

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ

**Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»**

М. В. Шупик, А. Я. Райхман

КОРМЛЕНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

МЕТОДИКА И ТЕХНИКА СОСТАВЛЕНИЯ РАЦИОНОВ ДЛЯ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

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

**Горки
БГСХА
2013**

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ

**Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»**

М. В. Шупик, А. Я. Райхман

КОРМЛЕНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

МЕТОДИКА И ТЕХНИКА СОСТАВЛЕНИЯ РАЦИОНОВ ДЛЯ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

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

**Горки
БГСХА
2013**

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

М. В. Шупик, А. Я. Райхман

КОРМЛЕНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

МЕТОДИКА И ТЕХНИКА СОСТАВЛЕНИЯ РАЦИОНОВ ДЛЯ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Рекомендовано
учебно-методическим объединением по образованию в области сель-
ского хозяйства в качестве учебно-методического пособия
для студентов учреждений высшего образования,
обучающихся по специальности 1-74 03 01 Зоотехния

Горки
БГСХА
2013

УДК 636.22/28. 084. 412+636.22/28.084 413

ББК 46.0+45.4я7

Ш 95

*Рекомендовано Научно-методическим советом БГСХА
22.05.2013 г. (протокол № 19)
и методической комиссией зооинженерного факультета
26.04.2013 г. (протокол № 6)*

Авторы:

Кандидаты сельскохозяйственных наук, доценты
Шупик М. В.; Райхман А.Я.

Рецензенты:

доктор сельскохозяйственных наук, профессор УО ВГАВМ *Н. А. Яцко*;
доктор сельскохозяйственных наук, профессор РУП «Научно-
практический центр НАН Беларуси» *В. Ф. Радчиков*

Ш 95 Шупик, М. В. Кормление сельскохозяйственных животных.

Методика и техника составления рационов для крупного рогатого скота: учебное пособие / М. В. Шупик, А. Я. Райхман. – Горки : БГСХА, 2013. – 123 с.

Приведены сведения о значении отдельных питательных веществ для кормления коров в различных фазах лактации в зимний и летний периоды, а также для телят до 6-месячного возраста, ремонтных телок и бычков, нормы кормления, требования к рационам, а также дана техника составления рационов.

Для студентов зооинженерных специальностей.

УДК 636.22/ 28. 084. 412 + 636. 22/ 28. 084 413

ББК 46.0+45.4я7

© УО «Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия», 2013

ВВЕДЕНИЕ

Создание детализированных норм кормления сельскохозяйственных животных, в которых потребность в элементах питания учитывается по 20–30 показателям, а для птицы и более, является крупным достижением зоотехнической науки. Вместе с тем в этих нормах не учитывается факториальный метод оценки потребностей коров в питательных веществах и энергии. Затраты питательных веществ отдельно на поддерживающий обмен, молоко, раздой, рост плода, отложение в теле, передвижение не рассматриваются и в анализе не учитываются. Не учтена дифференциация норм кормления коров по фазам лактации, а также для условий зимнего и летнего периодов. Не придается значения делению рационов на базисную и продуктивную части, что усложняет работу по индивидуальному кормлению коров с учетом уровня их продуктивности. В значительной степени недооценивается также влияние основного фактора – энергии, ее концентрации в сухом веществе кормов и рационов для крупного рогатого скота.

Для получения высокой продуктивности животных в соответствии с их генетическим потенциалом необходимо добиться, чтобы животные потребляли больше сухих веществ с высокой концентрацией энергии и питательных элементов в рационах, состоящих из разнообразных кормов. Здесь на первый план выдвигаются вопросы повышения качества кормов: улучшение их вкусовых качеств, применение кормовых добавок с обязательным строгим контролем всех элементов питания, учетом их факториальной дифференциации для разных технологических групп скота, а для коров – и с учетом дифференциации по фазам физиологических циклов.

Методика составления рационов для пастбищного кормления молочного скота учитывает увеличение потребления коровами сухого вещества травы до 3,5–4,0 кг на 100 кг живой массы в сутки. Нормы кормления коров приведены по фазам лактации, а для телок – для интенсивного выращивания.

Приведено составление рациона для дойных коров первой фазы лактации – наиболее трудного периода лактационной деятельности коровы. Рационы для коров других фаз лактации, а также для ремонтных телок и нетелей по аналогии будет составлять легче, кто освоит данную методику.

1. ЗНАЧЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ

Сухое вещество. Одним из главных показателей в системе нормированного кормления животных является сухое вещество, используемое в качестве основного критерия величины рациона и определения концентрации элементов питания, для контроля за фактическим соотношением различных питательных веществ в нем.

Общее правило кормления сельскохозяйственных животных состоит в том, чтобы потребность в сухом веществе была как можно больше удовлетворена для повышения их продуктивности. Потребление сухого вещества зависит от состава рациона, вкусовых и физических свойств корма, подготовки его к скармливанию, уровня продуктивности животных, переваримости питательных веществ и др. Чем ниже переваримость сухого вещества рациона, тем меньше его потребление животными, особенно высокопродуктивными.

В расчете на 100 кг живой массы коровы потребление сухого вещества может колебаться от 2 до 4 кг, а в отдельных случаях и выше. Молодняк в возрасте 12 мес потребляет сухого вещества на 100 кг живой массы от 2,2 до 3,5 кг.

Установлено, 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 (0,12–0,29), а высокопродуктивные со 2-й по 5-ую 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-й–100-й день лактации.

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 %.

Потребность в сухом веществе можно рассчитать по формуле

$$СВ = 3,827 + (0,012 \times \text{живая масса}) + (0,269 \times \text{сут. удой}).$$

Например: корова ж.м. 600 кг с удоем 25 кг требуется сухого вещества:

$$3,827 + (0,012 \times 600) + (0,269 \times 25) = 17,7 \text{ кг.}$$

Ориентировочное распределение потребления сухого вещества рациона по месяцам производственного цикла представлено на рис. 1.



Рис. 1. Распределение суточного потребления сухого вещества по месяцам производственного цикла

Энергия. Продуктивность коров зависит не только от принятого количества сухого вещества, но и от концентрации энергии в потребленных кормах. Это значит, что с увеличением продуктивности дойных коров повышается и потребление сухого вещества, причем одновременно должна повышаться концентрация энергии на единицу потребленного сухого вещества.

В качестве оценки энергетической питательности кормов и рационов наряду с овсяными кормовыми единицами (ОКЕ) применяются и энергетические кормовые единицы (ЭКЕ). За единицу оценки ЭКЕ принято считать обменную энергию. Одна энергетическая кормовая единица составляет 10 мегаджоулей (МДж) обменной энергии. Содержание обменной энергии устанавливают в опытах по определению переваримости питательных веществ по разности содержания энергии в принятом корме и выделенной в кале и моче. Оставшаяся часть её идет на обеспечение основных жизненно важных функций организма и образование продукции.

В производственных условиях обменную энергию (ОЭ) рассчитывают по формулам в зависимости от вида животных:

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

где пП, пЖ, пК, пБЭВ – это переваримые протеин, жир, клетчатка, безазотистые экстрактивные вещества, выраженные в граммах.

В агрохимических лабораториях обменную энергию и кормовые единицы в кормах рассчитывают по формулам

для сена – $OЭ = 13,1 \times (1,0 - C_{кл} \times 1,05)$,

где $OЭ$ – обменная энергия, МДж/кг СВ;

$C_{кл}$ – сырая клетчатка, кг/кг СВ;

$$\text{к.ед. в 1 кг СВ} = OЭ^2 \times 0,0081;$$

для сенажа – $OЭ = 5,59 + \frac{25,09}{X_1} + 0,202 \times X_2$,

где X_1 – сырая клетчатка в сухом веществе, %;

X_2 – сырой протеин в сухом веществе, %;

$$\text{к.ед. в 1 кг СВ} = OЭ^2 \times 0,0081;$$

для силоса из травянистых кормов –

$$OЭ = K_1 - 0,045 \times C_{кл} - 0,015 \times C_3 + 0,07 \times C_{п},$$

где K_1 – коэффициент для определения обменной энергии (для силоса из многолетних бобовых и злаковых трав равен 9,5);

$C_{кл}$ – сырая клетчатка в сухом веществе, %;

C_3 – сырая зола в сухом веществе, %;

$C_{п}$ – сырой протеин в сухом веществе, %;

$$\text{к.ед. в 1 кг СВ} = OЭ^2 \times K_2,$$

где K_2 – коэффициент для определения кормовых единиц (для травянистых кормов он равен 0,0088);

для кукурузного силоса –

$$OЭ = 0,07 + 0,099 \times СВ, \text{ МДж/кг},$$

где СВ – сухое вещество, %;

$$\text{к.ед. в 1 кг корма} = 0,01 \times СВ - 0,031;$$

для концентратов –

$$OЭ = 12 \times C_{п} + 31 \times C_{ж} + 5 \times C_{кл} + 13 \times БЭВ, \text{ МДж/кг СВ},$$

где $C_{п}$, $C_{ж}$, $C_{кл}$, БЭВ – питательные вещества, кг/кг СВ.

В корнеклубнеплодах и концентратах с содержанием менее 20 % протеина:

$$\text{ОЭ (МДж/кг СВ)} = (77,61 - 0,071 \text{ К} + 0,03\text{П}) \times 0,0088\text{ВЭ}.$$

В концентрированных кормах с содержанием сырого протеина свыше 20 %:

$$\text{ОЭ (МДж/кг СВ)} = (63,03 - 0,014\text{К} + 0,0375\text{П}) \times 0,008\text{ВЭ};$$

В кормах животного происхождения:

$$\text{ОЭ (МДж/кг СВ)} = (55,63 + 0,0426\text{П}) \times 0,008\text{ВЭ},$$

где ОЭ – обменная энергия, МДж/кг СВ;

К – сырая клетчатка, г/кг СВ;

П – сырой протеин, г/кг СВ;

ВЭ – валовая энергия, МДж/кг СВ.

Для расчета содержания обменной энергии в концентрированных кормах с низким уровнем клетчатки (менее 13 %) в сухом веществе, имеющих относительно стабильные коэффициенты переваримости питательных веществ, пользуются данными о процентном содержании сырых питательных веществ (СП – протеина, СЖ – жира, СК – клетчатки, СБЭВ – безазотистых экстрактивных веществ):

$$\text{ОЭ МДж/кг} = 0,12 \text{ СП}\% + 0,31 \text{ СЖ}\% + 0,05 \text{ СК}\% + 0,14 \text{ СБЭВ}\%.$$

Обеспеченность животных энергией – важнейший фактор, который определяет их продуктивность (табл. 1).

Исходя из содержания энергии, а также сбалансированности сухого вещества по основным элементам питания можно прогнозировать молочную продуктивность коров. Чем выше их продуктивность, тем больше должна быть концентрация энергии в сухом веществе и наоборот. При снижении содержания энергии в единице корма увеличивается потребность животных в сухом веществе, которое при этом хуже используется животными.

Для коров живой массой 500 кг и удоем 10 кг достаточно, чтобы в 1 кг СВ рациона содержалось 8,7 МДж ОЭ; с удоем 20 кг – 9,8 МДж; 35 кг и более – 11 МДж и более ОЭ.

При увеличении продуктивности коров от 10 до 40 кг молока потребность в обменной энергии увеличивается в 2,5 раза. Для высокопродуктивных коров, чтобы обеспечить такой уровень энергии, необходимо увеличивать дачу концентрированных кормов в рационах, содержащих в 1 кг сухого вещества больше энергии в сравнении с другими кормами.

Т а б л и ц а 1. 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 2. 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

Протеин. 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 корма за минусом выделенного кала и характеризует переваримость сырого протеина. В практике кормления сырой протеин определяется по количеству азота в протеине, равному 16 %.

Потребность коров в сыром и переваримом протеине сильно варьирует в зависимости от концентрации энергии в сухом веществе и уровня продуктивности (табл. 3).

Для коров с удоем 10 кг достаточно 11,0 % сырого протеина в сухом веществе, при удое 32 кг – 16,5 %, а переваримого протеина – на 1 ЭКЕ соответственно 82 и 101 г.

Т а б л и ц а 3. **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 перевариваются, 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 покрытия 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 усвояемых аминокислот.

При ферментации белка в рубце образуется аммиак и смесь органических кислот. Аммиак используется микробами для образования белка собственных клеток. Однако бактерии разрушают гораздо больше белка, чем могло бы обеспечить их потребность в аммиаке.

В то же время следует иметь в виду, что недостаток аммиака в рубце ослабляет рост микроорганизмов и рубцовое пищеварение в целом, ухудшает потребление корма животными.

Биохимические процессы в рубце жвачных характеризуются не только распадом азотистых веществ до аммиака, но и синтезом белков и витаминов из низкомолекулярных азотистых соединений.

Синтезируемые рубцовой микрофлорой белки обладают более вы-

сокой биологической ценностью. Из 100 г микробного белка в организме жвачного животного образуется 80 г животного белка, тогда как из растительных – 50–60 г. Подсчитано, что синтез микробного белка в сутки составляет 700–1500 г у коров и 50–100 г у овец, или до 40–80% протеина кормов превращаются в микробный белок.

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 мочевины 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, и небелковых форм 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 в рационе.

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.

Следует понять, что нормальный уровень НРП в рационе при недостатке общего количества в нём обменной энергии значимой прибавки удоя обеспечить не может. Это обусловлено тем, что при недос-

татке энергии часть аминокислот в цикле лимонной кислоты превратится в энергию. Такое превращение чревато интенсивным образованием побочного продукта лимонного цикла ацетил коэнзима. А последний является предшественником синтеза кетоновых тел. Это означает, что нарастание количества ввода НРП в рационе дойной коровы без достаточного баланса поступления обменной энергии может закончиться проявлением кетоза разной степени интенсивности.

Так, для коров с удоем 4000 кг молока за лактацию в рационе должно содержаться 70 % расщепляемого и 30 % нерасщепляемого протеина. При увеличении продуктивности до 6000 кг молока их должно содержаться 65 и 35 % соответственно. Наиболее оптимальным уровнем расщепляемости протеина в рационе коров является: в начале лактации (1–100 дней) или 60–65 %, в середине – (101–200 дня), или 70–73 %, в конце – (201 и более дней), или 70–72 %.

Для правильной работы преджелудков и выработки оптимальной взаимосвязи рубцового и кишечного пищеварения следует обратиться к контролю показателя белкового баланса рубца (ББР), чтобы привести в идеальное соотношение поступление энергии и азотистых веществ с кормом.

Фактически ББР оценивает степень равновесия между количеством потреблённых расщепляемых в преджелудках азотистых веществ и количеством синтезированного там микробного белка, на которое хватило энергии корма.

Показатель ББР корма будет положительным, если количество содержащегося в нем РП будет больше, чем количество белка, которое микробы смогут синтезировать в преджелудках из этого РП при помощи энергии, содержащейся в корме.

На практике положительный показатель ББР корма означает, что микробы не получают из корма достаточного количества энергии для того, чтобы превратить весь содержащийся в нем расщепляемый протеин в собственный микробный белок.

Когда показатель ББР корма отрицательный, то это означает, что микроорганизмам преджелудков не хватает азотистых веществ, чтобы рационально использовать всю доступную энергию, поступающую с кормом. В этом случае микробы могли бы более эффективно работать, если к корму добавить источники небелкового азота.

Корма по степени растворимости и расщепляемости протеина делят на три группы:

1-я группа – корма с преобладанием распадающихся фракций сырого протеина (70–90 %): трава пастбищ, силос, картофель, свекла кормовая;

2-я группа – корма со средней расщепляемостью сырого протеина (50–70 %): комбикорм, брикеты злаковые, сено разнотравное, жмых, соевый и подсолнечниковый шрот;

3-я группа – корма с низкой расщепляемостью сырого протеина (30–50 %): рыбная мука, сухая барда, сухой свекловичный жом, резка травяная, кукурузная дерть.

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

$$РП = 7,8 \times ОЭ,$$

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; источник образования ферментов и гормонов, энергии при дезаминировании, иммунитета.

Входящие в протеин белки, преобразовавшиеся в белок животного происхождения, выполняют 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 коллоидноосмотическую функцию.

Углеводы – главная составная часть сухого вещества растительных кормов. При зоотехническом анализе кормов углеводы разделяют на две группы – сырую клетчатку и безазотистые экстрактивные вещества. По химическому составу углеводы подразделяются на: моносахариды (глюкоза, фруктоза, манноза, галактоза, рибоза); дисахариды (сахароза, мальтоза, лактоза, целлобиоза); трисахариды (рафиноза); полисахариды (крахмал, декстрины, целлюлоза, гемицеллюлоза).

Углеводы поступают в рубец жвачных в виде сахаров, крахмала, гемицеллюлозы, целлюлозы и некоторых других соединений. Микроорганизмы рубца расщепляют сложные углеводы до простых сахаров, которые в дальнейшем сбраживаются до уксусной, пропионовой, масляной и других кислот. Образующиеся в рубце в большом количестве летучие жирные кислоты (ЛЖК) составляют у жвачных главный источник энергии (до 70 % общей энергетической потребности). ЛЖК всасываются непосредственно в рубце, их общее количество в нем достигает 3–4,5 кг в сутки, а это равнозначно 33,5–75,4 МДж энергии.

Для кормления жвачных животных наибольшее значение имеют клетчатка, крахмал, сахар.

Клетчатка в определенном количестве необходима жвачным животным как источник энергетического материала для стимуляции деятельности рубца, сохранения здоровья и поддержания на определенном уровне жирности молока. Она оказывает механическое воздействие на стенки рубца и кишечника, вызывая моторную функцию и перистальтику, удлиняет процесс жвачки, в результате которого выделяется большое количество слюны, которая идет на щелочную реакцию, что обеспечивает кислотность рубца на уровне pH, равном 6,5–7,0.

Клетчатка состоит из нейтрально-детергентного и кислотно-детергентного волокна. Каждая из фракций выполняет специфическую функцию и обеспечивает организм необходимыми питательными веществами.

По методу определения структурные углеводы делятся на кислот-

но-детергентную клетчатку (КДК) и нейтрально-детергентную клетчатку (НДК). Кислотно-детергентная клетчатка (КДК) – это 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. Нейтрально-детергентная клетчатка (НДК) – это фракция корма, которая не растворяется в нейтральном детергенте, показывает количество клеточного материала стенок растений, или структурных волокон в корме. Чем меньше НДК, тем больше животные потребляют грубого корма. Для высокопродуктивных коров НДК должно быть на уровне 27–28 %, что зависит от размера частиц корма, используемых в рационе.

Переваримость НДК в рубце и в целом в пищеварительном тракте невелика, поэтому повышение ее концентрации в корме или рационе в целом всегда сопровождается снижением концентрации обменной энергии. Поэтому с ростом молочной продуктивности содержание НДК в рационе должно снижаться.

Оптимальный уровень клетчатки в рационах зависит от продуктивности животных, их физиологического состояния, структуры кормления и других факторов. Для коров оптимальное количество сырой клетчатки в сухом веществе рациона должно быть 17–22 %, причем не менее 14 % должна составлять клетчатка грубых кормов. Для высокопродуктивных коров это количество должно быть на уровне 16–18 %. Снижение клетчатки ниже 16 % сопровождается нарушением процессов пищеварения, изменением соотношений ЛЖК и уменьшением жира в молоке. Избыточное содержание клетчатки снижает переваримость и использование других питательных веществ.

Попадая в пищеварительный тракт животных, клетчатка подвергается воздействию целлюлозалитических ферментов, которые выделяются микроорганизмами, расщепляющими клетчатку. В результате этого образуется большое количество ЛЖК. Соотношение ЛЖК в рубце зависит от состава рациона, его сбалансированности и режима кормления. В среднем на долю уксусной кислоты приходится 65 %, пропионовой – 20 % и масляной – 15 %. Если в рационе много грубых кормов, богатых клетчаткой, то в рубце увеличивается содержание уксусной кислоты, а сочные и концентрированные корма вызывают увеличение пропионовой и масляной кислот.

Уксусная кислота – источник энергии для организма и предшественник жира молока, пропионовая – источник глюкозы. Увеличение

уксусной кислоты в рубце улучшает использование азота, повышает уровень белка в молоке коров.

Переваримость клетчатки зависит от наличия в рационе легкопереваримых углеводов (крахмала и сахара). При их избыточном количестве в рубце снижается реакция среды (рН 5,0–5,5 при норме 6,5–7,0) и создаются неблагоприятные условия для роста и размножения микроорганизмов, расщепляющих клетчатку.

Для успешного использования клетчатки в рубце необходимо наличие определенного количества азота. Наиболее благоприятные условия для микроорганизмов рубца, расщепляющих клетчатку, создаются тогда, когда содержание сырого протеина в сухом веществе составляет 12,5 %, а уровень легкопереваримых углеводов – не более 30 %. В первые 2–3 ч после кормления максимально перевариваются сахара, через 3–6 – крахмал и 6–8 ч – клетчатка.

Сахар. Основными источниками сахара у коров являются пропионовая кислота и незначительно – масляная и молочная.

Повышение концентрации пропионовой кислоты в рубце способствует снижению кетоновых тел, повышению сахара в крови и белка в молоке коров, а также лучшему использованию азота корма.

Молочная железа – основной потребитель сахара в организме лактирующей коровы, который является не только энергетическим материалом для организма, но и источником для образования аминокислот белков молока, синтезируемых в ней.

Недостаток сахаров оказывает отрицательное воздействие на рост и активность рубцовой микрофлоры, а их избыточное количество вызывает резкое увеличение кислотности в рубце, накопление большого количества молочной кислоты. Лучше всего микробиологические процессы в рубце протекают, когда соотношение протеина и сахара составляет 1 : 1,2, т. е. на 1 кг переваримого протеина приходится 1,2 кг растворимых углеводов (сахаров).

Пропионовая кислота – основной предшественник для образования глюкозы. У лактирующих коров она служит источником молочного сахара, способствует нормальному усвоению ЛЖК в тканевом обмене и необходима для синтеза жира молока.

При высоком уровне пропионовой кислоты организм животного использует энергию в большей степени для отложения жира в теле и в меньшей – для синтеза молока. Если низкая кислотность рубца держится длительное время, то происходит угнетение полезной микрофлоры рубца, что может спровоцировать воспаление суставов конечностей.

Масляная кислота поступает в кровь и идет на образование кетонových тел. Кетоновые тела – нормальные метаболиты, которые используются тканями как источник энергии. Однако их избыток в организме ведет к нарушению обмена веществ. При наличии достаточного количества глюкозы кетоновые тела утилизируются организмом.

Крахмал. Наряду с сахаром нужно контролировать и поступление с кормами крахмала. Сахар, полученный при гидролизе крахмала в кишечнике, всасывается из него в неизменном виде и является не только дешевым источником энергии для организма, но и служит для синтеза белка молока в молочной железе.

Крахмала в рационе должно быть больше, чем сахара. Оптимальное его количество для лактирующих коров – 1,5 г крахмала на 1,0 г сахара.

Количество крахмала в рационе коров зависит от их продуктивности. При удое до 10 кг на 1 к. ед. должно приходиться 110 г крахмала, при удое 11–20 кг – 135 г, при удое выше 30 кг – 180 г. В рубце коров переваривается до 90 % крахмала кормов, а остальная его часть – в кишечнике. Крахмал целого зерна переваривается в рубце на 70 %, а плющенного – до 90 %.

По данным голландских ученых, для первой фазы лактации должно находиться в пределах 42–46 % легкоусвояемого крахмала + сахара в рубце, 30–35 % медленного усваиваемого крахмала и не менее 19–25 % общего содержания крахмала в рационе должно приходиться на его форму, нерасщепляемую в преджелудках, но хорошо переваримую в тонком отделе кишечника.

Наличие в рационе только преимущественно быстро расщепляемых форм крахмала (более 50 % от суммы фракций) приведёт к резкому повышению общей скорости распада крахмалистых полисахаридов и свободных сахаров в рубце, что станет причиной быстрого и значительного снижения рН рубцового содержимого. Уход этого показателя ниже отметки 6,0 будет означать, что микроорганизмы, расщепляющие крахмалистые полисахариды, станут активно мешать работе микробов, расщепляющих клетчатку. Это означает, что степень и скорость деградации волокнистой части рациона понизится, а скорость переваривания всего рациона замедлится. Медленно расщепляемый крахмал делает процесс образования пропионовой кислоты в преджелудках непрерывным независимо от характера частоты приёма корма. Это значит, что непрерывным станет и процесс всасывания пропионовой кислоты в кровь. Поскольку последняя – самое экономное и мощное средство синтеза глюкозы в печени, ее существенное и постоянное в

течение суток поступления в кровь – залог требуемой оптимизации энергетического обмена дойной коровы.

Часто молочную продуктивность животных пытаются повысить, увеличивая в рационе дозу концентрированных кормов. При этом забывают, что разные концентраты по-разному действуют на организм.

Если в рацион молочных коров вводят концентраты, богатые белком, то в рубце уменьшается содержание уксусной кислоты, увеличивается доля пропионовой и масляной кислот и снижается процент жира в молоке. При этом количество масляной кислоты будет значительно выше, чем пропионовой. Иное влияние на организм оказывают концентрированные корма, которые содержат много крахмала, особенно кукурузного. Такой рацион способствует образованию большого количества пропионовой кислоты, которая вызывает повышение сахара в крови и снижение кетоновых тел в организме.

При включении в рацион большого количества свеклы удои коров заметно снижаются. Можно предположить, что вследствие повышения обмена веществ в организме возникает повышенная потребность в энергии, для обеспечения которой используется большое количество глюкозы, синтезируемой из пропионовой кислоты. В результате этого не хватает глюкозы для синтеза молочного сахара и снижаются удои.

Количество сахарной свеклы в сутки не должно превышать 20 кг, при этом лучше ее скармливать 3–4 раза в день по 5–7 кг в дачу.

При кормлении животных силосом, бардой и другими кислыми кормами в преджелудки поступает большее количество органических кислот, из которых наибольшее количество приходится на молочную кислоту.

При скармливании в сутки только 20 кг и более силоса корова ежедневно получает от 340 до 440 г смеси органических кислот, в том числе более 300 г молочной. Наличие большого количества молочной кислоты приводит к нарушению рубцового пищеварения (рН рубца снижается до 5,0–5,5 при норме 6,5–7,0), что ведет к гибели полезной микрофлоры. Существенных изменений в соотношении ЛЖК не происходит, когда силос скармливают в смеси с другими кормами (сено, сенаж, концентраты).

У высокопродуктивных коров часто встречается заболевание, носящее название кетонемии или кетоза – нарушение обмена веществ, для которого характерно повышение содержания кетоновых тел в жидкостях тела и снижение уровня глюкозы в крови. Снабжение организма глюкозой у жвачных лимитируется тем обстоятельством, что она обра-

зуется в основном из пропионовой кислоты.

Период высоких удоев (первые два месяца лактации), а также последний месяц стельности коров являются наиболее опасными, поскольку они благоприятны для развития кетоза. Основная причина его возникновения у коров – неоправданное увеличение скармливания концентрированных кормов.

У страдающих кетозом коров обычно наблюдается: уменьшение аппетита, снижение удоев, понижение уровня сахара и повышение содержания кетоновых тел в крови. В рубце животных образуются вредные продукты распада белка, которые усиливают интоксикацию организма. Добавление к рациону легкопереваримых углеводов улучшает энергетический баланс микроорганизмов и предупреждает возникновение кетоза.

Жиры наряду с белками и углеводами входят в состав тканей животных, растений и микроорганизмов. Они являются составной частью кормового рациона животных и одним из важнейших источников энергии.

Энергетическая ценность жиров значительно выше, чем углеводов и белков. При окислении 1 г жира освобождается 40 КДж энергии.

Жиры необходимы животным не только как источник энергии, но и как вещество, в котором содержатся жирорастворимые витамины А, Д, Е, К. Активность этих витаминов возможна только при наличии в рационе животных минимального количества жира: 5–20 г на голову.

Жиры, распадаясь в организме, выделяют не только энергию, но и обеспечивают отдачу большого количества обменной воды (при окислении 100 г жира образуется 140–150 мл воды), что имеет большое значение для животных засушливых зон, а также в период водного голодания животных.

Важную роль играют жиры в процессах терморегуляции у животных, защищая новорожденный молодняк от переохлаждения.

Жиры повышают потребность в метионине. При недостатке их в организме происходит превращение аминокислот в жирные кислоты.

Содержание жира в 1 кг сухого вещества рациона коров должно находиться в пределах 3–5 % в зависимости от продуктивности. При избытке жира в рационе ухудшается всасывание кальция (это связано с образованием плохо усвояемых соединений с жирными кислотами). Увеличение жира в рационе свыше 6 % на 1 кг СВ может уменьшить потребление корма, снизить содержание жира и белка в молоке, а также вызвать понос.

В настоящее время оценку липидной питательности кормов проводят не только по содержанию сырого жира, но и по содержанию жирных кислот.

Жвачные животные плохо реагируют на жиры с высоким содержанием ненасыщенных жирных кислот. Это объясняется тем, что жиры, содержащие ненасыщенные жирные кислоты, угнетают обмен веществ в рубце, снижают переваримость целлюлозы и углеводов и уменьшают образование уксусной кислоты.

Непригодны для скармливания соевое, подсолнечниковое, кукурузное масла. Они отрицательно влияют на ферментацию в рубце. Поэтому животные жиры предпочтительнее растительных масел.

Переваримость жирных кислот у жвачных животных в среднем достигает 80–82 %. Добавка в рацион 3–4 % жира повышает переваримость сырого протеина.

Для высокопродуктивных коров в первые 2–3 месяца лактации с целью повышения энергетической полноценности рациона, целесообразно вводить добавки жира в количестве 0,4–0,5 кг в сутки. Увеличение содержания процента жира в рационе коров свыше 6 % неблагоприятно сказывается на рубцовом пищеварении.

Минеральные вещества и витамины имеют важное значение в кормлении сельскохозяйственных животных.

Их недостаток или избыток вызывает нарушение обменных процессов, воспроизводительных функций, приводит к возникновению различных заболеваний, снижению продуктивности и ухудшению качества продукции.

Макроэлементы

Кальций. Доля его от общего содержания в организме минеральных веществ достигает 90 %. В организме животного часть кальция (15–30 %) находится в подвижном состоянии, из костной ткани он может перейти в кровь и другие ткани (это особенно интенсивно происходит в период лактации).

Кальций служит основным материалом для построения костной ткани, участвует в свертывании крови, активизирует ряд ферментов, повышает устойчивость к различным инфекциям, поддерживает кислотно-щелочное равновесие в организме, возбудимость мышечной и нервной тканей.

Дефицит кальция во время лактации у коров приводит к остеомаляции

(размягчению костей), снижению молочной продуктивности. Стельная корова (последняя треть стельности) лучше использует кальций, чем корова в начале лактации, поэтому в период раздоя (первые 2–3 месяца лактации) содержание кальция в 1 кг СВ рациона должно быть выше. Нарушение обмена кальция также вызывает и молочную лихорадку. Содержание кальция в крови в этот период снижается, организм коровы не может в нужном количестве использовать кальций костей для возмещения расхода этого элемента, резко увеличивающегося вследствие обильной секреции молока.

Средняя усвояемость кальция в организме молочных коров составляет около 45 % и зависит от доступности его из различных кормов, возраста животного и физиологического состояния. После отела усвояемость кальция из корма повышается и достигает максимума к 60-му дню лактации. В этот период в организме лактирующих коров может усваиваться до 60 % кальция, принятого с кормом. Во второй половине лактации уровень усвоения кальция постепенно снижается и достигает минимума – около 20 % от принятого.

Молочная лихорадка, наблюдающаяся после отела у коров, как правило, обусловлена тремя факторами:

1) низкой усвояемостью кальция из корма в результате ослабления моторики пищеварительного тракта;

2) подавленностью функции паращитовидных желез и мобилизацией кальция из скелета при избыточном потреблении кальция с кормом в предотельный период;

3) высокой молочной продуктивностью.

Избыток кальция в рационе угнетает усвоение фосфора и вызывает заболевание паракератоз (гипертрофию щитовидной железы).

Недостаток витамина Д в рационе замедляет усвоение кальция. Присутствие магния в кормах уменьшает, а натрия – повышает всасывание кальция. Использование кальция повышает содержание цинка и снижает количество марганца и молибдена. При избытке жира в рационе кальций, соединяясь с жиром, образует нерастворимые соединения, которые плохо усваиваются в организме животного.

Фосфор по уровню содержания в организме занимает второе место после кальция. Он входит в состав фосфолипидов, которые играют важную роль в образовании клеточных мембран; необходим для нормальной деятельности микроорганизмов рубца; играет важную роль в обмене и транспорте жиров, белков и углеводов; необходим для нор-

мального усвоения кальция; активный катализатор и стимулятор эффективного использования корма.

При недостатке фосфора у коров наблюдается ухудшение и извращение аппетита, паралич задней части туловища, нарушения обмена кальция и репродуктивных качеств, снижение молочной продуктивности и поедаемости кормов, а также развивается остеопороз.

Избыток же фосфора приводит к снижению усвоения организмом кальция и наоборот.

На всасывание фосфора благоприятно влияют витамины группы В и особенно – В₁₂ и В₆.

Вследствие тесной связи фосфора и кальция необходимо учитывать их соотношение в рационе. В рационе для дойных коров их соотношение должно составлять 1,5–2 : 1, т. е. на 1,5–2 части кальция должна приходиться одна часть фосфора.

Калий необходим для построения тканей, поддержания осмотического давления и кислотно-щелочного равновесия, а также для метаболических процессов в клетках организма животных. Калий – антагонист натрия, поэтому обмен этих элементов тесно связан. Недостаток одного элемента в рационе или избыток другого усиливает дефицит недостающего в организме.

При недостатке калия замедляется рост, ухудшается аппетит, наступает общая слабость, судороги и паралич. Через несколько дней после перевода животных на бедный по калию рацион у них возникает атрофия сердечной мышцы.

Оптимальным уровнем для лактирующих коров считается 0,8 % калия от состава рациона.

Наиболее благоприятное отношение калия к натрию 3–5:1. При избыточном потреблении калия он быстро выводится из организма, но при этом снижается усвоение магния, что приводит к его дефициту в организме животных. Избыток калия в рационе повышает потребность коров в воде в связи с более интенсивным обменом и выведением ее из организма. При искусственно вызванном дефиците калия у коров отмечается снижение потребления корма и молочной продуктивности.

Избыток калия тормозит процессы биохимического синтеза, уменьшает число сердечных сокращений, ухудшает обмен магния, особенно при недостатке натрия, приводит к нарушению воспроизводительной функции у коров.

Натрий. Потребность животных в натрии в большой степени зависит от калия. В рационе их соотношение должно быть в пределах 1 : 2 – 4.

Натрий наравне с калием участвует в регуляции осмотического давления крови и поддержании кислотно-щелочного равновесия, он необходим для поддержания рН содержимого рубца и нормальной микрофлоры в преджелудках жвачных. Его дефицит приводит к снижению аппетита, нарушению обмена жира и белка, потере продуктивности.

Потребность лактирующих коров в натрии составляет 1,62,4 г на 1 кг сухого вещества корма и зависит от удоя. Оптимальные соотношения кальция, фосфора и натрия должны быть как 1,8 : 1,0 : 0,3.

Высокопродуктивным коровам нужно, кроме лизунца, обязательно давать рассыпную соль из расчета 7,5–10 г на 1 кг концентрированных кормов. Считают, что на поддержание жизни коровам в сутки необходимо не менее 10 г натрия, а на образование 1 кг молока – 0,7 г. Ученые считают, что лактирующим коровам с годовым удоем 4000–6000 кг молока достаточно ежедневно получать по 4,4–6,0 г поваренной соли на 1 кг сухого вещества корма.

Потребность сельскохозяйственных животных в натрии колеблется в диапазоне от 0,1–0,2 % сухого вещества рациона. При избыточном введении NaCl в организме наступает повышенное мочевыделение (онурез). Для выведения избытка поваренной соли животных необходимо поить водой вволю. Необходимо помнить, что сочные корма увеличивают потребность в натрии. При скармливании коровам зеленой массы, силоса, сенажа, корнеплодов необходимо в рационы вводить повышенное количество поваренной соли, чем при сено-концентратном типе кормления.

Магний в процессе обмена веществ тесно связан с кальцием и фосфором, более 60 % его содержится в костях и зубах животных, а основная часть – в мягких тканях.

Магний принимает участие в процессах энергетического обмена в клетках, активирует ряд ферментов, стимулирует образование аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ) – переносчика энергии в клетках органов и тканей. Он участвует в создании в теле нормального кислотно-щелочного равновесия и осмотического давления в жидкостях и тканях, а также обеспечивает функциональную способность нервно-мышечного аппарата, участвует в окислительном фосфорилировании, в терморегуляции, способствует всасыванию глюкозы.

Наличие в кормах большого количества кальция и фосфора увеличивает потребность животных в магнии. Избыток же магния в рационе приводит к повышенному выведению из организма кальция и фосфора. Недостаток его вызывает замедление роста животных и нарушение у них нервной и мышечной деятельности.

Наиболее выраженный признак недостатка магния – тетания, признаками которой являются: нервное возбуждение, дрожь, подергивание лицевых мускулов, шатающаяся походка, судороги. Причиной этого заболевания является не только низкое содержание магния в молодом травостое (летом), но и весьма низкое ее всасывание у жвачных при недостатке глюкозы. Усвоение магния из зеленных кормов составляет 5–30 %. Для предотвращения тетании высокопродуктивным коровам в летний период необходимо давать 50 г окиси магния в сутки.

Сера входит в состав серосодержащих аминокислот (цистин, метионин). Она является составной частью ряда гормонов, витаминов и других органических соединений, способствует улучшению использования небелкового азота, перевариванию клетчатки и крахмала в рубце. Считают, что наиболее благоприятным отношением азота к сере в рационе молочных коров является 10–12 : 1. Для эффективного использования азота жвачными необходимо, чтобы на каждые 30 г азота приходилось не менее 2–3 г серы. Таким образом, оптимальный уровень серы в рационе молочных коров должен быть 0,16–0,24 %.

Для восполнения дефицита серы можно применять неорганические ее соединения, которые благодаря микрофлоре рубца могут использоваться с большой эффективностью (до 80 % по сравнению с серой метионина).

В питании сельскохозяйственных животных недостатка серы фактически не бывает.

Микроэлементы

Железо необходимо для образования гемоглобина, оно участвует в окислительно-восстановительных реакциях, которые играют важную роль в обмене веществ и питании животных. У жвачных животных дефицита железа в рационах практически не существует, поскольку его в достаточном количестве поступает с кормом.

Медь в организме животного играет важную роль в синтезе гемоглобина в процессах кроветворения, формировании нервной ткани, остеогенеза, функций воспроизведения, нормальной деятельности микрофлоры преджелудков, а также пигментации и кератинизации шерсти животных. Она входит в состав ряда ферментов и является их активатором, оказывает влияние на окислительные процессы, углеводный обмен, активность гипофиза. Потребность в меди составляет 8–10 мг/ кг сухого вещества рациона.

При недостатке меди у животных ухудшается аппетит, замедляется рост, происходит депигментация волосяного покрова, наблюдаются поносы, ослабляется костяк, снижается подвижность суставов, развивается анемия. Избыточное её содержание в рационах вызывает острое и хроническое отравление животных, особенно телят.

На всасывание меди в организме оказывает влияние содержание кальция, оптимальное содержание которого в рационе способствует максимальному усвоению и отложению меди.

Цинк участвует в обмене нуклеиновых кислот и синтезе белков, входит в состав многих гормонов и ферментов, влияет на процессы кроветворения, размножения, рост и развитие организма, обмен углеводов, энергетический обмен, регулирует действие кальция и меди.

Недостаток цинка приводит к паракератозу, отсутствию аппетита, скрежету зубов, рвоте, поносам, нарушению воспроизводительной функции.

Отрицательно влияет на усвоение цинка кальций. Чем больше в рационе кальция, тем хуже используется цинк.

У крупного рогатого скота недостаток цинка вызывает вялость, слабость, потерю шерсти, кератинизацию кожи, а значительные его дозы приводят к нарушению равновесия с медью и железом.

Потребность в цинке у коров составляет 50 – 60 мг/ кг сухого вещества корма. Взрослый скот заболевает только при дозе 500 мг/ кг живой массы.

Марганец усиливает в организме окислительные процессы и синтез гликогена, увеличивает потребление кислорода и утилизацию жиров. Он влияет на развитие костной ткани и половых функций, стимулирует синтез холестерина и жирных кислот, влияет на усвоение витаминов В, Е, С и минеральных веществ Fe, Ca, P.

При недостатке марганца снижается плодovitость крупного рогатого скота (часто встречаются аборт и рождение мертвых телят).

Потребность в марганце составляет 60–80 мг/ кг сухого вещества рациона. Токсикоз марганца у скота наблюдается очень редко.

При избыточном поступлении марганца повышается концентрация его в костях, что приводит к заболеванию, идентичному рахиту, а избыточное его содержание в рационах коров приводит к резкому изменению состава микрофлоры рубца.

Кобальт играет роль активатора ферментов в обмене веществ животных, участвует в процессе кроветворения. Он накапливается в печени и мышцах. Физический эффект кобальта обусловлен его присутствием в молекуле витамина В₁₂. При недостатке кобальта развивается

гиповитаминоз, так как витамин В₁₂ синтезируется в рубце микрофлорой при наличии кобальта. Коровы очень восприимчивы к паратуберкулезу в местностях с кобальтовой недостаточностью.

У скота потребность в кобальте составляет 0,1 мг/кг сухого вещества рациона. Его дефицит в рационах беременных животных приводит к выкидышам, тяжелым родам, а избыток в рационах всех видов животных вызывает полицитемию крови и гиперплазию головного мозга, потерю аппетита, снижение продуктивности.

Йод входит в состав тираксина – гормона щитовидной железы, который оказывает влияние на рост животных, обмен веществ, теплообразование и функцию воспроизводства. Он необходим для нормальной жизнедеятельности многих микроорганизмов рубца.

Недостаток йода в рационах коров приводит к снижению секреции молока и молочного жира. Один из внешних признаков йодной недостаточности – это увеличение щитовидной железы, что проявляется в образовании зоба. Дефицит йода может привести к абортam.

Потребность в йоде у скота – 0,6–0,8 мг/кг сухого вещества.

Содержание йода в кормах прямо зависит от его содержания в почве или воде. В молодых растениях его содержится больше, чем в старых. Недостаток йода восполняется солью-лизунцом.

Очень высокие дозы йода ведут к прекращению деятельности яичников и перерывам в лактации. Молодые животные чувствительны к даче йода сверх нормы (50–100 мг/кг сухого вещества рациона).

Селен обладает иммуностимулирующим, противоопухолевым и антиоксидантным действием. Он воздействует на процессы тканевого дыхания, регулирует усвоение и расход витаминов А, Е, К, С в организме, определяет скорость протекания окислительно-восстановительных реакций.

Недостаток селена в рационе животных снижает продуктивность. Он является причиной некроза печени, замедления роста, мышечной дистрофии, отека легких, нарушения воспроизводительной функции.

При избыточном содержании селена в рационе может произойти отравление животных. Клиническими признаками острой формы отравления являются: угнетение, слабый и частый пульс, одышка, вздутие, колики. Смерть может произойти от паралича дыхательного центра. Хроническое отравление селеном наблюдается при применении корма, содержащего селен в количестве 5 мг/кг корма, в течение длительного времени.

Витамины

Это группа органических веществ разнообразной химической природы, которые биологически активны в очень малых дозах. Они не являются источником энергии или пластическим материалом, но необходимы для жизненных функций. Витамины образуются за некоторым исключением только в растительных клетках или тканях.

При кормлении сельскохозяйственных животных особенно высокопродуктивных коров необходимо контролировать поступление витаминов А, Д, Е и каротина.

Витамин А (ретинол). Роль и значение витамина А для живого организма отражают его названия: «фактор роста», «жирорастворимый витамин А», «антиксофталмический» (аксерофтол), «антиинфекционный».

Витамин А обеспечивает нормальное состояние эпителия кожи, дыхательных путей, пищеварительного тракта, половых органов, принимает участие в обмене белков и минеральных веществ в организме животных, ускоряет окислительно-восстановительные процессы, повышает содержание гликогена в мышцах, сердце и печени, участвует в синтезе гормонов коры надпочечников.

Витамин А содержится только в живом организме, в растениях его нет. В растительных кормах есть вещества, предшественники витамина А, которые объединены в одну большую группу каротиноидов, из которых наиболее распространен в природе каротин. В организме каротин превращается в витамин А под воздействием фермента каротинолазы. Для животного не имеет значения, в какой форме в его организм поступает витамин А: в чистом виде, в препаратах или в виде каротина. Исключение составляют новорожденные, организм которых не может превращать каротин в витамин А, поэтому они должны получать непосредственно чистый витамин А.

Доступность каротина и превращение его в витамин А существенно понижается при повышении содержания нитратов и нитритов в кормах рациона. Усвояемость каротина коровами составляет 50–52 %. Биологическая активность витамина А и каротина измеряется в международных единицах (МЕ) и мг. Одна международная единица витамина А равна 0,3 мкг чистого витамина А или 0,6 мкг чистого β-каротина. Витамин А и каротин чувствительны к кислороду воздуха и легко окисляются, свет и температура ускоряют процесс распада витамина А.

Основным депо витамина А в организме животных является пе-

чень. Потребность в нем для дойных коров составляет 3200 МЕ/кг сухого вещества корма.

У коров при недостатке витамина А наблюдается понижение его содержания в молоке, крови, печени, отмечается плохое воспроизводство. Избыточное его поступление в организм животных вызывает А-гипервитаминоз. У животных наблюдаются судороги, вялость, отмечаются кровоизлияния на слизистых оболочках, могут быть аборт, уродство плода, дегенерация печени, селезенки, почек. Токсикоз витамина А бывает только при стократном перекарме.

Потребность животных в каротине в зимний период удовлетворяют в первую очередь путем скармливания кормов, содержащих повышенное количество каротина: сено, сенаж, травяная и хвойная мука, высококачественный травяной силос, морковь.

При недостатке этих кормов, а также незначительном содержании в них каротина для высокопродуктивных дойных коров и беременных маток в последнюю треть беременности для ликвидации выраженного А-авитаминоза необходимо вводить витамин А по 100–120 тыс. МЕ на голову в сутки. В летний период при достаточном обеспечении коров зелеными кормами потребность в каротине полностью удовлетворяется.

Суточная потребность в каротине для дойных коров составляет 50–60 мг в расчете на одну кормовую единицу.

Витамин Д (кальциферол) – один из немногих витаминов, который не вырабатывается растениями и не содержится в растительных продуктах.

Основная функция, которую выполняет витамин Д в организме – это стимуляция всасывания кальция в пищеварительном тракте. При недостатке витамина Д кальций кормов переходит в организме в нерастворимые фосфорнокислые соли, которые выделяются с калом, при этом развивается рахит, остеомалация. У взрослых животных витамин Д оказывает влияние на обмен белков, углеводов, функцию желез внутренней секреции.

В тканях животных и растениях имеются вещества, которые являются физиологически неактивными предшественниками витамина Д. Под действием ультрафиолетовых лучей провитамин Д растений переходит в витамин Д₂. В коже животных содержится другой провитамин Д₇, который также под действием ультрафиолетовых лучей превращается в витамин Д₃.

Известно около 10 соединений, обладающих Д-витаминной активностью. Однако практическое значение в животноводстве имеют Д₂

(эргокальциферол), D_3 (холекальциферол). Для коров витамины D_2 и D_3 имеют практически одинаковую активность.

Активность витаминов Д исчисляется в международных единицах (МЕ). 1 МЕ равна 0,025 мкг витамина D_2 .

Считается, что в условиях летнего содержания животные способны создавать запасы витамина Д на 1–3 мес.

Потребность в витамине D_3 у дойных коров составляет 300 МЕ/кг сухого вещества корма. Дефицит витамина Д наблюдается, как правило, зимой, когда ограничены прогулки и недостаточна инсоляция животных. Поэтому в зимний период в солнечную погоду необходимо практиковать прогулки коров, что будет способствовать образованию витамина Д в организме.

Суточная потребность дойных коров в витамине Д составляет 1 тыс. МЕ на 1 кормовую единицу.

Витамин Е (токоферол) обладает широким действием в организме животных. Недостаток его вызывает нарушение функции размножения (рассасывание плода, дегенерацию семенников), мышечную дистрофию, энцефаломалацию, ожирение и некроз печени, анемию.

Витамин Е участвует в обмене белков и углеводов. Всасывается токоферол вместе с жирами. Витамин Е устойчив к воздействию кислот, поэтому он в силосах сохраняется до 4–6 месяцев. Однако он быстро разрушается под действием ультрафиолетового облучения, при солнечной сушке растений в течение 2–3 дней токоферолы разрушаются полностью, но сохраняются гораздо дольше при сушке в тени. Обмен витамина Е в организме связан с обменом селена. Поэтому беломышечную болезнь у молодняка можно предупредить введением в рацион селенита натрия (0,1–0,2 мг/кг сухого вещества корма). Высокие дозы витамина А усугубляют недостаточность витамина Е и повышают потребность в нем.

В летние месяцы животные обычно полностью обеспечены витамином Е, так как его достаточно содержится в естественных кормах. Потребность в витамине Е возрастает в зимне-стойловый период, когда в кормах накапливается много перекисей, разрушающих витамин.

Активность витамина Е измеряется в мг. Суточная потребность в нем составляет для коров 10–30 мг/кг сухого вещества рациона. Высокие дозы витамина Е у животных угнетают рост и нарушают функции размножения.

Суточная потребность коров в витамине Е составляет 40 мг на одну кормовую единицу.

Вода наряду с другими питательными веществами имеет большое значение в процессе производства молока. Потребность коровы в воде удовлетворяется за счет питьевой воды, а также за счет поступления её с кормами.

На потребление воды влияют следующие факторы: суточное потребление сухого вещества, температура окружающей среды, физиологическое состояние животного (табл. 4).

Установлено, что на 1 кг сухого вещества рациона корова потребляет в среднем 4,5 кг воды. При недостатке воды в рационе происходит снижение молочной продуктивности в тот же день. Приблизительная потребность коров в питьевой воде определяется по формуле

$$A = 20 + 0,6 \times \text{сут. удой, кг}$$

Т а б л и ц а 4. Потребление питьевой воды дойной коровой, л/сут

Суточный удой, кг	Температура окружающей среды, °С		
	T=0°С	T=15°С	T=30°С
0	37	46	62
10	47	65	83
20	63	81	99
30	77	95	113
40	91	109	127

Пики времени питья наблюдаются во время и после поедания объемистых кормов и после дойки.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РАЦИОНАМ

При правильном кормлении крупного рогатого скота учитываются особенности превращения веществ в преджелудках жвачных. Решающая роль в этих процессах принадлежит микроорганизмам. С их жизнедеятельностью связаны переваримость сахара, крахмала, клетчатки, протеина.

Важное значение для питания крупного рогатого скота имеет наличие в рационе целлюлозо-лигнинового комплекса (сырая клетчатка), в большом количестве входящего в состав сухого вещества травы, сена, сенажа, силоса и соломы. Целлюлоза этого комплекса перерабатывается целлюлозоферментирующими микроорганизмами, которые очень чувствительны к повышению кислотности среды. Лучше всего эти бактерии функционируют в рубце при значении рН от 6,4 до 7,0 (слабокислая среда). Но если рН снижается ниже 6,0, то их жизнедеятель-

ность и функции прекращаются. Поэтому необходимо так комбинировать составляющие рациона и порядок их скармливания, чтобы в рубце был достигнут и поддерживался оптимальный уровень рН (6,4 – 6,8). Перенасыщение рационов клетчаткой будет приводить к снижению скорости переваривания и усвоения органического вещества, что отрицательно скажется на уровне продуктивности животного. Таким образом, целлюлозо-лигниновый комплекс (его размер в сухом веществе) оказывает прямо пропорциональное влияние на концентрацию продуктивной (овсяные кормовые единицы) и обменной энергии (энергетические кормовые единицы) в сухом веществе кормов и рационов.

Для нормированного кормления крупного рогатого скота применяются следующие показатели: сухое вещество, овсяные кормовые единицы, обменная энергия, сырой протеин, переваримый протеин, лизин, сырая клетчатка, сахар, крахмал, сырой жир, кальций, фосфор, натрий и хлор, магний, калий, сера, железо, медь, цинк, марганец, кобальт, йод, селен, каротин, витамин Д (кальциферол), витамин Е (токоферол).

В рационы включают только те корма, которые соответствуют природе и особенностям крупного рогатого скота, на основе исходной информации о них: данных зоотехнического анализа районных лабораторий, данных о питательности с аналогичным названием из справочных пособий применительно к условиям хозяйств и зоны, где они расположены, их стоимости и результатов сопоставления и коррекции элементов питания на основе фактического содержания в них сухого вещества.

Чтобы правильно составить рацион для крупного рогатого скота, необходима не только информация о наличии в хозяйстве кормов по видам и их питательности, но и данные о кормовом запасе по каждому виду в процентах, которые серьезно влияют на структуру кормового рациона.

Важной составляющей рациональной организации кормления крупного рогатого скота является правильное определение норм потребности в энергии, протеине и других элементах питания с учетом продуктивности животных, особенностей их физиологического состояния. В связи с этим принимают во внимание рекомендуемые типы кормления и структуру рационов для отдельных технологических групп животных применительно к зоне или региону, в котором расположено хозяйство.

Учет перечисленного комплекса факторов при проведении такой подготовительной работы обеспечит правильное составление сбалансированных рационов.

3. НОРМЫ КОРМЛЕНИЯ КОРОВ, УТОЧНЕННЫЕ С УЧЕТОМ ОСОБЕННОСТЕЙ ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ, ЭНЕРГИИ И ПРОДУКТИВНОСТИ ГОЛШТИНО-ФРИЗОВ ПО ФАЗАМ ЛАКТАЦИИ

Нормы представлены по широкому комплексу показателей (табл. 5–12). При анализе этих норм вырисовывается важная закономерность: увеличение молочной продуктивности сопровождается повышением концентрации обменной энергии и сырого протеина в сухом веществе. Что касается РАБ, то его величина не должна быть ниже нуля, т. е. со знаком минус, а всегда должна быть равна 0 или со знаком плюс.

Нормы кормления стельных сухостойных и дойных коров по фазам лактации обеспечивают в течение лактации независимо от сезона отела окончание полной подготовки коровы к новому лактационному циклу уже к началу стельного сухостойного периода. Сухостойный период остается лишь для «шлифовки» качества этой подготовки, определяя на высоком уровне кондиции коров по упитанности и умеренный (нормальный) рост и развитие плода.

3.1. Кормление лактирующих коров

Физиология лактирующей коровы сложна и интересна, 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. 5–12).

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» достаточно накопленный за многие годы в стадах генетический потенциал молочного скота.

В 1-й фазе лактации (11–60-й день доения), которая характеризуется отрицательным балансом энергии, значительная часть молока образуется за счет тканей тела животного. Этот феномен является резуль-

татом 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. 5).

Таблица 5. **Нормы кормления взрослых дойных коров живой массой 500 кг (на 1 гол. в сутки), энергетический баланс отрицательный (11–60-й день доения, 1-я фаза лактации)**

Показатели	Суточный удой в пересчете на 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
ЭКЕ	13,6	14,6	15,7	16,8	17,9	18,9	19,9	20,8
Сухое в-во, кг	18,87	14,62	15,34	16,00	16,63	17,22	17,78	18,33
Сырой протеин, г	1763	1943	2122	2299	2481	2660	2845	3032
Переваримый протеин, г	1140	1260	1380	1500	1620	1740	1860	1980
Лизин, г	99	106	111	116	123	129	137	145
Сырая клетчатка, г	3415	3427	3540	3570	3582	3578	3556	3525
Крахмал, г	1607	1834	2071	2308	2545	2743	2782	3019
Сахар, г	1058	1213	1368	1523	1678	1832	1987	2137
Сырой жир, г	376	424	472	520	568	617	665	715
Соль поваренная, г	79	87	95	103	111	119	126	133
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	36,0	37,5	38,5	40,8	43,2
Железо, мг	937	1034	1131	1228	1325	1420	1521	1619
Медь, мг	105	117	129	141	153	166	178	190
Цинк, мг	699	779	858	939	1019	1098	1108	1189
Кобальт, мг	8,20	9,26	10,30	11,40	12,40	13,50	14,60	15,62
Марганец, мг	699	779	858	939	1019	1098	1108	1189
Йод, мг	9,40	10,60	11,70	12,90	14,10	15,20	16,40	17,60
Каротин, мг	522	572	621	671	720	769	820	869
Витамин D, тыс. ME	11,6	12,7	13,8	14,9	16,0	17,1	18,2	19,3
Витамин E, мг	465	509	554	598	643	686	732	776

Во 2-й фазе лактации (61–120-й день доения) ткани тела уже почти не участвуют в образовании молока, корова становится стельной.

Забота технолога должна быть направлена не только на обеспечение животного энергией и питательными веществами для поддержания жизни и секреции молока, но и на рост плода и отложение питательных веществ в теле. Новыми нормами эти затраты предусмотрены в количестве до 1,5 ЭКЕ (табл. 6).

Таблица 6. Нормы кормления взрослых дойных коров живой массой 500 кг (на 1 гол. в сутки), баланс нулевой (61–120-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	30
Кормовые единицы	12,3	13,3	14,3	15,3	16,3	17,3	18,3	19,3	20,3
ЭКЕ	14,5	15,6	16,7	17,8	18,7	19,4	20,3	21,2	22,6
Сухое в-во, кг	14,98	15,7	16,4	17,06	17,68	18,25	18,81	19,34	19,82
Сырой протеин, г	1890	2065	2244	2441	2606	2787	2972	3158	3342
Переваримый протеин, г	1220	1340	1460	1580	1700	1820	1940	2060	2180
Лизин, г	103	110	117	124	132	139	146	153	160
Сырая клетчатка, г	3727	3784	3824	3847	3829	3800	3556	3756	3694
Крахмал, г	1718	1922	2126	2330	2534	2738	2942	3149	3352
Сахар, г	1132	1289	1445	1602	1759	1915	2072	2229	2385
Сырой жир, г	402	451	500	549	598	647	696	746	794
Соль поваренная, г	84	92	100	108	116	124	132	140	148
Кальций, г	84	92	100	108	116	124	132	140	148
Фосфор, г	61	68	75	82	89	96	102	109	116
Магний, г	24	25,1	26,3	27,4	28,5	29,7	30,9	32,0	33,2
Калий, г	87	95	103	111	119	127	135	143	151
Сера, г	30,5	32,6	34,7	36,8	38,9	41,0	43,1	45,1	47,3
Железо, мг	1002	1100	1198	1296	1394	1492	1590	1689	1785
Медь, мг	112	124	136	148	161	172	185	198	211
Цинк, мг	748	818	888	958	1028	1098	1168	1240	1310
Кобальт, мг	8,8	9,9	10,9	12,0	13,7	14,2	15,2	16,3	17,4
Марганец, мг	748	818	888	958	1028	1098	1168	1240	1312
Иод, мг	10,0	11,2	12,4	13,6	14,8	16,0	17,2	18,4	19,6
Каротин, мг	558	608	658	708	758	808	858	908	958
Витамин D, тыс. ME	12,4	13,5	14,5	15,6	16,7	17,7	18,8	19,9	21,0
Витамин E, мг	497	542	586	631	675	719	763	809	852

В 3-й фазе лактации (121–210-й день доения) корова начинает интенсивно восстанавливать свой вес, и ей надо в этом помочь правильным нормированием. Поэтому нормами кормления предусмотрено обеспечение потребностей на живую массу, молоко, но и на рост плода, отложение в теле. Новыми нормами эти затраты предусмотрены в количестве до 1,8 ЭКЕ (табл. 7).

Таблица 7. Нормы кормления взрослых дойных коров живой массой 500 кг (на 1 гол. в сутки), баланс положительный (121–210-й день доения, 3-я фаза лактации)

Показатели	Суточный удой в пересчете на 4%-ное молоко, кг								
	10	12	14	16	18	19	20	22	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Кормовые единицы	10,6	11,6	12,6	13,6	14,6	15,6	16,6	17,6	

ЭКЕ	12,7	13,8	14,9	16,0	17,1	18,2	19,3	20,4
-----	------	------	------	------	------	------	------	------

Окончание табл. 7

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Сухое в-во, кг	13,87	14,70	15,48	16,29	16,92	17,87	18,18	18,76
Сырой протеин, г	1595	1764	1938	2123	2291	2470	2640	2829
Переваримый протеин, г	1110	ИЗО	1250	1380	1520	1670	1820	1990
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	843	1001	1159	1317	1475	1633	1791	1948
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	928	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	9,0	10,1	11,2	12,3	13,4	14,5
Марганец, мг	626	696	766	836	906	976	1046	1117
Иод, мг	7,8	9,0	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. ME	10,6	11,6	12,7	13,8	14,8	15,9	16,9	18
Витамин E, мг	421	465	509	553	598	642	687	731

В 4-й фазе лактации (211–305-й день доения) к нормам на молоко и поддержание жизни увеличена добавка на рост плода и отложения в теле. Новыми нормами эти затраты предусмотрены в количестве до 2,7 ЭКЕ (табл. 8).

Таблица 8. Нормы кормления взрослых дойных коров живой массой 500 кг (на 1 гол. В сутки). Энергетический баланс заметно положительный (210 – 305-й день доения, 4-я фаза лактации)

Показатели	Суточный удой в пересчете на 4%-ное молоко, кг								
	6	8	10	12	14	16	18	20	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Кормовые единицы	9,3	10,3	11,3	12,3	13,»	14,3	15,3	16,3	
ЭКЕ	11,1	12,3	13,5	14,6	15,7	16,8	17,9	19,0	
Сухое в-во, кг	13,14	14,07	14,93	15,75	16,50v	17,23	17,92	18,54	
Сырой протеин, г	1393	1534	1708	1874	2046	2223	2401	2577	
Переваримый протеин, г	840	960	1080	1200	1320	1440	1560	1680	
Лизин, г	77	85	93	102	110	118	127	135	
Сырая клетчатка, г	3745	3819	4019	4115	4181	4230	4258	4258	
Крахмал, г	1022	1230	1438	1646	1854	2062	2270	2480	
Сахар, г	574	736	898	1060	1222	1384	1546	1706	

Сырой жир, г	235	285	335	385	435	485	535	584
--------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Окончание табл. 8

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Соль поваренная, г	59	67	75	83	91	99	107	115
Кальций, г	59	67	75	83	91	99	107	115
Фосфор, г	37	44	51	58	65	73	80	87
Магний, г	21,8	22,8	23,9	25,3	26,4	27,5	28,5	29,2
Калий, г	62	70	78	86	94	102	110	118
Сера, г	24,6	26,7	28,8	30,9	33,0	35	37,1	39,5
Железо, мг	680	780	880	980	1080	1180	1280	1379
Цинк, мг	525	596	667	738	809	880	951	1020
Кобальт, мг	5,1	6,2	7,3	8,4	9,5	10,7	11,8	12,9
Марганец, мг	525	596	667	738	809	880	951	1020
Иод, мг	5,9	7,1	8,3	9,5	10,8	12,0	13,3	14,5
Каротин, мг	403	453	503	553	603	653	703	754
Витамин D, тыс. МЕ	9,3	10,3	11,3	12,3	13,3	14,3	15,3	16,3
Витамин E, мг	361	405	449	493	538	582	627	671

Т а б л и ц а 9. Нормы кормления взрослых дойных коров живой массой 550 кг, энергетический баланс отрицательный (1-я фаза, 11–60-й день доения)

Наименование	Суточный удой 4%-ного молока, кг							
	16	18	20	22	24	26	28	30
ЭКЕ	15,1	16,2	17,4	18,6	19,7	20,8	21,8	23,1
Сухое вещество, кг	15,23	15,94	16,72	17,46	18,84	19,80	20,6	21,72
Сырой протеин, г	1994	2173	2369	2568	2768	2972	3176	3381
Переваримый протеин, г	1290	1410	1540	1670	1800	1930	2060	2190
Лизин, г	111	118	127	135	144	152	161	169
Сырая клетчатка, г	3670	3717	3769	3799	3806	3800	3775	3732
Крахмал, г	1892	2104	2316	2528	2740	2952	3165	3377
Сахар, г	1252	1417	1581	1745	1910	2074	2240	2404
Сырой жир, г	437	489	541	593	645	697	750	801
Соль, г	90	98	106	115	123	131	139	147
Кальций, г	90	98	106	115	123	131	139	147
Фосфор, г	65	72,5	80	87,5	95	102,5	110	117,5
Магний, г	25,0	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	41,0	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	10,70	11,84	12,98	14,12	15,26	16,38	17,54
Марганец, мг	804	877	951	1025	1098	1172	1245	1319
Иод, мг	10,9	12,2	13,4	14,7	16,0	17,2	18,5	19,8
Каротин, мг	590	643	697	751	804	857	911	965
Витамин D, тыс. МЕ	13,1	14,3	15,5	16,6	17,8	19,0	20,2	21,8

Витамин Е, мг	525	573	621	669	717	765	814	861
---------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Т а б л и ц а 10. Нормы кормления взрослых дойных коров живой массой 550 кг, энергетический баланс нулевой (2-я фаза, 61–120-й день доения)

Наименование	Суточный удой 4%-ного молока, кг									
	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
ЭКЕ	15,0	16,1	17,2	18,4	19,4	20,2	21,2	22,4	23,5	24,7
Сухое вещество, кг	15,60	16,33	17,03	17,79	18,51	19,09	19,63	20,45	21,03	21,50
Сырой протеин, г	1939	2116	2297	2492	2691	2892	3092	3299	3503	3709
Переваримый протеин, г	1250	1370	1490	1620	1750	1880	2010	2140	2270	2400
Лизин, г	106	113	121	129	137	144	152	160	168	176
Сырая клетчатка, г	3912	3968	4004	4045	4064	4064	4045	4012	3362	3897
Крахмал, г	1774	1988	2202	2416	2630	2844	3058	3272	3486	3699
Сахар, г	1169	1331	1494	1656	1819	1981	2144	2306	2469	2632
Сырой жир, г	415	446	517	568	619	670	721	772	823	876
Соль, г	87	95	104	112	121	129	138	146	155	163
Кальций, г	87	95	104	112	121	129	138	146	155	163
Фосфор, г	63	70	77	85	92	99	106	113	121	128
Магний, г	25	26,3	27,6	28,9	30,2	31,5	32,7	34,0	35,3	36,6
Калий, г	90	99	107	116	124	133	141	150	158	167
Сера, г	31,5	33,8	36,1	38,4	40,7	43,0	45,3	47,6	49,9	52,2
Железо, г	103,5	1139	1243	1347	1451	1555	1659	1763	1867	1970
Медь, мг	116	129	142	155	168	181	194	207	220	233
Цинк, мг	772	847	922	997	1072	1147	1221	1296	1371	1446
Кобальт, мг	9,1	10,2	11,3	12,4	13,5	14,7	15,6	16,9	18,0	19,2
Марганец, мг	772	847	921	997	1072	1147	1221	1296	1371	1446
Йод, мг	10,3	11,6	12,8	14,1	15,3	16,6	17,8	19,1	20,3	21,6
Каротин, мг	576	629	683	736	790	843	896	950	1003	1057
Витамин Д, тыс. МЕ	12,8	14,0	15,1	16,3	17,4	18,6	19,7	20,9	22,0	23,2
Витамин Е, мг	513	560	608	655	703	750	798	845	892	950

Т а б л и ц а 11. Нормы кормления взрослых дойных коров живой массой 550 кг, энергетический баланс умеренно положительный (3-я фаза, 121–210-й день доения)

Наименование	Суточный удой 4%-ного молока, кг							
	12	14	16	18	20	22	24	26
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ЭКЕ	14,4	15,5	16,6	17,7	18,9	20,1	21,3	22,6
Сухое вещество, кг	15,49	16,25	17,00	17,68	18,54	19,16	19,83	20,43
Сырой протеин, г	1828	2000	2181	2359	2568	2753	2953	3153
Переваримый протеин, г	1170	1290	1410	1530	1700	1840	2010	2150
Лизин, г	101	110	118	127	135	144	153	162
Крахмал, г	1621	1830	2039	2248	2453	2666	2875	3085
Сахар, г	1044	1203	1362	1521	1680	1839	1998	2158
Сырой жир, г	279	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
-----------	----	----	----	----	----	----	-----	-----

Окончание табл. 11

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Магний, г	24,5	25,8	27,1	28,4	29,7	31,0	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	44,0	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	15,0	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	15,2	16,2	17,2	18,2	19,2
Витамин Е, мг	485	531	578	624	671	717	763	810

Т а б л и ц а 12. **Нормы кормления взрослых дойных коров живой массой 550 кг, энергетический баланс заметно положительный (4-я фаза, 211–305-й день доения)**

Наименование	Суточный удой 4%-ного молока, кг							
	8	10	12	14	16	18	20	22
ЭКЕ	12,9	14,1	15,2	16,4	17,5	18,7	19,8	21,0
Сухое вещество, кг	14,86	15,71	16,52	17,27	17,98	18,68	19,43	20,13
Сырой протеин, г	1590	1759	1933	2107	2282	2466	2662	2858
Переваримый протеин, г	990	1110	1230	1350	1470	1590	1720	1840
Лизин, г	89	98	106	115	123	132	140	149
Сырая клетчатка, г	4147	4260	4350	4411	4450	4477	4502	4505
Крахмал, г	1290	1497	1704	1911	2118	2325	2532	2739
Сахар, г	772	931	1090	1249	1408	1567	1726	1884
Сырой жир, г	299	348	397	447	497	546	595	645
Соль, г	70	78	86	94	103	111	119	129
Кальций, г	70	78	86	94	103	111	119	129
Фосфор, г	46	53	60	67	75	82	89	96
Магний, г	23,9	25,1	26,3	27,5	28,7	29,9	31,1	32,3
Калий, г	73	81	89	97	106	114	122	130
Сера, г	28,0	30,2	32,4	34,6	36,8	39,0	41,1	43,3
Железо, г	818	919	1020	1121	1222	1323	1424	1523
Медь, мг	89	101	113	125	137	149	161	173
Цинк	726	799	872	945	1018	1091	1164	1238
Кобальт, мг	6,5	7,6	8,7	9,8	10,9	12,0	13,1	14,2
Марганец, мг	625	697	768	840	911	983	1054	1126
Йод, мг	7,4	8,6	9,9	11,1	12,3	13,6	14,8	16,0
Каротин, мг	475	526	577	628	679	730	781	833
Витамин Д, тыс. МЕ	10,8	11,8	12,8	13,8	14,8	15,8	16,9	18,0
Витамин Е, мг	425	470	515	560	605	650	695	741

Кормление коров в период раздоя. 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 месяцев 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 кормовых единиц. 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 точным 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.

Кормление коров после раздоя. Период стабилизации лактации начинается после раздоя и завершается на 5–6-м месяце 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 коров).

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 месяца. 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.

4. МЕТОДИКА И ТЕХНИКА СОСТАВЛЕНИЯ РАЦИОНОВ ДЛЯ ДОЙНЫХ КОРОВ 1-Й ФАЗЫ ЛАКТАЦИИ

Методику и технику составления рационов для коров покажем на примере дойных коров 1-й фазы лактации. Для этой фазы лактации необходимо использовать самые лучшие по качеству корма, т. е. доброкачественные, желательны с положительным «рубцово-азотным балансом».

4.1. Оформление бланка рациона

Бланк рациона удобнее выполнить так, как показано в табл. 14.

4.2. Задача по составлению рациона

Задание 1. Составить рацион для дойных коров 1-й фазы лактации, живой массой после отела, равной 550 кг, с суточным удоем – 30 кг молока, жирностью – 3,5 %. Корма: сено, клевер, тимopheевка, сенаж злаково-бобовых трав, силос кукурузный, свекла сахарная, дерть ячменная, пшеничная и тритикале, шроты рапсовый и подсолнечниковый, премикс для

высокопродуктивных коров П-60-3, а также кальциево-фосфорные добавки, соль и карбонатные соли для стабилизации рН рубцового содержимого. Информация о питательности кормов представлена в табл. 13.

Молоко с 3,5 %-ного в 4 %-ное пересчитываем по формуле Фредериксена:

$$A = B \cdot (0,4 + 0,15 \cdot Ж);$$

$$A = 30 \cdot (0,4 + 0,15 \cdot 3,5) = 27,75 \approx 28 \text{ кг.}$$

4.3. Определение нормы потребности

Норму потребности по всем элементам питания находим в табл. 9 для живой массы 550 кг с продуктивностью 28 кг 4 %-ного молока.

Нормы всех требуемых элементов питания вносим в заготовленный по форме табл. 13 бланк рациона.

4.4. Обоснование структуры рациона

Для обоснования структуры рациона необходимо использовать показатели концентрации энергетических кормовых единиц (ЭКЕ) в сухом веществе кормов и концентрации ЭКЕ нормы кормления.

Для определения среднего показателя концентрации ЭКЕ в сухом веществе проводят группировку кормов. В 1-ю группу включают объемистые корма, во 2-ю – концентраты и корнеплоды.

Для каждой группы находят средний показатель. Концентрация ЭКЕ в сухом веществе, нормы потребности при удое 28 кг молока жирностью 4 % от коровы живой массой 550 кг равен 1,058 (21,8\20,6) (табл. 9). Воспользуемся средними арифметическими ЭКЕ 1-й и 2-й групп кормов и ЭКЕ нормы потребности для определения структуры рациона.

1-я группа, ЭКЕ		2-я группа, ЭКЕ	
Сено тимофеевки	0,79	Дерть ячменная	1,37
		Дерть пшеничная	1,27
Сенаж	0,82	Дерть тритикале	1,23
Силос кукурузный		Шрот подсолнечниковый	1,18
	0,98	Шрот рапсовый	1,27
		Свекла полусахарная	1,29
<hr/>		<hr/>	
Σ	2,59	Σ	7,61
Σ/3	0,86		

будут занимать концентраты и свекла. А травяные объемистые корма будут занимать $21,8 - 10,53 = 11,27$ ЭКЕ. Поскольку сено имеет самую низкую ЭКЕ в сухом веществе, мы включим в рацион его по минимуму, не более 3 кг.

Сено займет $3 \text{ кг} \cdot 0,663 = 1,99$ ЭКЕ.

На сенаж и силос кукурузный осталось $9,28$ ЭКЕ ($11,27 - 1,99$).

Этих кормов возьмем поровну $9,28 : 2 = 4,64$ ЭКЕ.

Сенаж – $4,64 : 0,345 = 13,4$ кг. Округляем до 13 кг.

Силос кукурузный – $4,64 : 0,244 = 19$ кг.

Итак, мы включаем в рацион 3 кг сена, 13 кг сенажа, 19 кг силоса кукурузного. Эти корма займут $1,99 + 4,64 + 4,64 = 11,27$ энергетических кормовых единиц.

Останется занять свеклой и концентратами $10,53$ ЭКЕ.

4.5.2. Балансирование рациона по сахару

От нормы потребности в сахаре вычитаем сахар, который поступит с сеном, сенажом, силосом кукурузным и с концентратами.

Поступление с кормами:

сеном	$3 \cdot 33 \text{ г} = 99 \text{ г}$
сенажом	$13 \cdot 4,8 \text{ г} = 62 \text{ г}$
силосом кукурузным	$19 \cdot 8 \text{ г} = 152 \text{ г}$
концентратами	$10,53 \cdot 48 \text{ г} = 505 \text{ г}$

Σ

818

С сахарной свеклой должно поступить в рацион 1422 г сахара ($2240 - 830$). Для этого потребуется $8,4$ кг свеклы ($1422 : 170$), округленно $8,5$ кг.

Теперь необходимо проставить в рацион количество кормов (табл. 14) и произвести все требуемые расчеты. После подсчета определим, сколько ЭКЕ в рационе должны занять концентраты:

$$21,8 - (1,99 + 4,64 + 4,64 + 2,04) = 8,5 \text{ ЭКЕ.}$$

Рассчитаем, сколько сырого протеина необходимо будет доставить в рацион с этими концентратами:

$$3176 - (207 + 507 + 418 + 119) = 1925 \text{ г.}$$

Нагрузка СП, г/ЭКЕ составит $1925 : 8,5 = 226$ г.

Эта нагрузка:

в шроте подсолнечника	–	$429 : 1,06 = 405$	368 в среднем
в шроте рапсовым	–	$378 : 1,14 = 331$	

в ячменной дерти	–	$113 : 1,08 = 104$	111 в среднем
в пшеничной дерти	–	$120 : 1,08 = 111$	
в тритикале	–	$124 : 1,05 = 118$	

С помощью квадрата Пирсона теперь рассчитаем количество частей для распределения 8,5 ЭКЕ между концентратами.

Шроты	368	226	115	1	=	1
Злаковые концентраты	111		142			1,23

Для шротов потребуется $8,5 : (1+1,23) = 3,8$ ЭКЕ.

Для зерна злаков потребуется $8,5 - 3,8 = 4,7$ ЭКЕ.

Шрот подсолнечниковый (кг) $3,8 : 2 = 1,9 : 1,06 = 1,8$.

Шрот рапсовый (кг) $1,9 : 1,14 = 1,7$

Ячменная дерть (кг) $4,7 : 3 = 1,57 : 1,18 = 1,33$.

Пшеничная дерть (кг) $1,57 : 1,08 = 1,45$.

Тритикале (кг) $1,57 : 1,05 = 1,5$.

Вносим найденное количество концентратов в рацион и подсчитываем в нем все элементы питания, в том числе определяем структуру рациона и структуру себестоимости рациона.

Составленный рацион сбалансирован по сухому веществу, энергетическим кормовым единицам, обменной энергии, сырому протеину, крахмалу, сахару. Но рацион не балансируется по сырому жиру, кальцию, фосфору, каротину, витамину Д. Поэтому необходимо вводить минеральные добавки и премиксы.

4.5.3. Балансирование рациона по каротину

От нормы потребности в каротине мы вычитаем то его количество, которое поступит с объемистыми кормами:

$$911 - (66 + 247 + 104) = 488 \text{ мг.}$$

Для того, чтобы закрыть этот дефицит каротина, мы должны разделить его на содержание каротина в 1 кг премикса П-60-3. Но в премиксе

показан не каротин, а витамин А. В 1 кг премикса П-60-3 содержится 2600000 международных единиц витамина А. Необходимо перевести международные (интернациональные) единицы витамина А в миллиграммы каротина. 1 мг β-каротина соответствует 476 МЕ витамина А.

После перевода в 1 кг премикса П-60-3 международных единиц витамина А в миллиграммы каротина 2600000 МЕ витамина А будет соответствовать 5462 мг β-каротина в 1 кг премикса ($2600000 : 476 = 5462$).

Определим, сколько премикса П-60-3 следует ввести в рацион, чтобы закрыть дефицит каротина в размере 488 мг. Для этого 488 мг необходимо разделить на 5462 мг, в результате получаем количество килограммов премикса П-60-3 ($488 : 5462 = 0,09$ кг) в рационе.

Каротина поступит 488 мг. Дефицит будет закрыт.

Подсчитаем, сколько других элементов поступит в рацион вместе с 0,09 кг премикса П-60-3.

Дефицит сырого жира можно ликвидировать введением в рацион около 158 г растительного жира. Но это будет способствовать удорожанию рациона.

Дефицит фосфора и частично кальция (11,7 г) можно закрыть введением монокальцийфосфата в количестве 65 г/гол. Эта цифра получена делением дефицита фосфора (14,4 г) на процент содержания фосфора в этой добавке – 23,0%, содержание кальция в добавке – 18,0%.

Остальной недостаток кальция 34,5 г закроем введением 86 г мела кормового (в 100 г мела содержится 40 г кальция).

Таким образом, 90 г премикса, 65 г монокальцийфосфата и 86 г мела позволят закрыть в рационе почти все дефициты, кроме лизина (27,9 г). В рацион следует ввести 120 г поваренной соли.

5. КОРМЛЕНИЕ СТЕЛЬНЫХ СУХОСТОЙНЫХ КОРОВ

Продуктивность коров за лактацию, а также развитие и здоровье теленка в значительной мере определяются условиями их кормления и содержания в стельный сухостойный период. 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 переваримого протеина. 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 легко ферментируемыми углеводами и жиром.

Первая фаза – от запуска до 20 дней перед отелом. Во время первой 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. Такую структуру рационов можно считать оптимальной, так как при этом обеспечивается здоровье коров, рост и жизнеспособность плода, высокая молочная продуктивность коров после отела.

В 1-й фазе (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-практического центра 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.

Фаза 2-я – 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 позволит адаптироваться микрофлоре к переменам в кормлении после отела, способствует увеличению размера сосочкового слоя рубца, высокой жизнеспособности новорожденного теленка, хорошему качеству молозива, высоким показателям продуктивности и воспроизводительной способности в следующую фазу лактации. Во 2-ю 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 возрастает 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 аборт 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 избыток. Это приводит к нарушению функции паращитовидных желез, уменьшению синтеза паратгормона, в результате происходит снижение усвоения кальция из кормов и его из-

влечение из костей и мышц. Во избежания 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 парезом.

У стельных коров напряженно протекает минеральный обмен, значительно возрастает расход кальция и фосфора для формирования скелета 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 элементов. 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 – 10–12 кг, силос кукурузный – 10–12 кг, патока кормовая – 0,3–0,5 кг, концентраты – 2,0–3,0 кг. При отсутствии патоки ее можно заменить на 8 – 10 кг кормовой свеклы.

Коровы с ожидаемым удоем 6–7 тыс. кг молока должны получать в сутки 4 кг сена, 12 кг сенажа, 12–14 кг силоса кукурузного, 0,6–0,8 кг патоки и 2,5–3,5 кг концентратов (два раза в сутки). В летний период основу рациона должны составлять зеленые корма и 1,5–2 кг концентратов.

Задание. 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 подсолнечниковый, премикс для коров, поваренную соль, минеральные добавки. Нормы кормления стельных сухостойных коров приведены в табл. 15, информация о питательности кормов – в табл. 13, а форма записи рациона – в табл. 14.

Последовательность работы по составлению рациона для стельных сухостойных коров следующая:

1. Готовят информацию о питательности кормов так, как это показано в табл. 13.

2. Важнейший показатель КОЭ (концентрация обменной энергии). Его находят путем деления количества обменной энергии в

1 кг корма (кг) на содержание сухого вещества.

3. Определяют нормы потребности стельных сухостойных коров (табл. 15) и заносят их в табл. 14.

В рекомендуемых в настоящее время детализированных нормах кормления стельных коров предусмотрена суточная потребность в основных факторах питания нормально упитанных, закончивших рост животных при хороших условиях содержания в течение сухостойного периода. При нижесредней упитанности к этим нормам следует добавлять 1–2 ЭКЕ и соответственно увеличивать количество других питательных веществ.

Таблица 15. Нормы кормления стельных сухостойных коров на 1 гол. в сутки

Показатели	Плановый удой, кг									
	4000		5000		6000		7000		8000	
	Живая масса									
	400	500	500	550	550	600	600	650	600	650
К. ед.	8,1	8,8	9,9	10,4	11,9	12,3	13,5	13,8	14,2	14,6
ЭКЕ	9,4	10,5	11,6	12,2	13,7	14,2	15,3	15,6	16,2	16,7
Сухое в-во, кг	9,82	10,73	11,61	12,24	12,93	13,44	14,21	14,60	14,59	15,05
Сырой протеин, г	1340	1457	1676	1766	1998	2075	2286	2348	2469	2545
Переваримый протеин, г	872	970	1090	1144	1131	1355	1485	1520	1605	1650
Лизин, г	67	77	81	85	87	90	98	101	102	105
Сырая клетчатка, г	2357	2575	2670	2815	1284	2956	2984	3066	2918	30Ю
Крахмал, г	769	850	1175	1234	1417	1465	1930	1973	2085	2143
Сахар, г	697	775	780	820	1180	1220	1485	1518	1605	1650
Сырой жир, г	251	280	335	352	430	445	515	526	585	601
Соль поваренная, г	46	55	60	63	73	75	80	82	85	87
Кальций, г	72	90	95	100	116	120	130	133	135	139
Фосфор, г	41	50	55	58	68	70	75	77	80	82
Магний, г	17,4	20	21	22,1	22,3	23	24	24,5	26	26,7
Калий, г	60	66	70	73	84	87	90	92	97	100
Сера, г	19,5	22	23	24,2	28	29	30	30,7	32	32,9
Железо, мг	554	615	695	730	832	860	945	966	1020	1049
Медь, мг	77	90	100	105	121	125	135	138	145	149
Цинк, мг	395	440	495	520	595	615	675	690	730	750
Кобальт, мг	5,5	6,2	6,9	7,3	8,3	8,6	9,5	9,7	10,2	10,5
Марганец, мг	395	440	495	520	595	615	675	690	730	750
Йод, мг	5,5	6,2	6,9	7,3	8,3	8,6	9,5	9,7	10,2	10,5
Каротин, мг	395	440	495	520	653	675	810	828	875	900
Витамин Д, тыс.МЕ	7,9	8,8	10,9	11,5	13,1	13,5	16,2	16,6	17,5	18,1
Витамин Е, мг	318	350	395	392	474	490	640	552	585	601
Конц. ОКЕ, кг/СВ	0,825	0,820	0,853	0,850	0,920	0,915	0,950	0,945	0,973	0,970
Конц. СП, г/кг СВ	136,5	135,8	144,4	144,3	154,5	154,4	160,9	160,8	169,2	169,1

В течение сухостойного периода нормы кормления изменяются так, как это показано в табл. 16.

Таблица 16. Изменение норм кормления сухостойных коров по декадам сухостойного периода, %

Декада сухостойного периода					
I	II	III	IV	V	VI
80	100	120	120	100	60

Следовательно согласно изменению норм по декадам, рацион стельной сухостойной коровы необходимо плавно корректировать, не изменяя перечень кормов, но увеличивая или уменьшая их количество.

4. Проводят обоснование структуры кормового рациона, используя для этого данные о содержании ЭКЕ (ОЭ/10) в сухом веществе. Начинают его с группировки кормов. В первую группу включают травяные объемные корма, во вторую группу – концентраты и корнеплоды, затем находят средние показатели КЭКЕ для каждой группы кормов, как это показано при составлении рациона для дойных коров.

5. Согласно найденной структуре рациона распределяют энергетические единицы травяных объемистых кормов по видам.

Округление цифр, означающих количество сена, сенажа и силоса, необходимо делать с таким расчетом, чтобы эти корма не заняли в рационе большее количество кормовых единиц, чем им отведено найденной по квадрату Пирсона структурой.

Количество травяных объемистых кормов проставляют в рацион и подсчитывают в них все элементы питания.

6. Затем определяют количество концентратов и корнеплодов. Сначала находят количество корнеплодов на основе балансирования рационов по сахару. От нормы потребности в сахаре вычитают его содержание в травяных объемистых кормах, а также ту его часть, что хотя бы приблизительно поступит с концентратами. Оставшийся сахар делят на величину его содержания в 1 кг свеклы и находят ее количество в рационе.

Количество свеклы заносят в рацион и подсчитывают содержание питательных веществ.

7. Перед завершением балансирования рациона по протеину и энергии его балансируют по каротину и витамину Д, если в травяных объемистых кормах этих витаминов недостаточно. В концентратах их нет, поэтому данную проблему надо решать введением витаминных препаратов или премикса.

8. Остался этап балансирования рациона по энергетическим кормовым единицам и протеину. Находят остаток энергетических кормовых единиц

и остаток сырого протеина, которые необходимо добалансировать концентратами.

9. С помощью квадрата Пирсона находят количество частей злаковых концентратов и белковых (горох, шрот и т. д.) для распределения остатка кормовых единиц под эти корма. Для этого расчета используется показатель нагрузки сырого протеина на 1 ЭКЕ, как это показано при составлении рациона для дойных коров.

10. Проставляют найденное количество концентрированных кормов в рацион, подсчитывают элементы питания по каждому элементу, сумму сравнивают с нормой потребности. Обнаруженный недостаток минеральных веществ и витаминов «закрывают» введением премикса.

6. КОРМЛЕНИЕ ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ КОРОВ

Высокопродуктивные коровы большую долю энергии кормов преобразуют в молоко, чем низкопродуктивные. Это явилось основанием относить к числу высокопродуктивных тех коров, которые способны возвращать с молоком не менее 36 % энергии, потребленной с кормом (рационом). К такой группе животных относятся коровы с удоем 5–6 и более тысяч килограммов молока за лактацию. Высокие годовые удои получают в том случае, если условия кормления и содержания обеспечивают их поддержание на высоком уровне в течение всего лактационного периода, когда кормление позволяет в полной мере использовать продуктивные способности коров.

Организация кормления высокопродуктивных коров находится в тесной связи с планированием удоев. Для этого можно воспользоваться данными о снижении удоев в связи с естественным ходом лактации у высокопродуктивных коров (табл. 17).

Т а б л и ц а 17. Среднемесячное снижение удоев у высокопродуктивных коров

Удой за 300 дней лактации	Месяцы лактации										Ежемес. сниж. удоев с 2 по 9 мес, %
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й	8-й	9-й	10-й	
5000	20,2	22	20,5	19,1	17,7	16,5	15,3	14,3	11,4	9,5	7,1
6000	22,4	25,8	24,3	22,7	21,4	20,1	18,8	17,8	15,2	11,4	6,0
7000	25,2	30,0	28,2	26,5	24,9	23,4	22,0	20,7	18,2	14,1	6,0
7500	27,0	32,1	30,2	28,4	26,7	25,1	23,6	22,1	19,5	15,0	6,0

Из табл. 17 видно, что, начиная со второго по девятый месяцы лактации, среднее падение суточных удоев у высокопродуктивных коров составляет около 6 %. Соотношение между кормом и продуктивностью

у них меняется в зависимости от фазы лактации, живой массы, уровня продуктивности и др. Нормы кормления с учетом этих факторов приведены в табл. 18–21.

У высокопродуктивных коров обязателен контроль объема кормовой дачи по содержанию в ней сухого вещества, который нельзя считать всегда надежным. Дело в том, что одинаковые весовые количества сухого вещества разных кормов в набухшем состоянии занимают различные объемы в пищеварительном канале животных. Кроме того, различные по ассортименту кормов дачи при равном содержании в них сухого вещества неодинаковое время остаются в пищеварительном канале, и, наконец, они содержат неодинаковое количество неперевариваемых веществ – балласта, наполняющего кишечник.

Хорошим показателем при оценке рационов для коров высокой продуктивности следует считать содержание в рационе неперевариваемых веществ или, как их иногда называют, балласта. Чем больше продуктивность, тем выше должна быть переваримость кормов и рационов. Количество балласта в рационе коров не должно увеличиваться с повышением удоев. Другими словами, каждое животное в зависимости от развития у него пищеварительных органов и их вместимости способно нормально переваривать рационы с содержанием балласта не выше определенного максимума, т. е. количество перевариваемых веществ в суточном рационе должно возрастать без значительного его увеличения. На практике это можно реализовать, если при составлении рационов учитывать и скорость переваривания отдельных кормов. По данным Э. Р. Ерскова, она у различных кормов далеко неодинакова. Например, свекла переваривается у жвачных животных на 85 % за 2–6 ч, зерно злаковых – на 80 % за 12–14 ч, пастбищная трава и клевер – на 70 % за 12–18 ч, плохое сено – на 55 % за 30–40 ч, а солома – на 40 % за 45–56 ч. Отсюда видно, что для повышения продуктивности в рационах необходимо увеличивать количество кормов, которые быстрее и лучше перевариваются, оставляя меньшее количество балласта.

При кормлении высокопродуктивных коров всегда приходится решать проблему оптимального использования питательных веществ – протеина, жира, клетчатки, крахмала, сахаров. Все эти питательные вещества подвергаются в рубце гидролизу с помощью различных микроорганизмов, требующих для жизнедеятельности разных значений рН среды. Необходимость скармливания большого количества концентратов высокопродуктивным коровам может привести к снижению рН до 5,2–5,4, что губительно для целлюлозолитических микроорганизмов, расщепляющих клетчатку при рН 6,4–6,8. Поэтому имеет значение дробное скармливание концентратов (разделение на несколько дач в сутки), высокое качество сена и сенажа, у которых клетчатка с низкой степенью лигнификации (низким коэффициентом объема – 1,25–1,4), чтобы корма быстрее и легче могли перевариваться, но при этом вызы-

вали у коров в большом количестве секрецию слюны.

В кормлении высокопродуктивных коров в пастбищный период проблему увеличения потребления сухого вещества в расчете на 100 кг живой массы необходимо решать путем введения в их рацион хорошего сена, скошенной и провяленной пастбищной травы, организации доения коров непосредственно на пастбище с помощью передвижных доильных установок. Одним из важнейших факторов, влияющих на молочную продуктивность, является также рациональное использование кормов по периодам лактации и стельности.

По обобщенным данным, с учетом особенностей потребления кормов в сухостойный период наукой разработана следующая схема кормления высокопродуктивных коров: первые 4–5 недель уровень кормления должен составлять 12 к. ед. для коров с удоем 5 тыс. кг молока за лактацию и 13–14 к. ед. для получения продуктивности 6–7 тыс. кг молока. Примерно за 2 недели до ожидаемого отела скармливание концентратов постепенно увеличивают из расчета, чтобы к отелу корова могла получить 40 % от уровня максимального потребления концентрированных кормов во время лактации. Состав концентратной смеси необходимо довести до уровня, который будет скармливаться после отела, поскольку к моменту отела коровы должны иметь высшую упитанность. В практике кормления высокопродуктивных коров самым ответственным считается период, охватывающий первые 100–120 дней лактации, на который приходится до 45 % годового объема молока. В этот период недостающее количество энергии и питательных веществ для синтеза большого количества молока заимствуется из резерва организма. При этом нельзя допустить, чтобы потери живой массы в начальный период превысили 0,5 кг в сутки, а общие потери за период раздоя (15–60-й дни лактации) – не более 8 % живой массы тела. Пик лактации у коров наступает на 30–45-й день после отела, а пик потребления корма – через 2–2,5 месяца. Мастерство животноводов заключается в том, чтобы сократить разрыв между этими моментами правильным подбором травяных объемистых кормов высокого качества с низким коэффициентом объема и скармливанием высокоэнергетических концентратов с высоким содержанием белка (400–500 г на 1 кг молока). Несоблюдение этого правила или скармливание кормов невысокого качества могут привести к срыву лактации.

В период раздоя для высокопродуктивных коров с уровнем продуктивности 7000 кг и более за лактацию концентрации обменной энергии в сухом веществе рациона должна быть на уровне 11,5–12 МДж содержание сырого протеина – 16–18 %, с распадемостью в рубце 60–65 %, сырого жира – 4 % и клетчатки – не более 17 %.

Во 2-й фазе лактации (101–200-й день лактации) – ткани тела уже почти не участвуют в образовании молока, корова становится стельной. Забота технолога должна быть направлена не только на обеспече-

ние животного энергией и питательными веществами для поддержания жизни и секреции молока, но и на рост плода и отложение питательных веществ про запас. 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 до уровня 300–350 г на 1 кг молока, а к концу фазы середина лактации до 200–250 г (излишняя дача концентрированных кормов в этот период себя не оправдывает и может привести к ожирению коров).

Содержание обменной энергии в сухом веществе рациона должна быть на уровне 10,5 МДж, содержание сырого протеина – 16 %, с распадаемостью в рубце 65–70 %, и клетчатки – не более – 17–19 %.

В 3-й фазе лактации (201–305-й день лактации) наблюдается положительный энергетический баланс. Содержание обменной энергии в сухом веществе рациона должно быть на уровне 9,5–10 МДж, содержание сырого протеина – 14 %, с распадаемостью в рубце 70–75 %, и клетчатки – 20–22 %. В этот период уровень кормления необходимо снизить путем уменьшения нормы концентрированных кормов (до 200–250 г на 1 кг молока, а к концу последней трети лактации – до 200 г на 1 кг молока).

Задание. Составить рацион для высокопродуктивной коровы (живая масса 600 кг, удой 36 кг жирностью 3,5 %). Корова в 1-й фазе лактации на раздое. В рацион включить сено клевер-тимофеевка, сенаж из многолетних бобово-злаковых трав, силос кукурузный, свеклу сахарную, ячменную дерть, шрот подсолнечниковый, комбикорм К-60-7, премикс П-60-6. Величина аванса для раздоя составляет 2 ЭКЕ и 2 кг сухого вещества.

Выполнение задания

1. Готовят информацию о питательности кормов так, как это показано в табл. 13.

2. Переводят молоко на 4 %-ное содержание жира.

3. Определяют норму потребности в кормах для высокопродуктивной коровы из табл. 18 для соответствующего надоя, плюсуя к ней величину сухого вещества, энергетических кормовых единиц аванса на раздой и соответствующее им количество других элементов питания. Определяют нормативный показатель ЭКЕ в сухом веществе.

4. Выполняют группировку кормов: травяные объемистые корма – первая группа, концентраты и корнеплоды – вторая группа. Определяют средний показатель ЭКЕ в сухом веществе для каждой группы.

5. С помощью квадрата Пирсона находят количество частей для

распределения суточной нормы кормовых единиц для травяных объемистых кормов и концентратов с корнеплодами.

6. Составляют набор кормов в рационе в таком порядке, как это было сделано при выполнении задания 1 раздел 4.

7. Балансируют рацион по недостающим элементам питания.

Т а б л и ц а 18. Нормы кормления дойных коров живой массой 600 кг, энергетический баланс отрицательный (11–60-й день доения, 1-я фаза лактации), на 1 гол. в сутки

Показатели	Среднесуточный удой в пересчете на жирность 4% , кг										
	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	
Кормовые единицы	14,1	15,2	16,3	17,4	18,5	19,6	20,7	21,8	22,9	24,0	
ЭКЕ	16,4	17,6	18,7	19,9	21,0	22,2	23,3	24,5	25,8	27	
Сухое в-во, кг	16,34	17,12	17,85	18,55	19,21	19,84	20,43	21,0	21,54	22,06	
Сырой протеин, г	2204	2399	2595	2795	2997	3200	3404	3610	3814	4024	
Переваримый протеин, г	1440	1570	1700	1830	1960	2090	2220	2350	2480	2610	
Лизин, г	121	130	138	147	155	164	172	181	189	198	
Сырая клетчатка, г	3843	3893	3920	3929	3920	3893	3849	3793	3722	3640	
Крахмал, г	2068	2277	2487	2696	2906	3115	3325	3534	3743	3954	
Сахар, г	1368	1529	1689	1850	2011	2171	2332	2493	2654	2814	
Сырой жир, г	478	529	580	631	682	733	785	836	887	938	
Соль поваренная, г	98	106	114	123	131	139	147	155	164	172	
Кальций, г	98	106	114	123	131	139	147	155	164	172	
Фосфор, г	71	78	86	93	101	108	115	123	130	138	
Магний, г	27	28,3	297	31,0	32,3	33,7	35,0	36,3	37,7	39,0	
Калий, г	101	110	118	127	136	144	153	162	170	179	
Сера, г	35,5	37,4	39,4	41,3	43,2	45,2	47,1	49,1	51	53,0	
Железо, мг	1166	1271	1375	1480	1585	1690	1794	1899	2004	2108	
Медь, мг	132	145	158	171	184	196	209	222	235	248	
Цинк, мг	945	1012	1078	1145	1211	1278	1344	1411	1477	1544	
Кобальт, мг	10,5	11,6	12,7	13,8	14,9	16,0	17,1	18,2	19,3	20,5	
Марганец, мг	945	1012	1078	1145	1211	1278	1344	1411	1477	1544	
Иод, мг	11,9	13,2	14,4	15,7	16,9	18,2	19,4	20,7	21,9	23,2	
Каротин, мг	645	699	752	809	860	914	968	1021	1076	1130	
Витамин D, тыс. МЕ	14,3	15,5	16,7	17,9	19,1	20,3	21,5	22,7	23,9	25,1	
Витамин E, мг	574	622	670	719	767	815	863	911	960	1008	
ОКЕ, в 1 кг СВ	0,863	0,888	0,913	0,938	0,963	0,988	1,013	1,038	1,063	1,088	
СП, г/кг СВ	134,9	140,1	145,4	150,7	156,0	161,3	166,6	171,9	177,1	182,4	

Т а б л и ц а 19. Нормы кормления дойных коров живой массой 600 кг, энергетический баланс нулевой (61–120-й день доения, 2-я фаза лактации), на 1 гол. в сутки

Показатели	Среднесуточный удой молока в пересчете на жирность 4% , кг										
	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Кормовые единицы	12,9	13,9	14,9	16,0	17,1	18,2	19,3	20,4	21,5	22,6	
ЭКЕ	15,2	16,3	17,4	18,4	19,5	20,6	21,7	22,7	23,8	24,9	

Окончание табл. 19

1	2	3	4	5	6	7	8	8	10	11
Сухое в-во, кг	16,00	16,75	17,45	18,20	18,94	19,61	20,27	20,90	21,48	22,05
Сырой протеин, г	1970	2149	2328	2503	2722	2920	3122	3325	3529	3735
Переваримый протеин, г	1280	1400	1520	1650	1780	1910	2040	2170	2300	2430
Лизин, г	108	116	124	131	139	147	155	163	170	178
Сырая клетчатка, г	4054	4102	4146	4180	4200	4195	4175	4140	4085	4020
Крахмал, г	1802	2016	2231	2445	2660	2874	3089	3303	3517	3732
Сахар, г	1187	1350	1513	1676	1839	2002	2165	2328	2491	2656
Сырой жир, г	422	473	525	576	627	679	730	781	832	884
Соль поваренная, г	88	97	105	114	122	131	139	148	156	165
Кальций, г	88	97	105	114	122	131	139	148	156	165
Фосфор, г	64	71	78	86	93	100	107	115	122	129
Магний, г	25,4	26,7	28	29,2	30,5	31,8	33,1	34,3	35,6	36,9
Калий, г	91	100	109	117	126	135	144	153	161	169
Сера, г	32,0	34,3	36,6	38,9	41,2	43,5	45,8	48,1	50,4	52,7
Железо, мг	1051	1155	1259	1363	1467	1571	1675	1779	1883	1988
Медь, мг	118	131	144	157	170	183	196	209	222	235
Цинк, мг	784	859	934	1009	1084	1159	1234	1309	1384	1459
Кобальт, мг	9,3	10,4	11,5	12,7	13,8	14,9	16,0	17,2	18,3	19,4
Марганец, мг	784	859	934	1009	1084	1159	1234	1309	1384	1459
Йод, мг	10,5	11,8	13,0	14,3	15,5	16,8	18,0	19,3	20,5	21,8
Каротин, мг	335	637	690	742	795	847	900	952	1005	1056
Витамин D, тыс. МЕ	13,0	14,2	15,3	16,5	17,6	18,8	19,9	21,1	22,2	23,4
Витамин E, мг	521	568	616	663	711	759	807	855	902	948
ОКЕ, в 1 кг СВ	0,800	0,830	0,854	0,879	0,903	0,928	0,952	0,976	1,001	1,025
СП, г/кг СВ	123,1	128,3	133,4	137,5	143,7	147,9	154,0	159,1	164,3	169,4

Т а б л и ц а 20. **Нормы кормления дойных коров живой массой 600 кг, энергетический баланс умеренно-положительный (121–210-й день доения, 3-я фаза лактации), на 1 гол. в сутки**

Показатели	Среднесуточный удой молока в пересчете на жирность 4% , 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	19,8	20,9	
ЭКЕ	14,8	16,0	17,2	18,3	19,5	20,7	21,9	23,0	24,2	
Сухое в-во, кг	16,0	16,77	17,50	18,2	18,97	19,69	20,37	21,02	21,64	
Сырой протеин, г	1872	2046	2223	2402	2599	2796	2994	3195	3397	
Переваримый протеин, г	1210	1330	1450	1570	1700	1830	1960	2090	2220	
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	1661	1867	2073	2279	2485	2691	2897	3103	3306	
Сахар, г	1070	1223	1376	1529	1682	1835	1988	2141	2313	
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	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
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	209
Цинк, мг	744	817	890	963	1036	1108	1181	1254	1327
Кобальт, мг	8,4	9,5	10,6	11,7	12,9	14,0	15,1	16,2	17,3
Марганец, мг	744	817	890	963	1036	1108	1181	1254	1327
Иод, мг	9,6	10,8	12,0	13,3	14,5	15,7	16,9	18,2	19,4
Каротин, мг	558	610	662	714	766	818	870	922	975
Витамин D, тыс. МЕ	12,4	13,4	14,4	15,4	16,5	17,6	18,7	19,8	20,9
Витамин E, мг	497	543	590	636	683	729	775	822	868
ОКЕ, в 1 кг СВ	0,775	0,799	0,823	0,846	0,870	0,894	0,918	0,942	0,966
СП, г/кг СВ	117	122	127	132	137	142	147	152	157

Таблица 21. Нормы кормления дойных коров живой массой 600 кг, энергетический баланс заметно положительный (211–300-й день доения, 4-я фаза лактации), на 1 гол. в сутки

Показатели	Среднесуточный удой молока в пересчете на жирность 4% , кг							
	8	10	12	14	16	18	20	22
Кормовые единицы	11,1	12,1	13,1	14,1	15,1	16,1	17,2	18,3
ЭКЕ	13,3	14,4	15,6	16,7	17,9	19,0	20,2	21,3
Сухое в-во, кг	15,40	16,24	17,06	17,83	18,53	19,21	19,58	20,7
Сырой протеин, г	1636	1804	1979	2157	2329	2509	2705	2904
Переваримый протеин, г	1040	1160	1280	1400	1520	1640	1770	1900
Лизин, г	91	100	109	118	126	135	143	151
Сырая клетчатка, г	4344	4456	4548	4614	4651	4672	4703	4711
Крахмал, г	1326	1534	1742	1950	2158	2366	2574	2785
Сахар, г	793	953	1113	1274	1434	1595	1755	1915
Сырой жир, г	304	354	405	455	505	556	606	656
Соль поваренная, г	72	80	88	96	105	113	121	129
Кальций, г	72	80	88	96	105	113	121	129
Фосфор, г	47	54	62	69	76	84	91	98
Магний, г	24,6	25,8	26,9	28,1	29,3	30,5	31,6	32,8
Калий, г	75	83	91	99	108	116	124	132
Сера, г	29	31,2	33,3	35,5	37,6	39,8	41,9	44,1
Железо, мг	829	932	1034	1137	1240	1342	1445	1548
Медь, мг	91	103	115	128	141	153	165	176
Цинк, мг	642	714	785	856	928	999	1071	1145
Кобальт, мг	6,7	7,8	8,9	10,0	11,1	12,2	13,3	14,4
Марганец, мг	642	714	785	856	928	999	1071	1145
Иод, мг	7,6	8,8	10,1	11,3	12,6	13,8	15,0	16,3
Каротин, мг	488	539	591	642	693	745	796	847
Витамин D, тыс. МЕ	11,1	12,1	13,1	14,1	15,1	16,1	17,2	18,3
Витамин E, мг	437	482	527	572	618	663	708	753
ОКЕ, в 1 кг СВ	0,721	0,745	0,768	0,791	0,815	0,838	0,861	0,884
СП, г/кг СВ	106,2	111,1	116	120,9	125,7	130,6	135,4	140,3

7. КОРМЛЕНИЕ МОЛОЧНОГО СКОТА В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД

Большое значение в повышении продуктивности коров имеет правильная организация их кормления в летний период, когда, как известно, получают около 50 % общего производства молока, а его себестоимость в этот период в 1,5 – 2 раза ниже, чем в стойловый. Однако следует иметь в виду, что получение высоких удоев возможно там, где будет правильно организован перевод коров с зимнего содержания на летнее, обеспечено рациональное использование зеленого корма, сбалансирован рацион.

Летний рацион кормления коров, состоящий в основном из трав, в значительной степени отличается от зимнего не только по физическим свойствам кормов, но и по их питательности. Поэтому резкая смена состава рациона может привести к нарушению микробиологических процессов, происходящих в рубце. Переход от стойлового зимнего к летнему пастбищному кормлению коров должен производиться постепенно от одной до двух недель. Следует помнить, что в переходный период закладывается основа молочной продуктивности коров в летний период.

В первые дни выхода скота на пастбище следует организовать нормированное стравливание травы. Животные с жадностью поедают её, вследствие чего могут возникнуть тяжелые расстройства пищеварения. Примерный режим перевода коров на пастбищное кормление может быть следующим: 1–2-й день – 1,5–2 ч пастыбы на пастбище; 3–5-й день – 2,5–3 ч; 6–10-й день – 4–7 ч; 12-й день – 11 ч и более.

Перед началом пастбищного кормления коров должен быть принят комплекс мер для предупреждения кормового стресса, вызываемого достаточно резким переходом от стойлового зимнего к летнему пастбищному кормлению коров.

Для плавного перехода необходимо решение следующих вопросов:

- 1) выдача коровам полного стойлового рациона в течение не менее 10 дней выгона коров на зелень;
- 2) использование для выпаса площадей озимой ржи, посеянной повышенной нормой высева в оптимальные агрохимические сроки и во время подкормленной весной;
- 3) регламентация времени выпаса на ржи и не форсирование количества потребления ее зеленой массы в первую неделю выпаса во избежании возникновения поносов.

В фазе кущения при хорошей густоте травостоя озимая рожь дает

урожайность зеленой массы 35–45 ц/га (этот показатель должен служить началом ее порционного стравливания). Ежедневно урожайность зеленой массы ржи повышается на 8,5–12 ц/га. Норма потребления в первый день выпаса не должна превышать 15 кг. Это 1–1,5 ч пребывания на пастбище. В последующем в течение 10 дней с учетом урожайности потребление зеленой массы доводят постепенно до 50 кг на голову в сутки. Эти регламентации необходимо положить в основу ежедневного отвода площадей ржи для порционного стравливания. На отведенных площадях система стравливания должна быть построена на базе высокой технологической культуры: устройство прогонов, порционное стравливание, обоснованное параметрами потребности в такой траве и скорости прибавки урожая зеленой массы ржи.

Зеленая масса ржи в сухом веществе содержит до 10 г/кг кальция, 9,0 г/кг фосфора, много протеина (до 120 г/к. ед.). В ней содержится 12 – 13 % сухого вещества, в килограмме которого 0,87–0,9 к. ед.

Пастьба по ржи – хороший двухнедельный срок для восстановления у коров дефицита в фосфоре, витаминах, минеральных веществах и плавной перестройки пищеварительного тракта на пастбищное кормление.

Главная цель плавного перехода от зимнего к летнему кормлению – упреждение у коров поносов, поскольку положительное решение этой проблемы позволяет потом обеспечить быстрый и надежный рост молочной продуктивности.

Причинами возникновения пастбищных поносов у коров являются: резкое падение рН рубцового содержимого с величины 6,6–6,8 (норма) до 5,5–5,0 из-за высокой влажности травы и малого поступления слюны, содержащей бикарбонат натрия; снижение содержания в крови магния ниже 1,8 мг/% в связи с блокированием его усвоения из травы по причине избытка в ней азота и калия и недостатка натрия; избыточное содержание нитратов в траве. Рефлекторно возникают условия для усиления перистальтики желудочно-кишечного тракта.

Устранение поносов у коров достигается включением в рацион сена (2 кг на голову в сутки), обеспечением коров поваренной солью в размере полуторных норм, минеральным питанием, добавкой карбонатных и магнийсодержащих солей: кормовой мел, карбонат магния, магnezия, бикарбонат натрия и других в количестве до 150 г/гол. в сутки.

К кормовой основе необходимо обеспечить свободный доступ.

Ежедневно в течение переходного периода животных, а высокопродуктивных коров – всего летнего сезона, перед выгоном на паст-

бище необходимо предварительно подкармливать грубыми кормами (сено, солома, сенаж и др.). В первые дни выпаса потребление травы ими не должно превышать 15 кг, а остальной рацион должен состоять из 1,5–2 кг сена или соломы, 6–7 кг силоса и 4–5 кг сенажа. Это позволяет обеспечить потребность коров в необходимых питательных веществах для получения стабильных удоев в переходный период, не снижая жирности молока и предотвращая возникновение поносов.

В пастбищный период значительно повышается потребность коров в натрии, так как его содержание в траве обеспечивает их потребность на 40–60 %. Потребность в поваренной соли может возрасти при избытке калия в рационе в 1,5–2 раза. Поэтому с начала пастбищного периода поваренную соль скармливают коровам на 30–50 % больше, чем рекомендуется нормами кормления под соответствующую продуктивность.

Фосфорные подкормки (монокальцийфосфат, моносодийфосфат, кормовой преципитат и др.) вводят в рацион из расчета 3 г фосфора на каждые 100 кг живой массы и 3 г на каждый литр молока.

Потребность в магнезии в пастбищный период составляет 24–30 г на корову в день. Для этого можно скармливать коровам соли магния (углекислый или сернокислый магний) в количестве 40–60 г. Включение в рацион магния не только предотвращает пастбищную тетанию, но и способствует нормализации воспроизводительных функций коров.

Для предупреждения снижения жира в молоке можно использовать бикарбонат натрия (питьевая сода), бентонит натрия (до 80–100 г в сутки на голову), а также уксуснокислый натрий – до 400 г.

В пастбищной траве содержится недостаточное количество микроэлементов: меди – 40–50 %, марганца – 10–20, цинка – 20–30, кобальта – 70–80, йода – 70–80 % от их потребности.

Наукой установлено, что физиологически коровы способны переработать за сутки 3,5 кг (до 4 кг) сухого вещества пастбищной травы в расчете на каждые 100 кг их живой массы. Этот рубеж необходимо положить в основу всей профессиональной и технологической работы на местах для достижения потребления такого уровня сухого вещества. Коровы живой массой 400 кг максимально способны переработать 14 кг сухого вещества пастбищных кормов, коровы живой массой 500 кг – 18, а коровы живой массой 600 кг – 21 кг. Достижение такого уровня потребления коровами сухого вещества пастбищных кормов снимает проблему концентратов в летний период. При этих условиях потребления сухого вещества они просто не понадобятся.

Потребление коровами 12 кг сухого вещества пастбищных кормов гарантирует получение 12 кг молока без концентратов, потребление 14 кг – возможность получить 16 кг молока, а 16 кг – всех 20 кг молока без концентратов. Путь к решению проблемы увеличения потребления сухого вещества до 3,5–4 кг в расчете на каждые 100 кг живой массы коров лежит через создание оптимальных условий рН рубца – 6,6–6,8. Для этого необходимо коровам выдавать ежедневно по 1,5–2 кг сена, т.е. третью часть, а то и половину пастбищной травы, особенно там, где низок процент ее поедаемости (60–65 % и ниже), скармливать ее в скошенном и проваленном виде до влажности 65–70 %, использовать буферные соли (карбонатные и магниесодержащие, такие, как карбонат магния, бикарбонат натрия, магнезия (до 150 г/гол), повышенные (до 1,5 раз) нормы поваренной соли, фосфорные добавки).

Для гарантированного обеспечения скота минеральными веществами им необходимо скармливать комплексно приготовленные минеральные подкормки (табл. 22) в смеси с зерновой дертью или в рассыпчатом виде, но обязательно сдобренные концентрированными кормами (50 кг ячменной или другой зерновой дерти на 100 кг минеральной смеси).

Т а б л и ц а 22. Состав комплексной минеральной добавки для коров в пастбищный период

Компоненты	Рецепт по циклам стравливания		
	1-й	2-й и 3-й	4-й
Поваренная соль, кг	45	50	61
Кормовой мел, кг	14	14	9
Кормовой фосфат обесфторенный, кг	34	34	30
Окись магния, кг	7	2	-
Сернокислый цинк, г	25	130	150
Сернокислая медь, г	78	66	78
Хлористый кобальт, г	7	9	11
Ячменная дерть, кг	50	50	50
Норма скармливания на 1 кг сухого вещества пастбищного рациона, г	18	14	12

Пример. Корова потребляет в первом цикле стравливания 14 кг сухого вещества травы и концентратов. Ее суточная потребность в минеральной комплексной подкормке составит 252 г (18×14) (при определении суточной подкормки коров концентратами необходимо учитывать качество травостоя и продуктивность животных).

При высоком качестве травостоя (в 1 кг сухого вещества содержится 0,9–1,0 к. ед., 120–140 г переваримого протеина) для коров с суточным удоем свыше 10–12 кг на 1 кг молока достаточно 100–150 г концентратов, при среднем качестве травостоя (в 1 кг сухого вещества – 0,7–0,8 к. ед., 100–120 г переваримого протеина) количество концентрированных кормов может составлять 200–250 г на 1 кг молока и при низком (в 1 кг сухого вещества – 0,5–0,6 к. ед., 80–100 г переваримого протеина) – 250–300 г.

Из концентрированных кормов лучше давать дерть злаков (ячмень, овес и др.). Недопустимо в первой половине пастбищного периода использовать в рационах коров комбикорм зимнего периода, содержащий высокое количество протеина. В летний период необходимо скармливать комбикорм с содержанием протеина не более 11–12 %, а концентраты использовать как источник энергии. Протеина в траве хорошего качества бывает достаточно даже для удоя 20–25 кг.

Выпас коров на пастбище с высоким качеством травостоя обеспечивает экономию концентратов до 200–250 кг за пастбищный период.

В условиях низкого уровня потребления сухого вещества травы (2–2,5 кг сухого вещества в расчете на 100 кг живой массы коров), неразумное увеличение в рационах коров концентратов несколько повышает молочную продуктивность, но не решает, а усугубляет проблему рентабельности летнего молока и приводит не только к снижению потребления травы, но и может вызвать расстройство пищеварения.

В настоящее время практикуется круглосуточная пастьба коров. Однако следует отметить, что она себя оправдывает там, где отсутствуют культурные пастбища, а используются для выпаса коров низкопродуктивные угодья.

Решение вопроса о переводе коров на круглосуточную или ночную пастьбу – не самоцель. Разработка режима кормления должна строго опираться на знание физиологии пищеварения жвачных, где времени отдыха и жвачки должно быть отведено не менее 10 часов в сутки.

Основанием для принятия решения должны быть результаты оценки урожайности пастбища, питательности его сухого вещества и уровня потребления (менее 2,5 кг на каждые 100 кг живой массы коров), а главное – отсутствие у коров поносов.

8. ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОЖАЙНОСТИ ПАСТБИЩ, ПОЕДАЕМОСТИ ТРАВЫ И ЕЕ ПИТАТЕЛЬНОСТИ

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, нежели на энергетическую ценность единицы ее сухого вещества. 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 м².

Т а б л и ц а 23. 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 (к ₁)		
	Цикл стравливания			Цикл стравливания		
	I	II–III	IV	I	II–III	IV
Тимофеевка с клевером: кущение трубкование, бутонизация колошение, начало цветения	1,03	0,98	0,90	0,81	0,77	0,69
	0,96	0,92	0,85	0,78	0,71	0,65
	0,85	0,84	0,76	0,74	0,68	0,62
Клевер с тимофеевкой: кущение бутонизация, трубкование начало цветения, колошения	0,96	0,93	0,89	0,78	0,73	0,66
	0,95	0,90	0,84	0,75	0,70	0,64
	0,84	0,83	0,81	0,72	0,64	0,60
Клевер: кущение бутонизация начало цветения	0,95	0,91	0,90	0,80	0,76	0,68
	0,94	0,88	0,83	0,74	0,68	0,63
	0,87	0,81	0,80	0,71	0,65	0,61
Смесь культурных злаков: кущение трубкование начало колошения	1,05	1,02	1,01	0,80	0,78	0,70
	0,94	0,93	0,90	0,76	0,70	0,65
	0,84	0,83	0,82	0,70	0,63	0,58

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

Поедаемость травы определяют по формуле

$$A = \frac{(y - x) \times 100}{H},$$

где А – процент съеденной травы (поедаемость, %);

у – урожайность пастбища, $\text{кг}/\text{м}^2$;

х – количество несъеденных участков травы, $\text{кг}/\text{м}^2$.

В средних пробах мелко измельченной травы и несъеденных остатков определяют содержание сухого вещества. При отсутствии прибора Чижовой можно воспользоваться утюгом с регулируемой температурой.

Навеску мелко измельченной травы (2 г), сделанную на аптечных весах, помещают на лист бумаги, разравнивают, лист складывают вдвое, укрывают двойным слоем бумаги и высушивают утюгом при температуре не выше 105°C до постоянного веса. Расчет содержания сухого вещества выполняют по формуле

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

где С – содержание сухого вещества в скошенной траве, %;

Н – навеска скошенной травы, взятой для высушивания, 2 г;

H_1 – масса травы после высушивания до постоянного веса при температуре 105°C , г.

Аналогично поступают при определении сухого вещества в несъеденных остатках пастбищной травы, вычисляя в них процент содержания сухого вещества.

По окончании этой работы определяют энергетическую питательность скошенной травы и несъеденных остатков (см. данные табл. 23):

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

где C_1 – количество к. ед. в 1 кг скошенной пастбищной травы при ее натуральной влажности;

К – концентрация к. ед. в 1 кг сухого вещества скошенной пастбищной травы (см. табл. 23);

С – содержание сухого вещества в скошенной траве, %.

Количество к. ед. в несъеденных остатках пастбищной травы находят по формуле

$$\delta_1 = \frac{K_1 \times \delta}{100},$$

где δ_1 – количество к. ед. в 1 кг несъеденных остатков пастбищной травы при ее натуральной влажности;

K_1 – концентрация к. ед. в 1 кг сухого вещества несъеденных остатков пастбищной травы (см. табл.23);

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

Содержание сухого вещества в к. ед. в съеденной траве находят по формулам

$$a = \frac{100 \times C - \delta \times (100 - A)}{A};$$

$$a_1 = \frac{100 \times C_1 - \delta_1 \times (100 - A)}{A},$$

где a – сухое вещество в съеденной траве, %;

C – сухое вещество в скошенной траве, %;

δ – сухое вещество в несъеденных остатках травы, %;

A – съеденная трава (поедаемость травы), %;

a_1 – количество к. ед. в 1 кг съеденной травы;

δ_1 – количество к. ед. в 1 кг несъеденных остатков травы;

C_1 – количество к. ед. в 1 кг скошенной травы.

Для определения затрат энергии на физиологические функции коров (поддержание жизни, рост плода, отложение в теле) пользуются соответствующими нормами, приведенными в справочной литературе.

На основе подготовленной таким образом информации проводят зоотехнический анализ пастбищного кормления коров.

Задание. Провести анализ пастбищного кормления гурта дойных коров, находящихся во 2-й фазе лактации, средняя живая масса которых 500 кг, удой молока 17 кг жирностью 3,6 %. Выпас животных проводится на культурном пастбище. Цикл стравливания – 1-й, размер гурта – 150 голов. Урожайность пастбища 112 ц/г. 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 %. Необходимо определить, какое количество концентратов (ячменной дерти) необходимо включить в суточный рацион дойных коров, состоящий из травы злакового культурного пастбища и 2 кг сена тимopheевки, содержащего 80% сухого вещества и 0,45 к.ед./кг.

Последовательность работы по выполнению задания следующая.

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

$$(125,5 \times 84) : 150 = 70,28 \text{ м}^2.$$

2. Находят, какое количество пастбищной травы потреблено в среднем каждой коровой:

$$112 \times 100 : 10000 - 70,28 \times 0,87 = 68,48 \text{ кг}.$$

3. По формулам определяют содержание сухого вещества и кормовых единиц в съеденной коровами траве:

$$a = \frac{100 \times c - b \times (100 - A)}{A}, \quad a_1 = \frac{100 \times c_1 - b_1 \times (100 - A)}{A},$$

где a – сухое вещество в съеденной траве, %;

c – сухое вещество в скошенной пастбищной траве, %;

b – сухое вещество в несъеденных остатках травы, %;

a_1 – количество к. ед. в 1 кг съеденной травы;

c_1 – количество к. ед. в 1 кг скошенной травы;

b_1 – количество к. ед. в 1 кг несъеденных остатков травы;

A – процент съеденной травы (поедаемости травы).

Данные для c_1 и b_1 определяют путем умножения содержания кормовых единиц в сухом веществе скошенной травы или несъеденных остатков (см. табл. 23) на содержание в них сухого вещества:

$$c_1 = \frac{0,90 \times (100 - 82)}{100} = 0,162 \text{ к.ед.};$$

$$b_1 = \frac{0,76 \times (100 - 81)}{100} = 0,144 \text{ к.ед.}$$

Подставляют значения показателей в формулы и получают содержание сухого вещества в съеденной траве (а) и содержание в ней кормовых единиц (а₁):

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

$$a_1 = \frac{100 \times 0,162 - 0,144 \times (100 - 87)}{87} = 0,165 \text{ к.ед.}$$

4. Находят, какое количество сухого вещества, а с ним и кормовых единиц потребила корова вместе со съеденной травой и сеном, потреблено сухого вещества пастбищной травы:

$$\frac{68,43 \times 17,865}{100} = 12,2 \text{ кг,}$$

потреблено сухого вещества сена: $2 \times 0,8 = 1,6$ кг;

в потребленном сухом веществе пастбищной травы содержится:

$$68,43 \times 0,165 = 11,29 \text{ к.ед.,}$$

в потребленном сухом веществе сена – 0,9 к.ед.

5. Производят расчет потребления сухого вещества пастбищной травы на каждые 100 кг живой массы коровы:

$$12,2 : 5 = 2,44 \text{ кг.}$$

Физиологически коровы способны переварить 3,5 кг сухого вещества пастбищной травы в расчете на каждые 100 кг живой массы. В нашем примере мы получили 2,44 кг. Чтобы увеличить этот показатель, необходимо часть, может быть и значительную, пастбищной травы скармливать коровам в скошенном и провяленном виде.

6. Определяют расход энергии у коровы на физиологические функции, используя данные:

$$4,5+0,5+0,7=5,7 \text{ к.ед.}$$

Т а б л и ц а 24. Удельный расход энергии, связанный с передвижением животными

Наименование	Удельный расход энергии (кДж/кг/км) при скорости движения		По данным авторов
	3 км/ч	4 км/ч	
Коровы живой массой, кг: 500	2,76	–	Е.А. Надальяк
500	2,38	–	Е.А. Надальяк
450	2,01	–	Холл и Броди
Бычки: 18 мес 176	4,56	4,02	Е.А. Надальяк
5 мес 150	5,27	4,06	Е.А. Надальяк

7. Используя данные табл. 24, а также зная удаление пастбища от места доения коров и кратность доения (см. задание), находят расход энергии, связанный с передвижением коров, по формуле

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

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

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

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

W – живая масса коровы, кг.

$$S = 2,5 \times 2 \times 2 = 10 \text{ км};$$

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

Калорийность 1 кг молока (кДж) находят по формуле

$$E = (113,5 \times ж + 300) \times 4,187,$$

где ж – процент содержания жира.

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

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

$$11900 : 3157 = 3,77 \text{ кг.}$$

8. Удой пересчитывают на 4%-ное молоко по формуле Фридериксена

$$A = B \times (0,4 + 15 \times ж); \quad A = 17 \times (0,4 + 0,15 \times 3,6) = 15,98 \text{ кг.}$$

9. Определяют ожидаемый надой с поправкой величины затрат на передвижение:

$$15,98 + 3,77 = 19,75 \text{ кг.}$$

10. Определяют норму потребности в к.ед. под это молоко из табл. 6. Для получения 20 кг требуется 15,3 к.ед. В нашем примере норму надо увеличить до 19,75 кг:

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

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 17,58 кг сухого вещества [(17,8 : 15,3) – 15,11] по норме (см. табл. 6).

Нами установлено, что в среднем каждая корова с пастбищной травой получила 12,2 кг сухого вещества, с сеном – 1,6 кг, а всего 13,8 кг сухого вещества и 12,19 к. ед. (11,29 + 0,9).

Для балансирования суточной нормы потребности коров по кормовым единицам требуется 2,92 к. ед. (15,11–12,19) и 3,78 кг сухого вещества (17,58–13,8).

Вот эти 2,92 к.ед. могут быть добалансированы за счет концентратов, причем с невысоким содержанием кормовых единиц в 1 кг сухого вещества (2,92 : 3,78 = 0,772). 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).

9. КОРМЛЕНИЕ ТЕЛЯТ ДО 6-МЕСЯЧНОГО ВОЗРАСТА

Кормление телят до 6-месячного возраста необходимо рассматривать с точки зрения интенсификации отрасли молочного животноводства. На первое место здесь выдвигается вопрос о выращивании коров с продуктивностью 6000 и более кг молока по первому отелу.

Голштинизация 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. 25.

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. 26.

Таблица 25. 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

Таблица 26. 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	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
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 начинают с подготовки информации о питательности кормов (табл. 27).

Таблица 27. 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
1	2	3	4	5	6	7	8	9
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 составляют план роста телок по месяцам молочного периода с дифференциацией суточных приростов по каждой декаде (табл. 28).

В нашем примере, на котором демонстрируем порядок составления схемы кормления телок до 6-месячного возраста, поставлена задача выращивания и получение к концу шестого месяца живой массы 180 кг. После дифференциации суточных приростов и определения живой массы телок по декадам определяем норму потребности в основных питательных веществах, используя табл. 26. Порядок определения норм потребности телок продемонстрируем на примере 1-й декады (табл. 28).

Телка при рождении весила 30 кг, а в конце декады будет весить 36 кг, прирост составляет по 600 г в сутки. Следовательно, средняя живая масса ее за эту декаду составит 33 кг $(30 + 36) : 2$.

Таким образом, среднесуточная норма потребности телки для этой декады должна быть рассчитана на ее среднюю живую массу и средний суточный прирост.

Рассчитывают потребность в кормовых единицах (КЕ) на поддержание жизни, нормы берут из табл. 26:

$$(33 \times 2) : 100 = 0,66 \text{ КЕ.}$$

Потребность на прирост 600 г за сутки –

$$(2,15 \times 600) : 1000 = 1,29 \text{ КЕ.}$$

Итого на поддержание жизни и прирост –

$$0,66 + 1,29 = 1,95 \text{ КЕ.}$$

Потребность в сухом веществе –

$$1,95 : 2,30 = 0,848 \text{ кг.}$$

Потребность в переваримом протеине –

$$0,848 \times 320 = 271 \text{ г.}$$

Потребность в кальции –

$$0,848 \times 12,6 = 10,7 \text{ г.}$$

Потребность в фосфоре –

$$0,848 \times 6,7 = 5,7 \text{ г.}$$

Потребность в каротине –

$$0,848 \times 38 = 32 \text{ мг.}$$

Нормативный коэффициент объема для этой декады –

$$0,848 : 1,95 = 0,435 \text{ кг СВ/КЕ.}$$

По аналогии определяют нормы потребности на каждую последующую декаду при использовании для этого соответствующих им удельных норм из табл. 26. Когда подекадные нормы потребности готовы, дальнейшая работа по составлению схемы кормления сводится к набору кормов по ним с целью балансирования подекадных рационов. Здесь необходимо знать, с какой декады включать в рацион тот или иной корм.

В течение первой декады жизни молозиво является единственным кормом для телки. Его среднесуточная норма определяется путем деления нормы потребности в кормовых единицах на их содержание в одном килограмме молозива:

$$1,95:0,34 = 5,7 \approx 6 \text{ кг.}$$

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 следующие 9 часов жизни необходимо обеспечить телке потребление следующих 1,5–2 л молозива, к концу первой недели жизни она должна выпивать 6–7 л его ежедневно.

Со второй декады телкам начинают нормировать просеянную овсянку и до конца месяца расходуют ее 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 телят пропорционально коррелирует с уровнем будущей молочной продуктивности выращиваемых из них коров и зависит от схем кормления.

Первые 10–15 дней после рождения единственным кормом для теленка является молоко, суточные дачи которого составляют обычно 6–7 кг на голову, а с третьей декады дачи цельного молока снижают и заменяют на использование заменителей молока.

Широкое применение в кормление телят находят заменители цельного молока (ЗЦМ). Успех выращивания телят на ЗЦМ зависит от их качества. К сожалению, в хозяйствах используют ЗЦМ пониженного качества, что приводит к нарушению пищеварения у телят, снижению прироста. Раннее использование ЗЦМ значительно удешевляет выращивание телок. Современные высококачественные ЗЦМ по своей биологической и энергетической ценности не уступают цельному молоку, а по стоимости они в 1,5 раза дешевле, чем товарное молоко и обеспечивают приросты живой массы у телят не ниже, чем на рационах с цельным молоком.

Широкое использование 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, что 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 составлять 5–7 л восстановленного ЗЦМ (0,6–0,8 кг сухого). Общее количество и сроки окончания выпойки ЗЦМ телятам определяются 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 роста является самым выгодным для получения высокой интенсивности телки. При отсутствии стартерных комбикормов заводского производства готовят концентрированные смеси. Основу смесей составляют злаковые – мука ячменя, овса, пшеницы, кукурузы. Для повышения протеиновой питательности вводят шроты подсолнечниковый, 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 телок приучают с 3–4-месячного возраста.

К зеленым кормам телок приучают со 2-й декады, а к корнеклубнеплодам – с 3-й (нормирование этих кормов в рационах производят с четвертой декады их жизни). К силосу и сенажу телок начинают приучать с 5-й декады, а нормируют эти корма с 7-й декады.

Дальнейшая работа над схемой кормления телок – 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 спецкомбикорма 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.

10. КОРМЛЕНИЕ РЕМОУТНЫХ ТЕЛОК И БЫЧКОВ 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 массе с тем, чтобы к взрослому состоянию животные имели крепкую конституцию и хорошее здоровье. Для этого составляют помесячные планы их роста без жирения 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. 29).

Т а б л и ц а 29. **Примерный план роста ремонтных телок и нетелей**

Показатели	Возраст, мес				
	7–10	11–15	16–18	19–23	24–25
1	2	3	4	5	6
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 в концентрат, %	14–15	13	13	13	14–15

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 месяцам, возрасту их осеменения – должна составлять 390–400 кг, а среднесуточный прирост за этот период – 700–750 г.

При таком плане выращивания телок продуктивность коров составит 6000 и более кг молока за лактацию.

При выращивании телок старше 6 месяцев 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 месяцев по структуре постепенно приближаются к рационам коров: доля концентрированных кормов уменьшается, а объемистых – увеличивается. Основными кормами в стойловый период должны быть высоко-

кокачественное 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 недостаточном 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 месяцев – 390–400 кг, а к отелу нетель массой 550–560 кг.

Нормы кормления телок и нетелей при выращивании живой массой 500–600 кг приведены в табл. 29.

Задание. Составить рацион кормления для ремонтных телок на зимний период. Возраст их 11–12 мес, живая масса – 290–320 кг, среднесуточный прирост – 700 г. В рацион включить: сено тимopheевки, сенаж злаково-бобовых трав, силос многолетних трав, свеклу кормовую, дерть ячменную, дерть гороховую, премикс П-60-6м. Информация о питательности кормов дана в табл. 30.

Последовательность выполнения задания следующая:

1. Определяют нормы потребности (см. табл. 29) и заносят их исходя из данных в бланк рациона.

2. Готовят информацию о питательности кормов.

3. Определяют структуру кормового рациона, для чего проводят группировку кормов: 1-я группа – сено, сенаж, силос; 2-я группа – свекла кормовая, дерть ячменная, дерть гороховая. С помощью квадрата Пирсона определяют количество частей для распределения суточной нормы кормовых единиц для 1-й и 2-й группы кормов.

4. Проводят набор кормов в рационе в таком порядке, как это было сделано при выполнении задания 1 раздела 4.

5. Подсчитывают в рационе элементы питания и проводят добалансирование недостающих из них включением в рацион добавок.

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 движения 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 поддержания 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 непосред-

венно продукцию. Но экстенсивное кормление имеет ряд недостатков, которые нельзя исправить позже.

Учитывая вышеперечисленное, самым хорошим способом выращивания племенных телок является, если их кормят 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 телок так надо кормить, как это характерно для данного возраста.

В табл. 31 приведено ожидаемое потребление сухого вещества телками с разной массой тела.

Т а б л и ц а 31. Ожидаемое потребление сухого вещества телками с разной массой тела

Масса тела, кг	Потребление сухого вещества, кг ($\pm 0,5$)
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 не надо 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 надо учитывать

потребность в питательных веществах, идущих на развитие плода. Поэтому с этого времени, в зависимости от упитанности, может быть обосновано скармливание 1–5 кг комбикорма в день, но непосредственно перед отелом нетелей надо кормить так, как и коров.

11. ГОДОВАЯ ПОТРЕБНОСТЬ МОЛОЧНЫХ КОРОВ РАЗНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ В КОРМАХ

Полноценное кормление молочных коров возможно лишь при их обеспечении высококачественными кормами в полном объеме. Для определения объема заготавливаемых кормов необходимо знать годовую потребность коров разной продуктивности в энергии, переваримом протеине, сухом веществе, структуре годовых рационов (табл.32).

Т а б л и ц а 32. Годовая потребность в кормах для коров разной продуктивности

Годовой удой, кг	Затраты на 1 кг молока		Потребность в протеине		Годовые нормы потребности			
	К. ед.	ЭКЕ, МДж	На 1 к. ед. г	На 1 ЭКЕ, г	Сухое вещество, кг	К. ед.	ЭКЕ, МДж	Переваримый протеин, кг
5000	1,02	1,17	106	92	6000	5100	5865	540
6000	1,00	1,15	110	96	6900	6000	6900	660
7000	0,96	1,11	114	99	7467	6720	7770	766
8000	0,91	1,05	118	102	7913	7280	8400	859
9000	0,87	1,00	120	105	8072	7830	9000	940

По мере роста продуктивности снижаются затраты кормов на 1 кг молока с 1,17 ЭКЕ при удое 5000 кг до 1,0 ЭКЕ при 9-тысячных удоях, но при этом возрастает потребность в протеине с 92 г до 105 г.

Расчет в потребности в кормах – основа для разработки мероприятий по совершенствованию структуры кормовых площадей и урожайности кормовых культур, направленных на полное обеспечение животноводства кормами в необходимом ассортименте.

Нами разработана годовая потребность в кормах для лактирующих коров с годовым удоем 5000–9000 кг молока с использованием основных кормов, производимых в хозяйстве, а также с включением в рационы покупных кормов-шротов.

**Т а б л и ц а 33. Годовая потребность в кормах для коров
с годовым удоем 5000 кг молока**

Корма	Тип кормления, %	Годовая норма			Питательность 1кг корма			Требуется заготовить На 1 гол., кг
		СВ, кг	ЭКЕ, МДж	ПП, кг	СВ, кг	ЭКЕ, МДж	ПП, г	
Сено злаково-бобовое	7	480	410	33	83	0,71	57	578
Сенаж злаково-бобовый	13	780	762	66	45	0,44	38	1733
Силос злаково-бобовый	6	406	352	31	26	0,225	20	1564
Силос кукурузный	10	663	586	31	26	0,23	12	2550
Зеленые корма	29	2079	1700	179	22	0,18	19	9449
Концентраты	25	1116	1466	104	86	1,13	80	1298
Шроты*	5	233	293	82	90	1,13	315	260
Свекла	5	237	293	16	17	0,21	12	1396
Итого	100	5995	5865	542				

*Покупные корма.

**Т а б л и ц а 34. Годовая потребность в кормах для коров
с годовым удоем 6000 кг молока**

Корма	Тип кормления, %	Годовая норма			Питательность 1кг корма			Требуется заготовить На 1 гол., кг
		СВ, кг	ЭКЕ, МДж	ПП, кг	СВ, кг	ЭКЕ, МДж	ПП, г	
Сено злаково-бобовое	7	565	483	39	83	0,71	57	680
Сенаж злаково-бобовый	14	966	966	86	44	0,44	39	2195
Силос злаково-бобовый	6	460	414	40	25	0,225	22	1840
Силос кукурузный	8	624	552	29	26	0,23	12	2400
Зеленые корма	27	2277	1863	197	22	0,18	19	10350
Концентраты	28	1470	1932	137	86	1,13	80	1710
Шроты*	6	330	414	115	90	1,13	315	366
Свекла	4	223	276	16	17	0,21	12	1314
Итого	100	6915	6900	658				

*Покупные корма.

**Т а б л и ц а 35. Годовая потребность в кормах для коров
с годовым удоем 7000 кг молока**

Корма	Тип кормления, %	Годовая норма			Питательность 1кг корма			Требуется заготовить На 1 гол, кг
		СВ, кг	ЭКЕ, МДж	ПП, кг	СВ, кг	ЭКЕ, МДж	ПП, г	
Сено злаково-бобовое	7	602	544	42	83	0,75	58	725
Сенаж злаково-бобовый	14	1063	1088	104	43	0,44	42	2472
Силос злаково-бобовый	7	587	544	57	27	0,25	26	2176
Силос кукурузный	6	524	466	25	27	0,24	13	1943
Зеленые корма	19	1804	1476	156	22	0,18	19	8202
Концентраты	35	2070	2719	197	86	1,13	82	2407
Шроты*	7	445	544	158	90	1,1	320	494
Свекла	5	315	388	22	17	0,21	12	1850
Итого	100	7467	7770	761				

*Покупные корма.

**Т а б л и ц а 36. Годовая потребность в кормах для коров
с годовым удоем 8000 кг молока
(при круглогодичном стойловом содержании)**

Корма	Тип кормления, %	Годовая норма			Питательность 1кг корма			Требуется заготовить На 1 гол, кг
		СВ, кг	ЭКЕ, МДж	ПП, кг	СВ, кг	ЭКЕ, МДж	ПП, г	
Сено злаково-бобовое	9	804	756	58	83	0,78	60	969
Сенаж злаково-бобовый	16	1284	1344	134	43	0,45	45	2987
Силос злаково-бобовый	12	1047	1008	101	27	0,26	26	3877
Силос кукурузный	14	1323	1176	74	27	0,24	15	4900
Концентраты	33	2110	2772	196	86	1,13	80	2453
Шроты*	11	756	924	269	90	1,1	320	840
Свекла	5	340	420	24	17	0,21	12	2000
Итого	100	7664	8400	856				

*Покупные корма.

**Т а б л и ц а 38. Годовая потребность в кормах для коров
с годовым удоем 9000 кг молока
(при круглогодичном стойловом содержании)**

Корма	Тип кормления, %	Годовая норма			Питательность 1кг корма			Требуется заготовить На 1 гол, кг
		СВ, кг	ЭКЕ, МДж	ПП, кг	СВ, кг	ЭКЕ, МДж	ПП, г	
Сено злаково-бобовое	8	729	720	53	83	0,82	60	878
Сенаж злаково-бобовый	14	1176	1260	132	42	0,45	47	2800
Силос злаково-бобовый	13	1170	1170	117	26	0,26	26	4500
Силос кукурузный	14	1418	1260	79	27	0,24	15	5250
Концентраты	35	2397	3150	237	86	1,13	85	2788
Шроты*	11	841	990	299	90	1,06	320	934
Свекла	5	364	450	26	17	0,21	12	2143
Итого	100	8094	9000	942				

*Покупные корма.

К рассчитанному количеству кормов следует сделать добавку на снижение питательности при их производстве, хранении, потери при транспортировке и др. Это значит, что фактическая потребность в кормах, особенно в объемистых (сено, сенаж, силос) должна быть больше расчетной на 20–25 %.

Использование силоса из однолетних злаково-бобовых смесей позволяет увеличить выход энергии и переваримого протеина с 1 га посевных площадей в 1,5–2 раза по сравнению с силосом из провяленных злаковых трав.

Зерносилос из однолетних злаково-бобовых смесей отличается высоким уровнем обменной энергии – до 10,5 МДж, сырого протеина – 15–16 % в 1 кг сухого вещества, хорошо поедается животными, а продуктивное действие его на 8–10 % выше, по сравнению с силосом из многолетних трав.

Силос кукурузный должен закладываться с добавлением карбамида из расчета 2–3 кг на тонну сырья и убираться в фазу конца молочно-восковой спелости начало восковой спелости (содержание сухого вещества в целом растении 30 %). Высокое содержание крахмала (220–250 г в 1 кг СВ) в кукурузном силосе в этой фазе обеспечивает повышенный уровень энергетической питательности этого корма, а особенности

структуры кукурузного крахмала обуславливают дополнительные преимущества в эффективности использования этого корма для жвачных животных.

Для получения высококачественных консервированных объемистых кормов (силос, сенаж) необходимо применять новейшие прогрессивные технологии с обязательным использованием сильных консервантов, что позволяет готовить достаточно качественный силос при минимально допустимой степени проявлявания бобовых трав до уровня 30–35%. Недооценка роли и значения консервантов – одна из основных причин низкого качества кормов.

Важное место в кормопроизводстве должен занять зерносенаж. В заготовленном из одних злаков (ячмень, овес) содержание переваримого протеина составляет не более 60–65 г/к. ед., а при включении в смесь бобового компонента обеспеченность консервированного корма белком возрастает до 105–110 г/к. ед. Показателем начала уборки служит влажность всей массы – около 40 % (фаза молочно-восковой спелости). Уборка на зерносенаж по сравнению с уборкой на зерно увеличивает выход к. ед. на 10–15 % и на 40–45 % снижает затраты на 1 т к. ед.

Из концентрированных кормов в рационах коров можно использовать консервированное плющенное зерно, которым можно заменить до 40 % суточной нормы концентратов, дополнив его до 25 % БВМД.

Наиболее рациональное использование концентратов, повышающее эффективность кормления, достигается с помощью комбикормов. Рецепты комбикормов должны изменяться в зависимости от состава рациона и продуктивности коров.

В табл. 39 приведены примерные рецепты комбикормов для высокопродуктивных коров.

Т а б л и ц а 39. **Рецепты комбикормов для коров разной продуктивности, %**

Компоненты	Удой 4–5, тыс. кг мо- лока	Удой 5–6, тыс. кг мо- лока	Удой 6–8, тыс. кг мо- лока	В летний период
1	2	3	4	5
Ячмень, овес	22	34	61	37,9
Пшеница	23	10	–	
Кукуруза	7	7	–	20,5
Отруби пшеничные	35	12	4,2	23,4
Шрот подсолнечни- ковый	5	6	8,0	3,0

1	2	3	4	5
Шрот соевый	–	–	8,0	2,0
Шрот рапсовый	4	14,5	6,0	–
Дрожжи	–	4,5	8,0	–
Меласса		2,5	–	–
Мел	0,5	0,5	0,8	1,15
Соль	1,0	1,2	0,7	0,82
МКФ	2,0	1,5	2,3	–
Премикс	1,0	1,0	1,0	1,0
В 1 кг содержится				
К. ед.	0,98	1,03	1,05	1,03
Обмен. энергии	10	10,5	10,7	10,6
Сухое в-во, г	860	860	860	860
Сырой протеин, г	160	170	188	133
Переваримый протеин, г	138	146	162	105
Сырая клетчатка, г	41	58,6	51,3	52
Сырой жир, г	34	35	37	34
Калиций, г	6,3	7,2	10,6	6,6
Фосфор, г	8,7	6,4	9,7	5,0

Комбикормовая промышленность комбикорма для коров выпускает как в рассыпном, так и в гранулированном виде. Но гранулированные комбикорма поедаются животными значительно быстрее, что важно при их скармливании на доильных площадках. Гранулирование уменьшает потери питательных веществ при хранении и использовании, снижает расщепляемость протеина в рубце, что особенно важно при кормлении высокопродуктивных коров, более эффективно используется аммиак микрофлорой рубца.

Многие хозяйства производят комбикорма непосредственно в своих хозяйствах, обогащая собственные зернофуражные смеси белково-витаминно-минеральными добавками, что значительно удешевляет их стоимость.

Учеными НППЦ по животноводству, исходя из местных зерновых культур, фактического содержания питательных и биологически активных веществ в кормах и рационах, разработаны рецепты БВМД для высокопродуктивных коров (табл. 40). Доза ввода БВМД в состав кормовой смеси составляет 20–30 %.

Т а б л и ц а 40. **Рецепты БВМД для высокопродуктивных коров**

Компоненты, %	Стойловый период		Пастбищный период	
	1	2	1	2
1	2	3	4	5
Шрот рапсовый	8,6	–	9,7	–
Шрот льняной	42,7	48	19,3	39,7
Жом свекловичный	14,2	–	19,3	–
Торфо-жировая добавка	20	–	19,3	–
Патока	–	–	12,9	–
Лизин	–	0,8	–	–
Метнионин	–	0,6	–	–
МкФ	4,3	–	6,9	–
Мел	2,6	4,5	1,6	–
Фосфат кормовой	–	6,4	–	7,9
Мука доломитовая	–	–	2,6	3,2
Соль галитовая	4,2	4,5	4,9	5,1
Мука рапсовая	–	32	–	39,7
Премикс	3,4	3,2	3,5	3,6
В 1 кг добавки содержится				
К. ед.	1,23	1,04	1,2	1,08
Обменной энергии	16,7	11,4	15,3	11,7
Сырого протеина, г	207	227	137	212
Переваримый протеин, г	163	192	107	179
Сырого жира, г	106	150	100	181
Сахара, г	27	42	88	42

Источником биологически активных веществ (витаминов, микроэлементов, кормовых антибиотиков, ферментов, аминокислот и др.) являются премиксы. Премиксы включают в состав комбикормов в количестве 1 %, при этом их состав должен быть адресным с учетом химического состава кормов хозяйства.

12. МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОСТАВЛЕНИЯ ПОЛНОЦЕННЫХ РАЦИОНОВ

12.1. 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, зависящую 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. Производится 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 использова-

нием 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 НППЦ по животноводству НАН Беларуси (табл. 41).

Таблица 41. 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

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 из табл. 41. Составим рацион на 22 кг среднесуточного удоя жирностью 4 % для коровы живой массой 500 кг.

Вначале заполним таблицу питательности кормов по основным показателям – обменная энергия и сухое вещество.

Т а б л и ц а 42. **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	

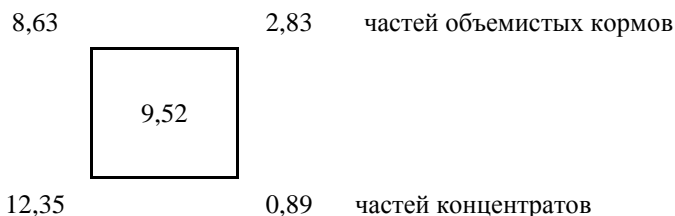
В столбце «Соотношение объемистых кормов, %» приведено соотношение не в рационе, а внутри группы объемистых кормов. Эта информация необходима для правильного усреднения КОЭ в объемистых кормах. Средневзвешенное значение показателя КОЭ в объемистых кормах в нашем примере вычисляется следующим образом:

$$(7,59 \times 21 + 8,18 \times 22 + 9,20 \times 57) / 100 = 8,63 \text{ МДж/кг С.}$$

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:



$2,83 + 0,89 = 3,72$ всего частей принимаем за 100 %,

0,89 частей принимаем за x % – это процент концентратов, который равен $0,89 / 3,72 \times 100 = 23,92$ %.

Объемистые корма занимают 76,08 % по питательности (100–23,92).

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 имеет исключительно важное значение, так как обеспечивает нормативную концентрацию энергии в сухом веществе, как наиважнейший фактор производства запланированного количества продукции.

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 основан на решении системы линейных уравнений, представленный ниже.

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. 43).

Т а б л и ц а 43. 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 можно выразить x :

$$x = 7,65 - 4,71y.$$

Подставим полученное выражение в первое уравнение системы:

$$0,5 \times (7,65 - 4,71y) + 12,92y = 50.$$

Раскрываем скобки:

$$80,33 - 49,46y + 12,92y = 50.$$

Находим y :

$$- 49,46y + 12,92y = 50 - 80,33;$$

$$- 36,54y = -30,33;$$

$$y = - 30,33 / -36,54;$$

$$y = 0,830 \text{ (количество шрота, кг).}$$

Далее находим x , подставив значение x в первое уравнение:

$$10,5x + 12,92 \times 0,830 = 50;$$

$$10,5x = 50 - 10,72;$$

$$10,5x = 39,28;$$

$$x = 39,28 : 10,5;$$

$$x = 3,74 \text{ (количество ячменя, кг).}$$

Для проверки корректности решения можно подставить полученные значения в исходные уравнения:

$$10,5 \times 3,74 + 12,92 \times 0,830 = 50;$$

$$85 \times 3,74 + 400 \times 0,830 = 650.$$

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.

12.2. Балансирование рационов по нескольким показателям 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. 2.

	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. 2

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 массив 2. Формат записи: МУМНОЖ (массив1; массив2).

Количество столбцов аргумента массив1 должно быть таким же, как количество строк аргумента массив2, и оба массива должны содержать только числа. массив1 и массив2 могут быть 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 ниже (рис. 3).

	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. 3

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 сено клеверно-тимофеевки 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.

	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

На рисунке отображены результаты расчетов в столбце G. Формулы же, записанные там, имеют вид:

$$=МУМНОЖ(МОБР(B2:E5);F2:F5);$$

$$=МУМНОЖ(МОБР(B2:E5);F2:F5);$$

$$=МУМНОЖ(МОБР(B2:E5);F2:F5);$$

$$=МУМНОЖ(МОБР(B2:E5);F2:F5).$$

12.3. 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:

$$Z_{\max(\min)} = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n$$

при условиях:

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \geq b_1;$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n \leq b_2;$$

$$a_{31}x_1 + a_{32}x_2 + \dots + a_{3n}x_n \geq b_3,$$

.....

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \geq b_m,$$

причем, $x_1, x_2, \dots, x_n \geq 0$.

Это общая форма записи оптимизационной модели. Здесь присутствуют следующие обозначения:

x_1, x_2, \dots, x_n – переменные, или корни оптимизируемой системы, которые в конечном итоге и являются ее решением. Применительно к проектированию рациона – это ничто иное, как количество 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;

$a_{11}, a_{12}, \dots, a_{mn}$ – коэффициенты или качественные характеристики кормов. Имеется в виду содержание в единице корма жизненно важных питательных веществ и энергии;

c_1, c_2, \dots, 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, \dots, 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.

12.4. 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.

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 года.

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 оправданы, 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 неравенств (например, объем используемого сырья не может превышать объем имеющегося сырья на складе или время работы станка за сутки не должно быть больше 24 часов 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 «Сервис» 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,

- выберите команду Параметры Excel, «Надстройки» (рис. 5);
- в диалоговом окне «Надстройки» в списке надстроек установите флажок напротив надстройки «Поиск решения» (рис. 5). Если в этом списке нет элемента «Поиск решения», то нажмите кнопку «Обзор», чтобы самостоятельно найти файл Solver.XLA.

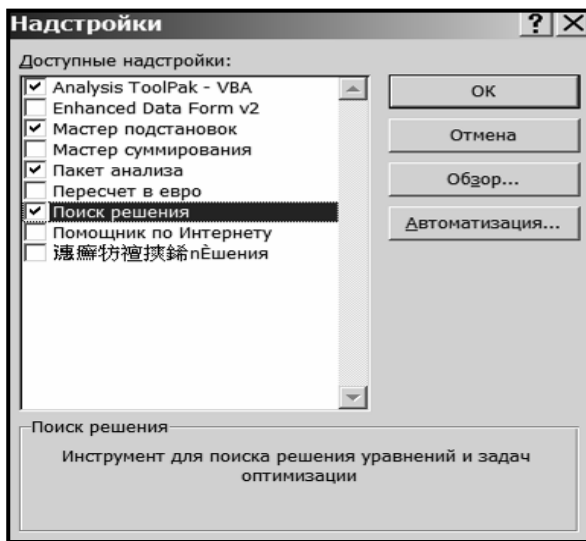


Рис. 5. Диалоговое окно «Надстройки»

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» и 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, появившихся 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 районы настройка требуется минимальная. Для этого необходимо вызвать диалоговое окно по кнопке «Параметры».

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 32767; 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 32767; значение 100, ис-

пользуемое 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, существенно 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 удастся.

Метод служит для выбора алгоритма оптимизации – метод Ньютона или сопряженных градиентов – для указания направление 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.

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 кос-

венно 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:

$$Z = \sum_{i=1}^n \mu_i \{ (m_i - b_i) + (v_i - b_i) \} + \sum_{j=1}^m c_j x_j \rightarrow \min$$

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, что:

1. 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 количество (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.

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 фор-

мирования исходной матрицы модели. При запуске процедуры решения матрица используется в качестве входной информации математического модуля.

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. 6.

	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. 6. 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. В начале 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 *Сервис – Параметры*, и на вкладке *Вид* снять флажок *Формулы*. После этого отобразится результат вычислений во всех ячейках листа, где записаны формулы (рис. 7).

	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. 7. 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 визуальнo контролировать 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 3700 г.

Теперь необходимо изменять значения ключевых ячеек в диапазоне В7:Е7 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 (рис. 8).

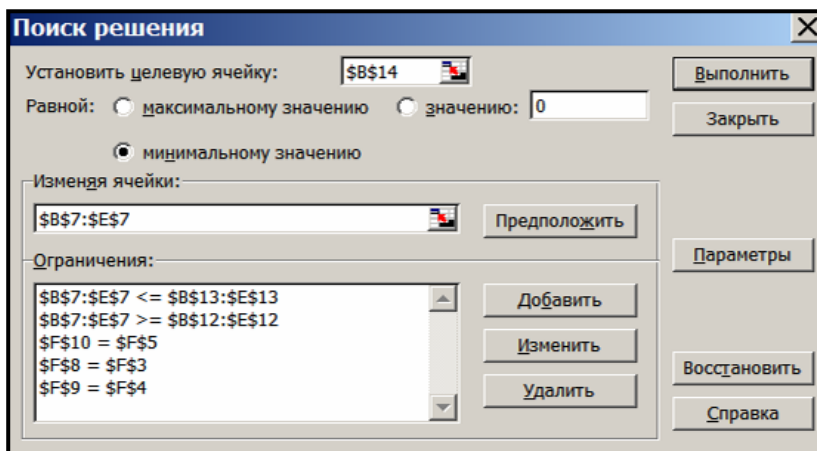


Рис. 8. Диалоговое окно программы «Поиск решения»

Рассмотрим последовательность работы с программой. Вначале определяем целевую ячейку В\$14\$. 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 «*Изменяя ячейки*». 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: *Добавить*, *Изменить*, *Удалить*. Щелкнув мышкой на кнопке *Добавить*, вызываем диалог добавления ограничения (рис. 9).

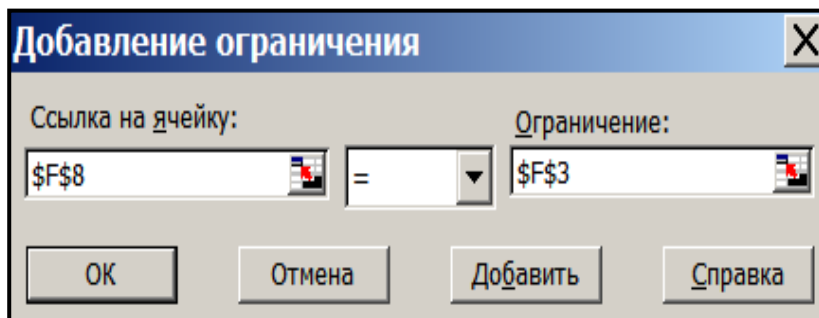


Рис. 9. Диалоговое окно добавления ограничения

Окно диалога включает три поля ввода: *Ссылка на ячейку*, *Оператор* и *Ограничение*. 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 рисунке показано, что ячейка \$F\$8 должна быть равна ячейке \$F\$3. Выбор оператора осуществляется из списка. Нажатие кнопки *Ок* добавляет ограничение в список ограничений, а кнопка *Отмена* прекращает процедуру задания ограничения.

Кнопки *Изменить* и *Удалить* 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. 10).

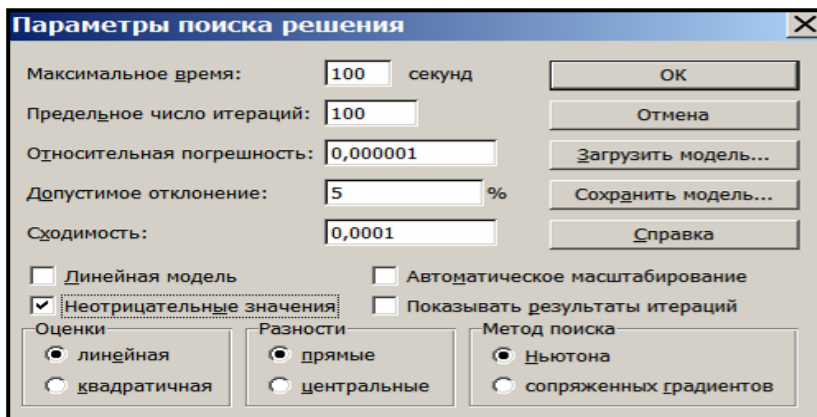


Рис. 10. Диалоговое окно «Параметры поиска решения»

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 **Ок** для возврата в главный диалог программы.

Остается щелкнуть кнопку **Выполнить** для запуска процедуры оптимизации. Расчет занимает не более 1 секунды времени, после чего будет выведено сообщение «Решение найдено. Все ограничения и условия оптимальности выполнены». Результат приведен на рис. 11.

	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. 11. 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 количество 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 рН 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.

12.5. 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 результирующее значение целевой функции.

В таблице «Изменяемые ячейки» находятся адреса, идентификаторы и значения всех искомым 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 функции 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 послеоптимальный анализ 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.

ЛИТЕРАТУРА

1. Б а к а н о в, В. Н. Летнее кормление молочных коров / В. Н. Баканов, Б. Р. Овсищер. – М.: Колос, 1982. – 227 с.
2. В а л ь д м а н, Э. К. Высокопродуктивное молочное скотоводство / Э. К. Вальдман, М. К. Карельсон. – М.: Колос, 1982. – 235 с.
3. Физиология пищеварения и кормление крупного рогатого скота / В. М. Голушко [и др.]. – Гродно, 2005. – 433 с.
4. Г о р я ч е в, И. И. Кормление высокопродуктивных коров / И. И. Горячев, Ф. Ф. Богуш, Н. В. Пилюк. – Минск: БелНЦИМ АПК, 1996. – 220с.
5. Биологическая полноценность кормов / Н. Г. Григорьев, Н. П. Волков, Е. С. Воробьев [и др.] – М.: Агропромиздат, 1989. – 430с.
6. Д е н и с о в, Н. И. Нормированное кормление коров / Н. И. Денисов, Т.С. Мельникова. – М.: Колос, 1973. – 170 с.
7. Д е н и с о в, Н. И. Кормление высокопродуктивных коров / Н. И. Денисов. – М.: Россельхозиздат, 1982. – 195 с.
8. Е р с к о в, Э. Р. Кормление жвачных животных. Принципы и практические основы / Э. Р. Ерсков; пер. с англ. – Боровск, 1992. – 265 с.
9. И о ф ф е, В. Б. Практика кормления молочного скота/ В. Б. Иоффе. – Молодечно: УП «Типография «Победа», 2005. – 95 с.
10. К а л а ш н и к о в, А. П. Кормление молочного скота / А. П. Калашников. – М.: Колос, 1978. – 220 с.
11. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: справочное пособие. 3-е изд., перераб. и доп. / под ред. А. П. Калашникова, В. И. Фисинина, В. В. Щеглова, Н. И. Клейменова. – М.: 2003. – 270 с.
12. К р е м п т о н, Э. У. Практика кормления сельскохозяйственных животных / Э. У. Кремптон, Л. Э. Харрис; пер. с англ. В. В. Зельнера. – М.: Колос, 1972. – 316 с.
13. К р о т к о в а, А. П. Обмен веществ у жвачных животных / А. П. Кроткова, Н. В. Курилов. – М.: Колос, 1966. – 146 с.
14. Кормление высокопродуктивных животных / Я. Лабуда [и др.]. – М.: Колос, 1976. – 193 с.
15. П о п о в, И. С. Кормление высокопродуктивных коров. В кн. И. С. Попова. Избранные труды. – М.: Колос, 1966. – 430 с.
16. П о п к о в, Н. А. Нормы кормления крупного рогатого скота / справочник Жодино: РУП НАН Научно-практический центр НАН РБ по животноводству. – Жодино, 2011 – 233 с.
17. Корма и биологически активные вещества / Н. А. Попков [и др.]. – Минск: Белорусская наука, 2005. – 420 с.
18. Р а з у м о в с к и й, Н. П. Кормление молочного скота: научно-практическое издание / Н. П. Разумовский, И. Я. Пахомов, В. Б. Славецкий. – Витебск: УО ВГАВМ, 2008. – 288 с.
19. Р е д ь к о, Н. В. Кормление сельскохозяйственных животных: практикум / Н. В. Редько, М. В. Шупик. – Минск: Дизайн ПРО, 2000. – 384 с.
20. С к р ы л е в, Н. И. Нормированное кормление крупного рогатого скота и техника составления рационов / Н. И. Скрылев, М. В. Шупик. – Горки, 2006. – 86 с.
21. Физиология пищеварения и кормление крупного рогатого скота: учеб. пособие / В. М. Голушко [и др.]. – Гродно; ГрГАУ, 2005. – 443 с.
22. Р а й х м а н, А. Я. Приемы составления рационов с использованием персонального компьютера / А. Я. Райхман. – Горки, 2006. – 33 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1. Значение питательных веществ	4
2. Требования к рационам	29
3. Нормы кормления коров, уточненные с учетом особенностей обмен веществ, энергии и продуктивности голштино-фризов по фазам лактации	30
3.1. Кормление лактирующих коров	31
4. Методика и техника составления рациона для дойных коров 1-й фазы лактации	39
4.1. Оформление бланка рациона	39
4.2. Задача по составлению рациона	39
4.3. Определение нормы потребности	40
4.4. Обоснование структуры рациона	40
4.5. Балансирование рациона	41
4.5.1. Расчет количества травяных объемистых кормов для рациона	41
4.5.2. Балансирование рациона по сахару	42
4.5.3. Балансирование рациона по каротину	43
5. Кормление стельных сухостойных коров	48
6. Кормление высокопродуктивных коров	54
7. Кормление молочного скота в летний период	61
8. Определение урожайности пастбищ, поедаемости травы и ее питательности	66
9. Кормление телят до 6-месячного возраста	72
10. Кормление ремонтных телок и бычков старше 6-месячного возраста	80
11. Годовая потребность молочных коров разной продуктивности в кормах	87
12. Методические основы составления полноценных рационов	93
12.1. Балансирование рационов по энергии и основным питательным веществам	93
12.2. Балансирование рационов по нескольким показателям средствами встроенных функций электронной таблицы	100
12.3. Построение экономико-математической модели рациона для решения средствами табличного процессора	103
12.4. Составление рационов с использованием надстройки «Поиск решения»	105
12.5. Анализ качества составленного рациона	119
Литература	122

Т а б л и ц а 13. **Информация о питательности кормов**

Наименование	Ед. изм.	Сено клевер тимоф.	Силос кукурузн.	Сенаж бобово-злаковый	Дерть ячменная	Дерть пшеница	Дерть тритикале	Свекла	Шрот рапсовый	Шрот подсолн.	Пре-микс
ЭКЕ	МДж	0,663	0,244	0,345	1,18	1,08	1,05	0,24	1,14	1,06	
Сухое вещество	%	83,3	25	42,2	86	85	85	20	90	90	90
Сырой протеин	г	69	22	39	113	120	124	14	378	429	
Перевар.протеин	г	35	11	22	85	90	91	10	318	386	
Лизин	г	4,4	0,6	2,5	4	4	4,2	0,5	16,6	14,2	
Сырой жир	г	23	6,7	14,4	22	21	23	1	22	37	
Сырая клетчатка	г	267	51	144	50	30	31	11	118	144	
Крахмал	г	12	15	6	480	510	514	4	0	28	
Сахар	г	33	5	4,8	54	20	24	170	70	53	
Кальций	г	5	0,7	2,3	2	1,8	2	1	6,6	3,6	
Фосфор	г	2,5	0,7	1,2	4	3,7	4	0,4	9,8	12,2	
Магний	г	1,4	0,56	0,68	1	1	1	0,3	5	5	
Калий	г	8,3	2,6	3,4	5	3,4	5	4,3	14,5	8	
Сера	мг	1,7	0,4	0,8	1,3	1,2	1,3	0,3	14	3,3	
Железо	мг	79,9	21,6	44,1	50	40	44	13	274	332	
Медь	мг	2,3	3	4,7	4,2	3,6	4	1,1	6	24	700
Цинк	мг	12,6	4	5,8	35	23	25	5,4	60	41	6000
Кобальт	мг	0,06	0,01	0,04	0,06	0,07	0,08	0,02	0,19	0,42	200
Йод	мг	0,34	0,06	0,08	0,22	0,16	0,16	0,04	0,57	0,66	180
Марганец	мг	87	4	50	14	46	46	10	62	48	0
Каротин	мг	22	13	8	0	0	0	0	0	3	5462
Витамин Д	т МЕ	0,28	0,05	0,1	0	0	0	0	0,003	0,05	300
Витамин Е	мг	30	40	45	50	22	22,00	0,2	0	3	1500
РАБ		-2	-11	1	-5	-5	-5	-10	30	30	
Себестоимость	руб	75	50	55	250	141	145	90	275	480	1800

Т а б л и ц а 14. Рацион кормления дойной коровы живой массой 550 суточным удоем 28 кг, 4 % жира, 1-я фаза лактации

Наименование	Ед. изм.	Сено	Силос кукурузн.	Сенаж бобово- злаков.	Дерть ячмен.	Дерть пшенич.	Дерть тритик.	Свекла	Шрот рапсовый	Шрот под- солн.	Пре- микс	Итого	Норма	К норме +-
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Количество корма	кг	3	19	13	1,35	1,45	1,5	8,5	1,7	1,83	0,09	51,4		
ЭКЕ	МДж	1,99	4,64	4,49	1,59	1,57	1,58	2,04	1,94	1,94	0,00	21,8	21,8	0,0
Сухое вещество	кг	2,5	4,8	5,	1,16	1,23	1,27	1,7	1,53	1,64	0,08	21,4	20,6	0,8
Сырой протеин	г	207	418	507	152,55	174	186	119	642,6	785,07	0	3191,2	3176	15,2
Переваримый протеин	г	105	209	286	114,75	130,5	136,5	85	540,6	706,38	0	2313,7	2060	253,7
Лизин	г	13,2	11,4	32,5	5,4	5,8	6,3	4,25	28,22	25,99	0	133,1	161	-27,9
Сырой жир	г	69	127,3	187,2	29,7	30,45	34,5	8,5	37,4	67,71	0	591,8	750	-158,2
Сырая клетчатка	г	801	969	1872	67,5	43,5	46,5	93,5	200,6	263,52	0	4357,1	3775	582,1
Крахмал	г	36	285	78	648	739,5	771	34	0	51,24	0	2642,7	3165	-522,3
Сахар	г	99	95	62,4	72,9	29	36	1445	119	96,99	0	2055,3	2240	-184,7
Кальций	г	15	13,3	29,9	2,7	2,61	3	8,5	11,22	6,59	0	92,8	139	-46,2
Фосфор	г	7,5	13,3	15,6	5,4	5,365	6	3,4	16,66	22,33	0	95,6	110	-14,4

Окончание табл. 14

Магний	г	4,2	10,64	8,84	1,35	1,45	1,5	2,55	8,50	9,15	0	48,2	32	16,2
Калий	г	24,9	49,4	44,2	6,75	4,93	7,5	36,6	24,65	14,64	0	213,5	141	72,5
Сера	мг	5,1	7,6	10,4	1,755	1,74	1,95	2,55	23,80	6,04	0	60,9	45,3	15,6
Железо	мг	239,7	410,4	573,3	67,5	58	66	111	465,80	607,56	0	2598,8	1698	900,8
Медь	мг	6,9	57	61,1	5,7	5,2	6,0	9,4	10,2	43,9	63	268,4	199	69,4
Цинк	мг	37,8	76	75,4	47,3	33,4	37,5	45,9	102,0	75,0	540	1070,2	1245	-174,8
Кобальт	мг	0,18	0,19	0,52	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,8	18	20,5	16,4	4,1
Йод	мг	1,02	1,14	1,04	0,3	0,2	0,2	0,3	1,0	1,2	16,2	22,7	18,5	4,2
Марганец	мг	261	76	650	18,9	66,7	69,0	85,0	105,4	87,8	0	1419,8	1245	174,8
Каротин	мг	66	247	104	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,5	491	914,	911	3,1
Витамин Д	МЕ	0,84	0,95	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	27	30,2	20,2	10,0
Витамин Е	мг	90	760	585	67,5	31,9	33,0	1,7	0,0	5,5	0	1574,6	814	760,6
РАБ		-4,998	-52,25	5,486	-5,805	-6,1625	-6,375	-17	45,9	49,41	0	8,2	4	4,2
Себестоимость	Руб	225	950	715	337,5	204,45	217,5	765	467,5	878,4	162	4922,4		
Сруктура	%	9,1	21,3	20,6	7,3	7,2	7,2	9,4	8,9	8,9	0,0	100,0		

Т а б л и ц а 28. Схema кормления телок в стойловый период

Возраст		План роста		Нормы потребности						
Месяцы	Декады	Прирост за сутки, г	Живая масса в конце декады, кг	Сухое вещество, г	КЕ	ПП, г	Сыр.клетчатка, г	Кальций, г	Фосфор, г	Каротин, мг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
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					
Итого		833		542,2	654,5					

Таблица 29. Нормы кормления телок и нетелей при выращивании коров живой массой 500–600 кг, на 1 гол. в сутки

Показатели	Единица измерения	Телки						Нетели					
		Возраст, мес											
		7–8	9–10	11–12	13–14	15–16	17–18	19–20	21–22	23–24	25–26	27–28	
		Живая масса, кг											
		200–220	230–260	270–300	310–330	340–360	360–380	380–400	410–430	430–450	450–470	470–500	
		Среднесуточный прирост, г											
		800	750	700	700	650	600	500	500	400	400	400	
Сухое в-во	кг	6,3	7,0	7,1	7,4	7,7	8,0	8,2	8,5	8,8	8,9	9,1	
Обм. энергия	МДж	44	52	55	59	63	65	69	72	76	79	83	
КЕ		4,9	5,4	5,7	5,9	6,2	6,4	6,6	6,8	7,0	7,2	7,4	
КО	кгСВ/КЕ	1,285	1,296	1,246	1,254	1,242	1,250	1,242	1,250	1,257	1,236	1,230	
Сыр. протеин	г	725	800	830	860	870	885	915	940	970	985	1050	
Пер. протеин	г	470	520	540	560	565	575	590	610	630	640	680	
Сыр. клетчатка	г	1320	1495	1560	1630	1695	1760	1810	1870	1935	1960	1985	
Сахар	г	425	465	485	505	510	515	530	550	565	575	610	
Крахмал	г	530	550	570	620	660	720	740	770	800	820	840	
Соль	г	32	35	39	42	44	45	48	50	54	55	58	
Кальций	г	39	43	46	50	52	54	57	65	68	69	71	
Фосфор	г	27	28	29	32	34	35	38	40	44	45	49	
Магний	г	14	16	18	20	21	22	23	25	27	28	29	
Медь	мг	48	54	57	59	62	64	66	68	70	71	73	
Кобальт	мг	3,9	4,4	4,6	4,8	5,0	5,2	5,3	5,5	5,7	5,8	6,0	
Каротин	мг	145	160	170	185	190	200	210	220	230	240	250	
Витамин D	тыс. МЕ	2,9	3,4	3,9	4,4	4,6	4,9	5,3	5,6	5,9	6,0	6,3	

Витамин Е	мг	240	270	285	295	310	320	330	340	350	355	365
-----------	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Т а б л и ц а 30. **Информация о питательности кормов**

Показатели	Сено клеверо- тимофеечное	Сенаж многолет. боб.-злак. трав	Свекла полусахарная	Дерь ячменная	Шрот подсолнечни- ковый	Комбикорм К-60-7	Премикс П-60-6 м
Сухое вещество, %	83	44,6	17,2	85	90,47	85	–
Кед.	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

Учебное издание

Шупик Михаил Васильевич
Райхман Алексей Яковлевич

**КОРМЛЕНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ
МЕТОДИКА И ТЕХНИКА СОСТАВЛЕНИЯ РАЦИОНОВ
ДЛЯ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА**

Учебное пособие

Редактор *Т. П. Рябцева*
Технический редактор *Н. Л. Якубовская*
Корректор *А. М. Павлова*

Подписано в печать2013. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная.
Ризография. Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. .
Тираж экз. Заказ .

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».
ЛИ № 02330/0548504 от 16.06.2009.
Ул. Мичурина, 13, 213407, г. Горки.

Отпечатано в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».
Ул. Мичурина, 5, 213407, г. Горки.