вопрос

Выбрать норму | Сбросить норму | Нормы кормления

23	Норма	Выбор *	К.ЕД	ОЭ, МДж	СВ, кг	СП, г
50	Лакт коров 450 кг , (IV фаза, 211 – 305 день) 16		13,9	178,87	16,68	2174
51	Лакт коров 500 кг , (11 – 60-й день , I фаза) 14		11,5	142,26	18,87	1763
52	Лакт коров 500 кг , (11 – 60-й день , I фаза) 16		12,5	152,72	14,62	1943
53	Лакт коров 500 кг , (11 – 60-й день , I фаза) 18		13,5	164,22	15,34	2122
54	Лакт коров 500 кг , (11 – 60-й день , I фаза) 20		14,5	175,73	16	2299
55	Лакт коров 500 кг , (11 – 60-й день , I фаза) 22		15,5	187,23	16,63	2481
56	Лакт коров 500 кг , (11 – 60-й день , I фаза) 24		16,5	197,69	17,22	2660
57	Лакт коров 500 кг , (11 – 60-й день , I фаза) 26		17,5	208,15	17,78	2845
58	Лакт коров 500 кг , (11 – 60-й день , I фаза) 28		18,5	217,57	18,33	3032
59	Лакт коров 500 кг , (61 – 120-й день , II фаза) 14		12,3	151,67	14,98	1890
60	Лакт коров 500 кг , (61 – 120-й день , II фаза) 16		13,3	163,18	15,7	2065
61	Лакт коров 500 кг , (61 – 120-й день , II фаза) 18		14,3	174,68	16,4	2244
62	Лакт коров 500 кг , (61 – 120-й день , II фаза) 20		15,3	186,19	17,06	2441
63	Лакт коров 500 кг , (61 – 120-й день , II фаза) 22		16,3	195,60	17,68	2606
64	**Лакт коров 500 кг , (61 – 120-й день , II фаза) 24**	*	**17,3**	**202,92**	**18,25**	**2787**
65	Лакт коров 500 кг , (61 – 120-й день , II фаза) 26		18,3	212,34	18,81	2972
66	Лакт коров 500 кг , (61 – 120-й день , II фаза) 28		19,3	221,75	19,34	3158

Рацион / Корма / **Нормы** / Премикс / Форма / Автор

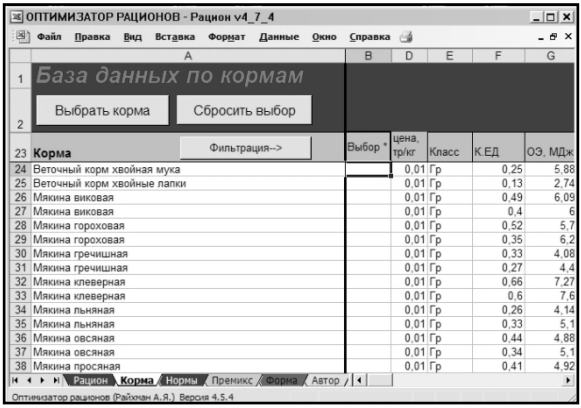
Оптимизатор рационов (Райхман А.Я.) Версия 4.5.4

В базе данных находится информация о большом количестве различных кормов, и поэтому поиск конкретных наименований затруднителен. Для этого в программе предусмотрена фильтрация таблицы средствами автофильтра.

Общие принципы использования фильтра изложены далее.

Выбор кормов, для составления рациона

Щелкнуть на закладке корма. Отобразится база данных по кормам. Выбор кормов осуществляется так же, как и норм кормления, но может быть выбрано до 14 наименований кормов.



ОПТИМИЗАТОР РАЦИОНОВ - Рацион v4_7_4

Файл Правка Вид Вставка Формат Данные Окно Справка

База данных по кормам

Выбрать корма | Сбросить выбор

23	Корма (Фильтрация-->)	Выбор *	цена, тр/кг	Класс	К.ЕД	ОЭ, МДж
24	Веточный корм хвойная мука		0,01	Гр	0,25	5,88
25	Веточный корм хвойные лапки		0,01	Гр	0,13	2,74
26	Мякина виковая		0,01	Гр	0,49	6,09
27	Мякина виковая		0,01	Гр	0,4	6
28	Мякина гороховая		0,01	Гр	0,52	5,7
29	Мякина гороховая		0,01	Гр	0,35	6,2
30	Мякина гречишная		0,01	Гр	0,33	4,08
31	Мякина гречишная		0,01	Гр	0,27	4,4
32	Мякина клеверная		0,01	Гр	0,66	7,27
33	Мякина клеверная		0,01	Гр	0,6	7,6
34	Мякина льняная		0,01	Гр	0,26	4,14
35	Мякина льняная		0,01	Гр	0,33	5,1
36	Мякина овсяная		0,01	Гр	0,44	4,88
37	Мякина овсяная		0,01	Гр	0,34	5,1
38	Мякина просяная		0,01	Гр	0,41	4,92

Рацион / **Корма** / Нормы / Премикс / Форма / Автор

Оптимизатор рационов (Райхман А.Я.) Версия 4.5.4

Фильтрация.

Фильтр – это быстрый и легкий способ поиска подмножества данных и работы с ними в списке. В отфильтрованном списке отображаются только строки, отвечающие условиям, заданным для столбца. В Microsoft Excel доступны две команды для фильтрации списков.

, включая фильтр по выделенному, для простых условий отбора.

В отличие от сортировки, фильтр не меняет порядок записей в списке. При фильтрации временно скрываются строки, которые не требуется отображать.

Строки, отобранные при фильтрации в Microsoft Excel, можно редактировать, форматировать, создавать на их основе диаграммы, выводить их на печать, не изменяя порядок строк и не перемещая их.

Фильтрование списка.

Фильтры могут быть использованы только для одного списка на листе. В нашей программе для включения фильтра в базе данных по кормам достаточно нажать кнопку

.

Доступны следующие возможности.

Отбор по наименьшему или наибольшему значению

В столбце, содержащем числа, нажмите кнопку со стрелкой и выберите вариант **Первые 10...**.

В среднем поле выберите вариант наибольших или наименьших.

В поле слева введите количество.

В поле справа выберите вариант элементов списка.

Отбор строк списка, содержащих определенный текст

В столбце, содержащем числа, нажмите кнопку со стрелкой и выберите вариант **Условие...**.

В поле слева выберите вариант: равно, не равно, содержит или не содержит. В поле справа введите искомый текст. Чтобы найти текстовые строки, содержащие несколько последовательностей определенных знаков, используйте подстановочные знаки. Следующие подстановочные знаки можно использовать в условиях сравнения в фильтрах, а также при поиске и замене.

Используйте	Чтобы найти
? (знак вопроса)	Один любой знак Пример: условию «сил?с» соответствуют результаты «силос»
* (звездочка)	Любое количество символов Пример: условию «*-травяной» соответствуют результаты «силос травяной» и «сенаж травяной»
~ (тильда), за которой следует ?, * или ~	Вопросительный знак, звездочку или тильду. Пример: условию «ан91~?» соответствует результат «ан91?»

Чтобы добавить дополнительное условие, выберите вариант **И** или **ИЛИ** и повторите предыдущий шаг.

Отбор пустых ячеек или ячеек со значениями

В столбце, содержащем числа, нажмите кнопку со стрелкой и выберите вариант **Пустые** или **Непустые**.

Примечание. Условия **Пустые** и **Непустые** доступны, только если в столбце содержатся пустые ячейки.

Отбор чисел, которые больше или меньше указанного значения

В столбце, содержащем числа, нажмите кнопку со стрелкой и выберите вариант **Условие...**.

В поле слева выберите условие: **больше**, **меньше**, **больше или равно** или **меньше или равно**.

В поле справа введите значение.

Чтобы добавить дополнительное условие, выберите вариант **И** или **ИЛИ** и повторите предыдущий шаг.

Отбор чисел, которые равны или не равны указанному значению

В столбце, содержащем числа, нажмите кнопку со стрелкой и выберите вариант **Условие...**.

В поле слева выберите вариант **равно** или **не равно**.

В поле справа введите значение.

Чтобы добавить дополнительное условие, выберите вариант **И** или **ИЛИ** и повторите предыдущий шаг.

Отбор текстовых строк по их началу или концу

В столбце, содержащем числа, нажмите кнопку со стрелкой и выберите вариант **Условие...**.

В поле слева выберите вариант **начинается с**, **не начинается с**, **заканчивается на** или **не заканчивается на**.

В поле справа введите искомый текст.

Чтобы найти текстовые строки, содержащие несколько последовательностей определенных знаков, используйте подстановочные знаки.

Инструкции

Следующие подстановочные знаки можно использовать в условиях сравнения в фильтрах, а также при поиске и замене.

Используйте	Чтобы найти
? (знак вопроса)	Один любой знак Пример: условию «бар?н» соответствуют результаты «барин» и «барон»
* (звездочка)	Любое количество символов Пример: условию «*-восток» соответствуют результаты «северо-восток» и «юго-восток»
~ (тильда), за которой следует ?, * или ~	Вопросительный знак, звездочку или тильду. Пример: условию «ан91~?» соответствует результат «ан91?»

Чтобы добавить дополнительное условие, выберите вариант **И** или **ИЛИ** и повторите предыдущий шаг.

Отбор наибольших или наименьших чисел в процентном соотношении

В столбце, содержащем числа, нажмите кнопку со стрелкой и выберите вариант **Первые 10...**.

В среднем поле выберите вариант **наибольших** или **наименьших**.

В поле слева введите количество.

В поле справа выберите вариант **% от количества элементов**.

Примечания:

1. Если данные уже отфильтрованы по одному из столбцов, при использовании фильтра для другого столбца будут предложены только те значения, которые видны в отфильтрованном списке.

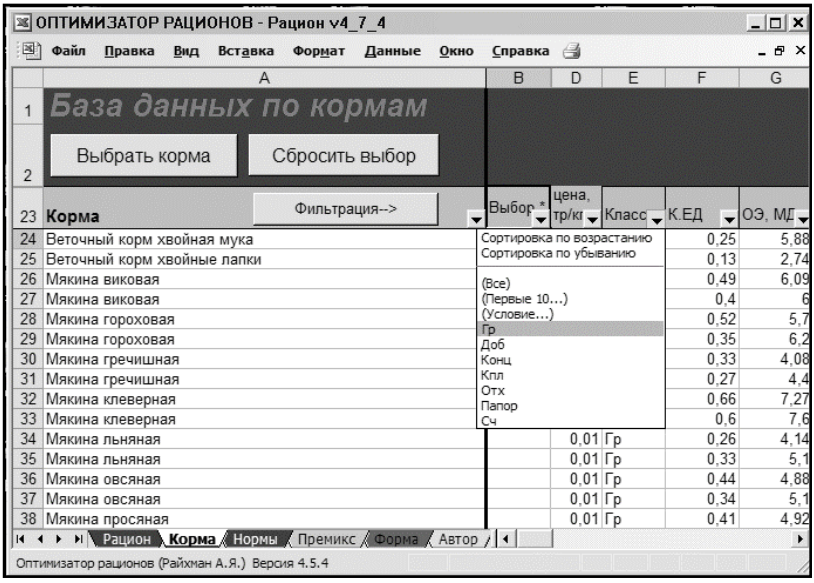
2. При нажатии кнопки со стрелкой в списке отображается только первая 1000 уникальных записей.

Удаление фильтров

Чтобы удалить фильтр, примененный для одного столбца диапазона или списка, нажмите кнопку со стрелкой рядом со столбцом, а затем выберите команду **Все**.

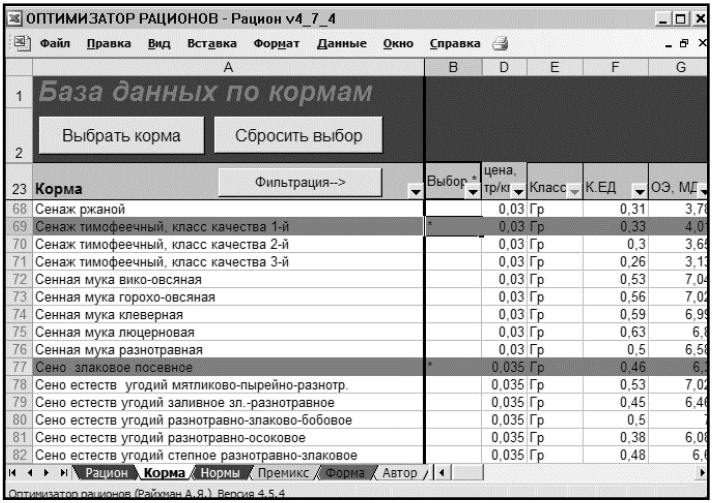
Чтобы удалить фильтры для всех столбцов диапазона или списка, выберите в меню **Данные** пункт **Фильтр**, а затем – команду **Отобразить все**.

Чтобы убрать кнопки фильтра, отображающиеся рядом со столбцами, выберите в меню **Данные** пункт **Фильтр**, а затем – команду **Автофильтр**.



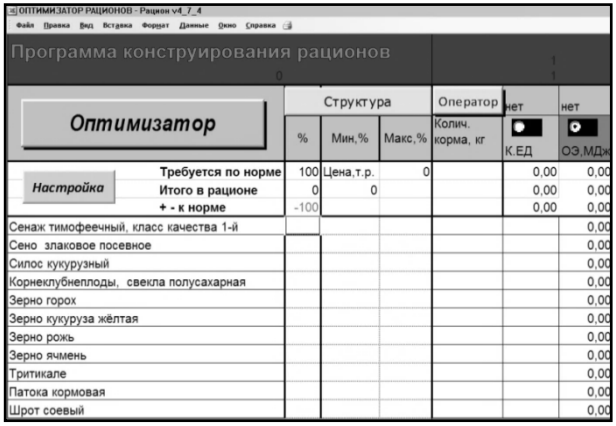
В диалоговом окне «Оптимизатор рационов» приведен пример выбора грубых кормов с предварительной фильтрацией по полю **Класс**. После этого достаточно пометить корма звездочкой (*****) и перейти к фильтрации по этому же полю выбрав значение **сч** (сочные), затем **Кпл** (корнеплоды) и т.д.

В приведенном примере выбрано **Сено злаковое посевное** и **Сенаж тимофеечный, класс качества 1-й**.

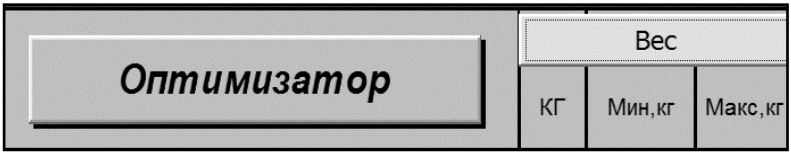


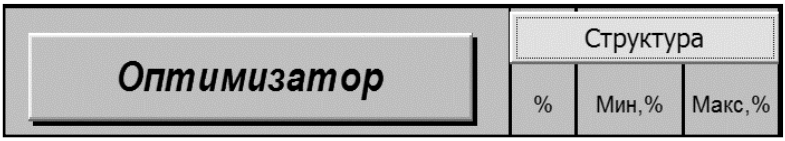
Выбранные корма подсвечиваются для лучшей визуализации.

После завершения выбора всех необходимых кормов достаточно нажать программную кнопку **Выбрать корма**, и они автоматически будут перенесены в таблицу рациона.



Самая простая и наиболее очевидная возможность составления рациона заключается в простой подстановке значений кормов по весу или по структуре, как показано на следующих рисунках. Нажатием левой кнопки мыши на кнопку **Вес** она конвертируется в кнопку **Структура** и наоборот.





Значения вводятся в столбец КГ или % в зависимости от выбранной альтернативы. Рацион просчитывается автоматически без включения процедуры оптимизации. В некоторых ситуациях этого бывает достаточно для автоматизации расчета рациона и для определенной части неискушенных пользователей, возможно, этого будет достаточно. Такой подход ускоряет расчет рациона, но не обеспечивает получение оптимального варианта.

Далее приведен скриншот таблицы рациона, составленного через определение структуры по обменной энергии и сбалансированного неудовлетворительно по основным элементам питания:

ОПТИМИЗАТОР РАЦИОНОВ - Рацион Лакт коров 500 кг 22 кг

Файл Правка Вид Вставка Формат Данные Окно Справка

Программа конструирования рационов

Лакт коров 500 кг , (61 – 120-й день , II фаза) 22

Оптимизатор	Структура %	Структура Мин,%	Структура Макс,%	Оператор Колич. корма, кг	нет К.ЕД	нет ОЭ,МДж	нет СВ, кг	нет ПП, г	нет Сахар, г
Настройка: Требуется по норме	100	Цена,т.р.	11,424		16,30	195,60	17,68	1700	1759
Итого в рационе	100	0			18,19	195,60	18,15	1713	1755
+ - к норме	0				1,89	0,00	0,47	13	-4
Сенаж тимофеечный, класс качества 1-й	11			**5,37**	1,77	21,52	2,36	193	161
Сено злаковое посевное	5			**1,55**	0,71	9,78	1,29	57	45
Силос кукурузный	28			**23,81**	4,76	54,77	5,95	333	143
Корнеклубнеплоды, свекла полусахарная	10			**9,06**	1,54	19,56	1,56	118	878
Зерно горох	6			**1,06**	1,25	11,74	0,90	203	58
Зерно кукуруза жёлтая	4			**0,64**	0,85	7,82	0,55	47	26
Зерно рожь	4			**0,76**	0,87	7,82	0,65	69	11
Зерно ячмень	15			**2,79**	3,21	29,34	2,38	238	6
Тритикале	10			**1,72**	2,02	19,56	1,46	182	30
Патока кормовая	3			**0,63**	0,47	5,87	0,50	31	339
Шрот соевый	4			**0,61**	0,73	7,82	0,56	242	58

В структуре рациона 43 % занимают концентраты, и поэтому стоимость его высока. Сбалансированность по обменной энергии, переваримому протеину и сахару удовлетво-

рительная. Отклонения по этим показателям на 13 и 4 г существенными считать нельзя. Избыток сухого вещества составляет 470 г, а кормовые единицы превышают норму на 1,89.

Желтым цветом в шапке таблице отображается показатель, определяющий структуру рациона. В данном случае это обменная энергия. Достаточно перетащить точку на показатель **Кормовые единицы** и рацион пересчитается по кормовым единицам, т. е. разница между нормой и потреблением будет нивелирована. Такой подход обеспечивает возможность сравнительной оценки рационов, составленных по разным энергетическим эквивалентам питательности, и разница между получаемыми вариантами тем значительнее, чем выше продуктивность животных.

Следуя методики «подбора вручную», можно приблизиться к достаточно сбалансированному варианту по 3–4 показателям. Но на этом возможности такого метода исчерпаны.

Для получения оптимального варианта решения мы предлагаем подключение математического оптимизатора, обеспечивающего наилучший вариант решения из возможных в условиях реально существующих ограничений, которые зависят не только от набора кормовых средств и физиологических потребностей животных, но и от запасов кормов в хозяйстве, их качества, доступности и ограничений, определяемых технологией содержания животных, а также возможностью организовать дифференцированное кормление по лактационным фазам и продуктивности.

Программа конструирования рационов

Лакт коров 500 кг , (61 – 120-й день , II фаза) 16

Оптимизатор		Структура			Коэффиц	нет	=	нет	=	=	=
		%	Мин,%	Макс,%	Колич. корма, кг	К.ЕД	ОЭ,МДж	СВ, кг	ПП, г	СК, г	Сахар, г
Настройка	Требуется по норме	100	Цена,т.р.	10,32		13,30	163,18	15,70	1340	3784	1289
	Итого в рационе	100	547			14,56	163,18	16,24	1340	3784	1289
	+ - к норме	0				1,26	0,00	0,54	0	0	0
Сенаж разнотравный		9,87	8	16	**4,68**	1,36	16,10	2,11	108	735	108
Сено злаковое посевное		6	6	12	**1,55**	0,71	9,79	1,29	58	393	45
Шрот рапсовый		1,76	0	10	**0,25**	0,23	2,87	0,23	80	30	18
Шрот соевый		5	0	5	**0,63**	0,76	8,16	0,58	253	39	60
Зерно кукуруза жёлтая		5	0	5	**0,67**	0,89	8,16	0,57	49	25	27
Зерно овёс		0	0	10			0,00				
Зерно пшеница мягкая		0	0	10			0,00				
Зерно ячмень		5	5	20	**0,78**	0,89	8,16	0,66	66	38	2
Тритикале		11,3	0	15	**1,63**	1,90	18,48	1,38	171	37	28
Корнеклубнеплоды, свекла полусахарная		11,1	4	16	**8,35**	1,42	18,03	1,44	109	92	810
Патока кормовая		0	0	10			0,00				
Силос кукурузный		45	20	45	**31,93**	6,39	73,43	7,98	447	2394	192

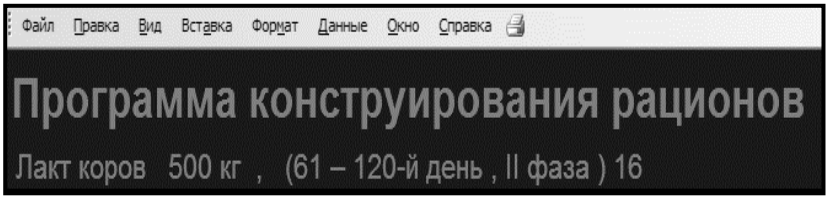
Так выглядит окно модели рациона после запуска процедуры оптимизации при заданных ограничениях на корма (указаны границы скармливания кормов) и жестких ограничениях на основные параметры питательной ценности рациона. Из всех доступных ограничений на потребление питательных веществ включены 4 основных:

- обменная энергия, МДж;
- переваримый протеин, г;
- сырая клетчатка, г;
- сахар, г.

После запуска процедуры оптимизации математический модуль произвел расчеты по выбору оптимального варианта рациона и подобрал кормовую смесь таким образом, что суммарное потребление перечисленных выше показателей в точности соответствует потребности в них животного. Количество сухого вещества в рационе (один из самых значимых показателей) было приближено к норме и составило +0,54 кг. Это уникальная особенность математического метода программы. Улучшить этот показатель невозможно без ущерба для всех определенных пользователем жестких ограничений на корма и нормы.

Кроме того, программа выбирает самый дешевый вариант рациона из всех возможных.

Описание системы меню программы.



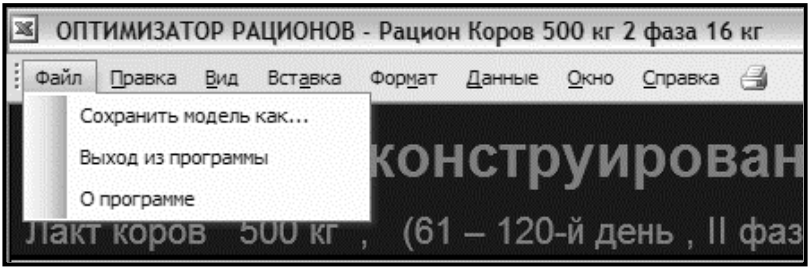
Центральное меню программы включает следующие пункты меню: **Файл, Правка, Вид, Вставка, Формат, Данные, Окно, Справка.**

Ниже показано меню **«Файл»**:

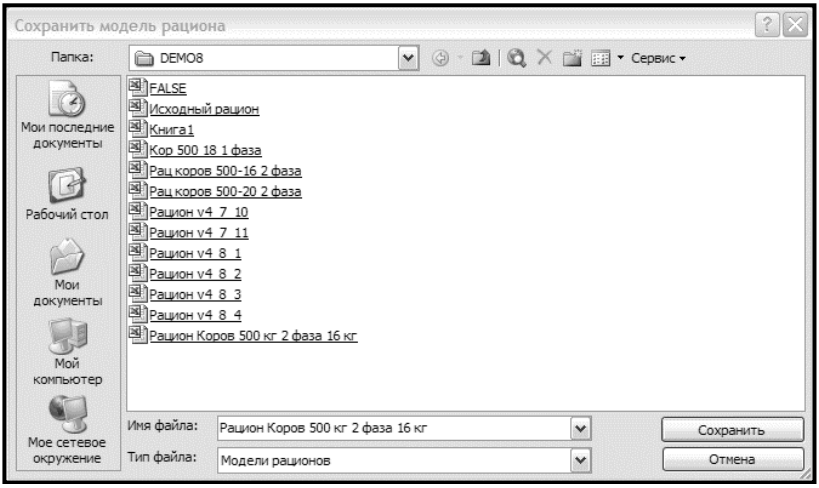
Сохранить модель как…

Выход из программы

О программе



При выборе пункта меню «Файл» «Сохранить модель как…» на экран выводится стандартный диалог ввода спецификации сохраняемого файла.



Диалог «Сохранить модель рациона» позволяет сохранить модель в любом доступном месте на жестком диске, дискете или флэш карте под любым именем длиной до 255 символов в соответствии с правилами определения имен файлов для операционной системы Windows XP, но не позволяет изменить тип сохраняемого файла. Тип файла модели рациона является файлом формата xls – файл электронной книги программы Excel 2003. Попытка открытия другого файла указанного формата, не соответствующего модели рациона, приведет к ошибке с соответствующим системным сообщением.

Сохраненная.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Баканов, В. Н. Кормление сельскохозяйственных животных / В. Н. Баканов, В. К. Менькин. – М.: Агропромиздат, 2003.

2. Биологические особенности нормированного кормления: учеб.-метод. пособие / С. И. Николаев [и др.]. – Волгоград: ФГБОУ Волгоградский ГАУ, 2013. – 124 с.

3. Полноценное кормление молочного скота – основа реализации генетического потенциала продуктивности / В. И. Волгин [и др.]. – М.: РАН, 2018. – 260 с.

4. Ганущенко, О. Ф. Организация рационального кормления коров с использованием современных методов контроля полноценности их питания: рекомендации / О. Ф. Ганущенко, Д. Т. Соболев. – Витебск: ВГАВМ, 2016. – 80 с.

5. Давидович, Г. Н. Конструирование рационов лактирующих коров с использованием адресных комбикормов / Г. Н. Давидович, А. Я. Райхман // Сб. науч. работ студентов Республики Беларусь «НИРС 2011» / Г. Н. Давидович, А. Я. Райхман. – Минск, 2012. – С. 282–283.

6. Дурст, Л. Кормление сельскохозяйственных животных / Л. Дурст, М. Виттман; пер. с нем.; под ред. и с пред. И. И. Ибатуллина, Г. В. Проваторова. – Винница: НОВА КНИГА, 2003. – 384 с.

7. Зоотехнический анализ кормов / Е. А. Петухова [и др]. – М.: Агропромиздат, 1989. – 239 с.

8. Кердяшов, Н. Н. Особенности кормления высокопродуктивных животных: учеб. пособие / Н. Н. Кердяшов. – Пенза: РИО ПГСХА, 2015. – 190 с.

9. Кормовые нормы и состав кормов / А. П. Шпаков [и др.]. – 2-е изд. – Витебск: УО ВГАВМ, 2005. – 376 с.

10. Кормление сельскохозяйственных животных: учеб. пособие / В. К. Пестис [и др.]; под ред. В. К. Пестиса. – Минск: ИВЦ Минфина, 2009. – 540 с.

11. Классификатор сырья и продукции комбикормового производства Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. – Минск, 2010. – 168 с

12. Корма и биологически активные вещества / Н. А. Попков [и др.]. – Минск: Белорус. навука, 2005. – 882 с.

13. Менькин, В. К. Кормление животных / В. К. Менькин. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: КолосС, 2006. – 360 с.

14. Организационно-технологические нормативы производства продукции животноводства и заготовки кормов: сб. отраслевых регламентов / Нац. акад. наук Беларуси, ин-т экономики НАН Беларуси; разраб. В. Г. Гусаков [и др.]. – Минск: Белорус. наука, 2007. – 283 с.

15. Кормление сельскохозяйственных животных: учебник / В. К. Пестис [и др.]; под ред. В. К. Пестиса. – Минск: ИВЦ Минфина, 2021. – 657 с.

16. Петрухин, И. В. Корма и кормовые добавки: справочник / И.

20. Райхман, А. Я. Оптимизация соотношения кормов в рационах коров средствами компьютерного моделирования / А. Я. Райхман // Актуальные проблемы развития животноводства: сб. науч. тр. – Горки: БГСХА, 2007. – Вып. 10.

21. Райхман, А. Я. Эффективность использования адресных комбикормов в кормлении коров на раздое / А. Я. Райхман // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: сб. науч. тр. – Горки: БГСХА, 2010. – Вып. 13. – Ч. 1. – С. 215–220.

22. Райхман, А. Я. Оптимизация соотношения кормов в рационах коров методом параметрического анализа / А. Я. Райхман // Актуальные проблемы развития животноводства: матер. XVII Межд. науч.-практ. конф. – Горки: БГСХА, 2014. – С. 208–211.

23. Рядчиков, В. Г. Основы питания и кормления сельскохозяйственных животных: учебник / В. Г. Рядчиков. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 640 с.

24. Справочник по приготовлению, хранению и использованию кормов / П. С. Авраменко [и др.]. – Минск: Ураджай, 1993. – 53 с.

25. Сенаж. Технические условия: ГОСТ 23637-90. – Введ. 01.05.91. – М.: ИПК «Изд-во стандартов», 1990. – 8 с.

26. Силос из кормовых растений. Общие технические условия: СТБ 1223-2000. – Минск: БелГИСС, 2000. – 16 с.

27. Сено. Технические условия: ГОСТ 4808-87. – Введ. 01.05.88. – М.: ИПК «Изд-во стандартов», 1987. – 34 с.

28. Фаритов, Т. А. Корма и кормовые добавки для животных: учеб. пособие / Т. А. Фаритов. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 304 с.

29. Шупик, М. В. Кормление сельскохозяйственных животных. Кормление крупного рогатого скота, овец, коз и лошадей / М. В. Шупик, А. Я. Райхман. – Горки: БГСХА, 2014. – 236 с.

30. Щеглов, В. В. Корма. Приготовление, хранение, использование: справочник / В. В. Щеглов, Л. Г. Боярский. – М.: Агропромиздат, 1990. – 255 с.

31. Хохрин, С. Н. Кормопроизводство и кормление сельскохозяйственных животных : учебник / С. Н. Хохрин, Ю. П. Савенко. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 300 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Используемые сокращения ... 3
Введение ... 5
1. Оценка питательности кормов и рационов ... 6
1.1. Изучение химического состава кормов ... 6
1.2. Оценка кормов по переваримым питательным веществам ... 13
1.3. Расчет общей питательности кормов по их продуктивному действию ... 20
1.4. Расчет энергетической питательности кормов в показателях обменной энергии и чистой энергии лактации ... 27
1.5. Протеиновая питательность кормов и рационов ... 33
1.6. Минеральная и витаминная питательность кормов и рационов ... 39
1.7. Отбор средней пробы кормов для проведения зоотехнического анализа ... 41
2. Классификация и характеристика кормовых средств ... 50
2.1. Классификация кормовых средств ... 50
2.2. Зеленые корма ... 56
2.2.1. Определение урожайности пастбищ, поедаемости травы и ее питательности ... 61
2.3. Силос, силаж и сенаж ... 69
2.4. Корма травяные, искусственно высушенные ... 85
2.5. Сено, солома ... 90
2.6. Корнеклубнеплоды ... 98
2.7. Зерновые корма ... 101
2.8. Отходы технических производств ... 113
2.9. Корма животного происхождения ... 122
2.10. Кормовые добавки химического и микробиологического синтеза ... 127
2.11. Комбикорма, белково-витаминно-минеральные добавки и премиксы ... 138
3. Кормление крупного рогатого скота ... 149
3.1. Кормление лактирующих коров по фазам лактации ... 150
3.2. Потребность лактирующих коров в сухом веществе и энергии ... 168
3.3. Потребность лактирующих коров в протеине ... 177
3.4. Кормление стельных сухостойных коров ... 183
3.5. Кормление ремонтного молодняка молочного скота ... 191
3.5.1. Кормление телок до 6-месячного возраста ... 191
3.5.2. Кормление ремонтных телок старше 6-месячного возраста ... 198
4. Методические основы составления полноценных рационов ... 205
4.1. Балансирование рационов по энергии и основным питательным веществам ... 205
4.2. Балансирование рационов средствами встроенных функций электронной таблицы ... 211
4.3. Построение экономико-математической модели рациона для решения средствами табличного процессора ... 214
4.4. Составление рационов с использованием надстройки «Поиск решения» ... 216
4.4.1. Назначение инструмента «Поиск решения» ... 217
4.4.2. Элементы диалогового окна «Поиск решения» ... 220
4.4.3. Элементы диалогового окна «Параметры» ... 221
4.4.4. Математическая модель рациона ... 223
4.4.5. Решение математической модели рациона ... 225
4.4.6. Пример составления рациона посредством программы «Поиск решения» ... 225
4.4.7. Анализ качества составленного рациона ... 231
4.4.8. Методика включения искусственных ресурсов ... 233
Приложения ... 239
Библиографический список ... 269

Учебное издание

Райхман Алексей Яковлевич
Мясников Георгий Георгиевич

КОРМЛЕНИЕ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

КОРМЛЕНИЕ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Учебно-методическое пособие

Редактор *С. Н. Кириленко*
Технический редактор *Н. Л. Якубовская*

Подписано в печать 16.05.2023. Формат 60×84 1/16. Бумага офсетная.
Ризография. Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. 15,81. Уч.-изд. л. 13,83.
Тираж 50 экз. Заказ .

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».
Свидетельство о ГРИИРПИ № 1/52 от 09.10.2013.
Ул. Мичурина, 13, 213407, г. Горки.

Отпечатано в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».
Ул. Мичурина, 5, 213407, г. Горки.