

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОТРЕБНОСТИ ЛАКТИРУЮЩИХ КОРОВ В ЭНЕРГИИ И ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВАХ СРЕДСТВАМИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

А. Я. РАЙХМАН

*УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407*

(Поступила в редакцию 29.01.2019)

Предлагается методика расчета нормы кормления лактирующих коров от фактического потребления кормов. Разработаны оптимальные типовые рационы для новотельных коров с высокой продуктивностью.

Ключевые слова: *лактирующие коровы, кормовая норма, оптимизация рационов, методика определения потребности, период раздоя.*

The technique of account of norm кормления лактирующих of the cows from actual consumption of forages worked out. The optimum typical diets for cows with high productivity are developed.

Key words: *lacting cows, fodder norm, optimization of diets, technique of definition of requirement, first period of lactation.*

Введение. При контроле за полноценностью кормления молочного скота, основным моментом является составление и корректирование суточных кормовых рационов. В основе правильно составленного рациона лежит норма кормления животных, которая зависит от определенных факторов, влияющих на нее. В доступной литературе, включая справочные пособия и нормативные документы, предлагается множество методик расчета и корректирования кормовой нормы, зачастую противоречивых и несовершенных, отличающихся сложностью понимания и реализации [7, 9, 10, 11].

Существующие рекомендации по кормлению молочного скота сложно использовать в работе. Они требуют от специалистов хозяйств проведения множества дополнительных расчетов по определению потребности животных в зависимости от большого количества факторов и по широкому кругу показателей питательности. Это сопряжено с затратами времени и является причиной множества ошибок [1, 3, 4].

Совершенно очевидно, что возникла необходимость разработки такой информационной поддержки, при которой выбор кормовых норм будет предельно упрощен и обеспечит надежную платформу для составления кормовых рационов в каждом хозяйстве агропромышленного комплекса нашей республики [2, 5, 9].

Анализ источников. Нами проанализировано достаточное количество источников, содержащих информацию о потребности животных в питательных и биологически-активных веществах за последние два-

дцать лет. Форма представления данных принципиального значения не имеет, но от неё зависит восприятие информации человеком. В простейшем случае – это может быть набор таблиц, из которых вручную можно будет выбирать норму кормления в зависимости от влияющих на нее факторов. Такой формат уже используется отечественными учеными и разработчиками во многих справочниках и учебниках в течение более 25 лет. К сожалению, при нормировании питания молочного скота, и особенно лактирующих коров, эти таблицы не учитывают некоторые существенные факторы, влияющие на выбор большинства нормируемых показателей. Например, нет вариантов определения потребности в зависимости от периода лактации или сухостойного периода. Таблицы представлены в разрезе живой массы животных, и далее в каждой из них выбирается суточный удой скорректированного по жиру молока. Все остальное приходится досчитывать самостоятельно. Как правило, это набор из 4-5 таблиц для различной живой массы с градацией 50 кг – 500, 550, 600 и 650 кг. В отдельных изданиях дополнительно включены таблицы для массы 450 и 700 кг [7, 8]. Представление информации может быть таким, как показано в табл. 1.

Таблица 1. **Формат представления информации для выбора кормовой нормы для коровы живой массой 500 кг без учета фазы лактации**

Показатели	Суточный удой 4% молока				
	14	16	18	20	22
ЭКЕ	14,5	15,6	16,7	17,8	18,7
Сухое вещество, кг	14,9	15,7	16,4	17,1	17,7
Сырой протеин, г	1890	2065	2244	2441	2606
Сырая клетчатка, г	3727	3784	3824	3847	3829
.....

При этом обеспечивается предельная простота выбора нормы.

Если потребность животных необходимо скорректировать в зависимости от фазы лактации, то расчеты существенно усложняются. Непонятно – как изменится и потребление кормов, на сколько возрастет концентрация энергии и других факторов питания в единице сухого вещества и т.д. Существующие рекомендации недостаточно конкретны и приводят к путанице при попытке самостоятельно разобраться. В крайнем случае требуется консультация учёных, разработчиков используемого метода. Цель работы – упростить алгоритм выбора кормовой нормы для коров в первый период лактации, приведя информацию к табличному виду, а также разработать оптимальную структуру рационов на раздое при планировании продуктивности 7 – 9 тыс. кг. молока за лактацию.

Материал и методика исследований. Для создания информационных таблиц для выбора потребности животных в энергии и органи-

ческих веществах мы использовали данные, предоставленные американским национальным исследовательским советом (National Research Council) [13]. Они представлены в табл. 2.

Таблица 2. Концентрация энергии и питательных веществ в рационах коров (Живая масса – 600 кг, продуктивность 7000-9000 кг молока за лактацию)

Питательные вещества, % СВ	Фаза лактации			
	до 45 дней	46–100	101–200	201–305
Сухое вещество (СВ), %	40–45	40–45	45–50	45–50
ЧЭЛ, МДж/кг СВ	7,1–7,3	6,9–7,0	6,5–6,3	5,9–6,0
ОЭ, МДж/кг СВ	11,8–12,2	11,5–11,6	10,8–10,5	9,8–10,0
Сырой протеин, %СВ	19	17–18	15–17	15
Усваиваемый протеин, %СВ	19	17–18	15–17	15
Нерасщепляемый протеин, %СП	37–42	35–40	33–37	28–30
Расщепляемый протеин, %СП	58–63	60–65	63–67	70–72
Баланс азота в рубце, г/кг СВ	1	1	0	0
Сырой жир, %СВ	4,5–5	5,0–6,0	5,0–6,0	3,5–4,5
Сырая клетчатка, % СВ	16–17	17–18	17–18	19–20
Структурный показатель, %СВ	12	12	12	12
Кр+Сах-СтКр, %СВ	26–28	21–28	18–23	17–19
Крахмал+Сахар, %СВ	30–35	28–35	25–30	23–25
Сахар, %СВ	6	7	7	6
Стабильный крахмал, %СВ	7	5,0–6,0	3	2

Здесь дана информация для четырех лактационных фаз, включая новотельный период, пик лактации, середина и период спада и завершения её. Первый показатель – содержание сухого вещества в рационе. Оно лежит в пределах от 40 до 50 %. Но потребность в сухом веществе не дана. Её следует определять отдельно по специальному уравнению, также предложенному NRC, в котором учитывается не только живая масса и продуктивность, но и неделя лактации [13].

Далее, основные факторы питания приведены из расчета их концентрации в сухом веществе, расщепляемая и нерасщепляемая фракция протеина – в процентах от сырого протеина. Баланс азота в рубце приведен в граммах на 1 кг сухого вещества рациона. Усваиваемый сырой протеин представляет сумму нерасщепившегося протеина в рубце и протеина микробиальной массы, поступившей в сычуг [6, 13].

Для практического использования такая таблица ничего не дает, поскольку требуются дополнительные расчеты. Показатели концентрации нельзя использовать при составлении рационов. Для этого необходимы значения суточной потребности в каждого элементе питания.

Формула, предложенная учеными Всероссийского НИИ животноводства, позволяющая рассчитать потребность в сухом веществе в за-

висимости от живой массы и продуктивности, не учитывает период лактации, от которого потребление кормов существенно зависит. Поэтому мы использовали рекомендации NRC:

$$DMI, \text{ кг/сут} = (0,372 \cdot FCM + 0,0968 \cdot BW^{0,75}) \cdot (1 - e^{(-0,192 \cdot WOL + 3,67)});$$

где DMI – прогнозируемое потребление сухого вещества рациона; FCM – скорректированное по жиру молоко; BW – живая масса; $BW^{0,75}$ – обменная живая масса; WOL – неделя лактации.

Результаты исследований и их обсуждение. Определив прогнозируемое потребление сухого вещества коровами, мы на основании концентрации в нем факторов питания (табл. 2.), рассчитали суточную потребность (табл. 3)

Таблица 3. Суточная потребность лактирующих коров в энергии и питательных веществах (живая масса – 600 кг, на пике лактации)

Удой за лактацию	7000	7400	7800	8200	8600	9000
Суточный надой (13%)	30	32	34	36	38	40
КОЭ (11.8-12,2) ингредиент 0,04	11,80	11,88	11,96	12,04	12,12	12,20
Потребление СВ, кг/сут.	19,94	20,59	21,24	21,89	22,54	23,18
Потребность ОЭ, МДж/сут.	235	245	254	264	273	283
СП, г (18-19% от СВ) ингредиент 0,1	3589	3747	3908	4072	4238	4404
РП, г (63-58% от СП) ингредиент -0,5	2261	2323	2384	2443	2500	2554
НРП, г	1328	1424	1524	1629	1737	1850
Сахар, г (6% от СВ)	1396	1441	1487	1532	1578	1623
СКл, г (18-16%) Ингредиент -0,2	3589	3623	3653	3502	3696	3708
Крахмал+Сахар, %СВ	4985	5147	5310	5472,5	5635	5795
Крахмал, г (разность от предыдущего)	3589	3706	3823	3940	4057	4172

Интервалы продуктивности здесь увеличены, из-за недостатка места используемого в этой статье формата. В таблице приведены нормы с градацией в 2 кг. В справочной готовой таблице мы даем значения удоев с градацией через 1 кг молока для суточных удоев.

Смещение просчитывалось с использованием ингредиентов, определенных регрессионным методом. Также использовался показатель КПИ (коэффициент полезного использования). Сотрудниками лаборатории кормления молочного скота РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» предложена формула для расчета этого показателя [5]:

$$КПИ = 0,057 * КОЭ.$$

Это означает, что обменная энергия, пошедшая на образование молока тем выше, чем выше ее концентрация в сухом веществе рациона. Такая закономерность подтверждается показателем «Чистая энергия лактации», в основе расчета которой и заложена такая закономерность, но в нашей республике она практически не используется. Большинство

лабораторий по зоотехническому анализу кормов не дают этого показателя.

На заключительном этапе нами были разработаны типовые рационы кормления лактирующих коров на пике лактации для плановой продуктивности 7, 8 и 9 тыс. кг молока за лактацию. Максимальная суточная продуктивность – 30, 35 и 40 кг. Рационы были сбалансированы по обменной энергии, сухому веществу, сырому протеину, клетчатке и сахару. Не удалось избежать существенных отклонений по протеиновым фракциям и крахмалу. Расщепляемого протеина было больше на 200–250 г, а нерасщепляемого недоставало 150–200 г. Тенденция эта тем заметнее, чем выше продуктивность. Увеличение соотношения шротов в пользу соевого задачу не решало. Следовательно, необходимо искать дополнительные источники защищенного протеина. Из-за большого количества зерновых кормов, крахмал превышал норму ориентировочно на 1000–1200 г. Учитывая нормативное поступление обменной энергии, можно сделать вывод о некорректном нормировании этого показателя. Как прогнозировать потребность в нем – пока не ясно. Для этого требуются дополнительные исследования.

Нами и ранее, при анализе большого количества рационов, составляемых в хозяйствах агропромышленного комплекса, было обнаружено указанное несоответствие. Иными словами, сбалансировать одновременно обменную энергию и крахмал практически не удастся, также, как и овсяные кормовые единицы с обменной энергией. И если в последней паре мы просто отдаем предпочтение энергетическому показателю, то исключить крахмал, как один из основных углеводов кормов, не представляется возможным [8–12].

Таблица 4. Структура оптимальных рационов для коров на пике лактации в зимне-стойловый период (в % по обменной энергии)

Показатели	Планируемая продуктивность, кг		
	7000	8000	9000
Сено злаково-бобовое	12	10	8
Сенаж злаково-бобовый	14	13	12
Силос кукурузный	20	20	20
Зерновые злаковые	35	35	35
Шрота (рапсовый+соевый)	15	16	17
Патока кормовая свекловичная	4	3	3
Пропиленгликоль	-	3	5

Предлагаемая структура наилучшим образом соответствует потребности животных в основных элементах питания. Из таблицы видно, что с повышением продуктивности снижается доля грубых кормов – сено на 2 %, сенаж на 1 % для каждой градации продуктивности. При этом количество силоса и зерновых концентратов остается на одинаковом уровне – 20 и 35 %. В концентраты следует включать кукурузу (до 25–30 %) для повышения их энергоемкости. Доля протеиновых

кормов возрастает. Для этого лучше использовать до 1,5 кг рапсового, и до 2,5 кг соевого шрота. Общее количество шротов достигает 3,5–4 кг.

Свекловичная патока занимает 3–4 % по питательности. Для этого её требуется 1 кг или больше (до 1,5 кг). Для повышения энергоемкости рациона необходим пропилен гликоль, но не более 400 г в сутки и только для высоких градаций продуктивности.

Заключение. 1. Методика определения потребности молочного скота в доступных нам литературных источниках и нормативных документах представлена слишком сложно для практического использования специалистами хозяйств. Отсутствуют простые эргономичные таблицы для выбора потребности лактирующих коров по фазам лактации.

2. Предлагаемый нами метод прогнозирования потребления сухого вещества по неделям лактации, основанный на рекомендациях NRC, гарантирует поедание кормов в соответствии с рационом. Иначе имеется высокая вероятность появления значительного количества остатков на кормовом столе, и, как следствие, снижение уровня энергетического, протеинового, и углеводного питания высокопродуктивных коров в первые 2 месяца лактации.

3. Оптимальная структура рационов для удоев 30, 35 и 40 кг молока в сутки должна содержать 50, 51 и 52 % концентрированных кормов (зерновые злаковые и шрота), но для обеспечения потребности в энергии для двух наивысших градаций следует включать 3–5 % энергетической добавки. При этом доля протеиновых кормов незначительно возрастает, а грубых – снижается.

4. Рационы на пике лактации удастся сбалансировать только с использованием объемных кормов высшего класса качества. КОЭ при этом должна составлять: для сена не ниже 8,8, сенажа – 9,3, силоса – 10,0 МДж/кг СВ. Для обеспечения нормального соотношения расщепляемых и нерасщепляемых в рубце фракций протеина необходимо включать не менее 0,9–1 кг защищенного соевого шрота, с количеством нерасщепляемого протеина 60–65 %.

5. Потребность коров в крахмале изучена недостаточно и требует дополнительных исследований, так как не удастся сбалансировать рационы по этому показателю – при высоком уровне концентратов его количество всегда намного превышает рекомендуемую норму.

ЛИТЕРАТУРА

1. Голушко, В. М. Физиология пищеварения и кормление крупного рогатого скота / В. М. Голушко, А. М. Лапотко. – Гродно: ГГАУ, 2005. – 443 с.
2. Дурст, Л. Кормление основных видов сельскохозяйственных животных / Л. Дурст, М. Витман; пер. с нем. – Винница: Нова книга, 2003. – 384 с.
3. Иоффе, В. Б. Корма и молоко / В. Б. Иоффе. – Молодечно: УП «Типография Победа», 2002. – 231 с.

4. Кальницкий, Б. Д. Новые подходы к оценке питательности кормов рационов и нормирование кормления жвачных животных / Б. Д. Кальницкий, П. А. Заболотнов, А. М. Материнин // Вест. РАСХН. – 2000. – № 2. – С. 12–15.
5. Нормы кормления крупного рогатого скота: справочник / Н. А. Попков, В. Ф. Радчиков [и др.]. – Жодино, 2011. – 260 с.
6. Разумовский, Н. П. Кормление молочного скота: научно-практическое издание / Н. П. Разумовский, И. Я. Пахомов, В. Б. Славецкий. – Витебск: УО ВГАВМ, 2008. – 288 с.
7. Кормление сельскохозяйственных животных / А. Я. Райхман, М. В. Шупик [и др.]. – Горки, 2014, – 236 с.
8. Райхман, А. Я. Приемы составления рационов с использованием персонального компьютера / А. Я. Райхман. – Горки, 2006. – 56 с.
9. Райхман, А. Я. Совершенствование системы кормления молочного скота средствами информационных технологий / А. Я. Райхман. – Горки: БГСХА, 2013. – 152 с.
10. Райхман, А. Я. Оптимизация рационов лактирующих коров при различном потреблении сухого вещества кормов / А. Я. Райхман // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: материалы XVI международной научно-практической конференции, Горки, 2013, С. 292–296.
11. Райхман, А. Я. Оптимизация рационов лактирующих коров при различном потреблении сухого вещества кормов / А. Я. Райхман // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: матер. XVI международной научно-практической конференции. – Горки, 2013. – С. 292–296.
12. Райхман, А. Я. Моделирование рационов лактирующих коров с использованием энергетических добавок / А. Я. Райхман // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. – 2014. – Вып. 17. – С. 214–221.
13. J i m m y H. Clark. Nutrient Requirements of Dairy Cattle: Seventh Revised Edition, 2001.