

Грамотное использование защищенных аминокислот

Ввод лизина и метионина в рацион для коров в разных соотношениях

Николай БУРЯКОВ, доктор биологических наук, профессор
Дмитрий АЛЕШИН, кандидат биологических наук
РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева

Организация полноценного кормления коров с учетом их потребности в питательных и биологически активных веществах позволяет реализовать потенциал продуктивности животных, сохранить здоровье, продлить период хозяйственного использования и получить качественную продукцию. Полноценность кормления крупного рогатого скота заключается в создании прочной кормовой базы, совершенствовании технологии заготовки кормов, грамотном балансировании рационов, правильном применении различных добавок и т.д. Однако, как показывает практика, при использовании даже самых качественных кормов очень сложно обеспечить поголовье необходимыми элементами питания.

Для любого организма строительным материалом служат белки. Чтобы поддерживать синтез протеинов собственного тела и молока, коровы должны получать с кормом достаточное количество белка, сбалансированного по аминокислотам. Наряду с нуклеиновыми кислотами, углеводами и липидами они участвуют во всех метаболических процессах. Данные исследований свидетельствуют о том, что, помимо аминокислот, входящих в состав белков, в живом организме есть постоянный резерв «свободных» аминокислот (они содержатся в тканях и клеточном соке), находящихся в динамическом равновесии (Li P., Wu G., 2020).

Растения и некоторые микроорганизмы могут продуцировать все аминокислоты, необходимые им для синтеза клеточных белков. В организме животных образуется только десять протеиногенных аминокислот. Осталь-

ные аминокислоты (их называют незаменимыми) должны поступать с кормом в виде белков. При дефиците протеина у телок развивается отрицательный азотный баланс и нарушается биосинтез белков, что приводит к задержке роста и снижению продуктивности в дальнейшем (Лысиков Ю.А., 2012; Сырочая А.О., Шаповал Л.Г., Макаров В.А. и др., 2014; Петросян Н.С., Ляховка Д.Р., 2021).

Рубцовые бактерии и инфузории гидролизуют белок (расщепляют его с помощью протеолитических ферментов) до пептидов и аминокислот. В рубце происходит их дезаминирование, в результате чего под действием бактериальных дезаминаз образуется основной метаболит азотистого обмена — аммиак (Curtis S., Neville R., Williams C., 1976; Wang Q., Ren Y., Cui Y. et al., 2022). При его избытке рН среды рубца заметно сдвигается в щелочную сторону. В таких условиях подавляется жиз-

недеятельность полезной микрофлоры (иногда она погибает), ингибируются катаболизм аминокислот и образование энергии в клетке, а кроме того, нарушается активный перенос одновалентных ионов через клеточные мембраны (Abdoun K., Stumpff F., Martens H. et al., 2006).

Одним из важных показателей, характеризующих качество протеинового питания жвачных животных, считается содержание в кормосмеси обменного белка, то есть сумма микробного и не расщепляемого в рубце кормового белка. При распаде протеина на аминокислоты в организм поступают структурные элементы белка. Изучение процессов формирования обменного белка в организме коров и определение его аминокислотного состава играют важную роль: с учетом полученных данных специалисты составляют рационы, использование которых позволяет повысить продуктивность крупного рогатого скота и продлить период его хозяйственного использования (Hackmann T.J., Firkins J.L., 2015).

Бактерии рубца способны синтезировать все заменимые и незаменимые аминокислоты. Однако, как показывают результаты исследований, удовлетворить потребность высокоудойных коров в протеине только за счет его биосинтеза невозможно, а значит, в кормосмесь для жвачных животных нужно включать незаменимые аминокис-

Рационы для коров					
Показатель	Группа		Показатель	Группа	
	контрольная	опытная		контрольная	опытная
<i>Компонент, кг</i>			обменный	2903,7	2882
Сено тимopheечное	0,5	0,5	бактериальный	1542,3	1559,2
Силос клеверный	28	28	Белок из не расщепляемого в рубце протеина, г	1361,4	1322,8
Зерносеяж ячменный	8	8	Аминокислота, г:		
Комбикорм-концентрат (КК-60-3)	13	14	лизин	184,8	186,8
Свекловичная меласса	1,5	1	метионин	64,5	68,9
Свекловичный жом (сухой)	1,5	1	НДК, г:		
Пальмовое масло	0,2	0,2	поступившая с сырой золой	8071,8	7874,6
Защищенный метионин	—	0,08	физически активная	5610	5460
Защищенный лизин	—	0,05	растворимая	2441,6	2304
Соль поваренная	0,15	0,15	НВУ, г	10510,8	10930
Бикарбонат натрия	0,1	0,1	Сахара, г	1772,2	1472,2
Карбонат кальция	0,1	0,1	Крахмал, г	5729,1	6617,8
<i>Содержание в кормосмеси</i>			Сырой жир, г	1171,5	1194,7
ОЭ:			Общие жирные кислоты, г	923,6	947,3
МДж	265,5	269	Сырая зола, г	1739,9	1658,8
Мкал	63,4	64,3	Минерал, г:		
СВ, кг	26	26	кальций	215,7	206,9
Протеин, г:			фосфор	104,8	102,2
сырой	4218,1	4051,6	магний	67,9	63,1
фракция В ₂	543,3	530,2	калий	471,1	446,2
растворимый	1683,5	1576,9	натрий	111,7	107,1

Примечание: СВ — сухое вещество, НВУ — неволокнистые углеводы.
Источник: результаты исследований авторов.

кислоты, такие как метионин, изолейцин, лизин и гистидин (Boisen S., Hvelplund T., Weisbjerg M. et al., 2000).

Ученые разработали методики, помогающие определить количество аминокислот, поступивших из пищеварительного тракта в кровь, а также рассчитали потребность коров в обменном протеине и обменных аминокислотах с учетом фактического содержания белка в молоке (AFRC, 1992; NRC, 2001; NRC, 2009, INRA, 2019 и т.д.). Но сегодня недостаточно данных по содержанию лизина и метионина в кишечном тракте жвачных животных, количеству и качеству обменного белка в кормосмеси, его влиянию на продуктивность и состав молока.

Мы провели исследование, в ходе которого определили, как изменяются продуктивность коров и качественный состав молока при использовании рационов с разным соотношением незаменимых аминокислот. Научно-хозяйственный эксперимент проходил с 2021 по 2022 г. на базе отделения «Лесково» СХПК «Племзавод Майский» Вологодской области. Во вторую фазу сухостойного периода высокопродуктивных коров черно-

пестрой породы методом пар-аналогов разделили на две группы — контрольную и опытную — по восемь голов в каждой. При формировании групп учитывали происхождение, живую массу, упитанность, номер лактации и молочную продуктивность животных. Поголовье содержали в одинаковых условиях на привязи согласно рекомендациям специалистов (Антонова В.С., Топурия Г.М., Косилов В.И., 2011). У подопытных коров не выявили признаков алиментарных и метаболических заболеваний.

Все животные получали сбалансированную кормосмесь, применяемую в хозяйстве (табл. 1). Различия в кормлении заключались в том, что рационы для аналогов опытной группы рассчитывали по Корнеллской системе чистых углеводов и протеина (CNCPS) и балансировали по содержанию лизина и метионина (соответственно 6,8 и 2,6% от общего количества обменного белка). Таким образом, в кормосмеси для коров контрольной группы отношение незаменимых аминокислот (лизин и метионин) составляло 2,87 : 1, для сверстниц опытной — 2,71 : 1.

Защищенные от распада в рубце аминокислоты включали в концентратную часть рациона, который коровы получали индивидуально на протяжении всего эксперимента. В кормосмеси для животных контрольной и опытной групп уровень сырого протеина составлял соответственно 16,2 и 15,6%. Содержание обменного белка в рационах для коров обеих групп было одинаковым (11,1–11,2%).

Показатели, характеризующие баланс азота в рубце, представлены в таблице 2.

Питательность кормосмеси для особой контрольной группы была на 3,5 МДж ниже, чем для аналогов опытной, при этом концентрация ОЭ в обоих рационах практически не различалась (10,2–10,4 МДж). Все показатели соответствовали рекомендациям по кормлению коров (Головин А.В., Аникин А.С., Первов Н.Г. и др., 2016).

Молочную продуктивность животных учитывали методом контрольных доений. У каждой коровы брали образцы молока, переносили его в персональный контейнер и до транспортировки в лабораторию хранили в холодильнике при температу-

ре 4 °С. По результатам контрольных доений рассчитывали суточный и валовой удой молока натуральной и 4%-й жирности.

Качественные характеристики молока определяли в лаборатории селекционного контроля качества молока регионального информационно-селекционного центра АО «Московское» по племенной работе» Московской области. Показатель «выход молока с поправкой на энергию» (энергетическая корректировка молока) в отличие от показателя «удой сырого молока» отражает энергетическую ценность продукта в зависимости от содержания в нем жира и белка, а кроме того, позволяет более точно оценить продуктивность коровы.

Выход молока с поправкой на энергию рассчитывали по формуле Xie Y., Miao C., Lu Y., Sun H., Liu J. (2021):

$$\begin{aligned} & \text{Выход молока с поправкой} \\ & \text{на энергию, кг/день} = \\ & = (0,3246 \times \text{кг молока}) + \\ & + (12,86 \times \text{кг жира}) + \\ & + (7,04 \times \text{кг белка}). \end{aligned}$$

Для расчета выхода молока 4%-й жирности использовали формулу Mierlita D., Santa A., Mierlita S. et al. (2003):

$$\begin{aligned} & \text{Выход молока 4\%-й жирности, кг/день} = \\ & = [(0,4 \times \text{кг молока}) + \\ & + (0,15 \times \text{кг молока} \times \% \text{ жира})]. \end{aligned}$$

Полученные числа выражали в виде средних значений. Перед выполнением статистического анализа данные подвергли тестированию методом Левена для проверки их однородности. Перед расчетом перцентилей данные обрабатывали способом преобразования арксинуса (строили кривую перцентилей). Результаты проанализировали статистически с использованием независимого *t*-критерия Стьюдента.

В современном молочном скотоводстве важную роль играет не только количество (надой) молока, но и содержание в нем питательных веществ (белок, жир, лактоза). Молочную продуктивность подопытных коров за период опыта рассчитали с учетом данных суточных удоев в течение первых 60 дней лактации (табл. 3).

Первые исследования по балансированию рационов по незаменимым аминокислотам провели ученые На-

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Обменный белок, % от ПСВ:	11,2	11,1
бактериальный	53,1	54,1
из не расщепляемого в рубце протеина	46,9	45,9
Лизин:		
г	184,8	186,8
% от общего количества обменного белка	6,37	6,48
% от общего количества сырого белка	4,38	4,61
Метионин:		
г	64,5	68,9
% от общего количества обменного белка	2,22	2,39
% от общего количества сырого белка	1,53	1,7
Отношение лизина к метионину	2,87 : 1	2,71 : 1
Азот, г:		
аммонийный	71,5	52,9
пептидный	164,6	141,2
избыточный	14,8	13
Затраты энергии на синтез мочевины:		
МДж	0,46	0,42
Мкал	0,11	0,1

Примечание: ПСВ — потребление сухого вещества.
Источник: результаты исследований авторов.

Показатель	Группа (n = 8)		По отношению к показателю контрольной группы, %	P-value
	контрольная	опытная		
Суточный удой, кг:				
молока натуральной жирности	40,96	42,24	103,13	0,703
молока 4%-й жирности	39,07	41,09	105,22	0,54
Валовой надой, кг:				
молока натуральной жирности	2457,5	2534,2	103,12	0,703
молока 4%-й жирности	2344	2465,7	105,19	0,541
Массовая доля в молоке, %:				
жира	3,71	3,83	+0,12	0,549
белка	3,24	3,19	-0,05	0,646
Валовой выход, кг:				
молочного жира	90,7	96,8	106,73	0,484
молочного белка*	80	80,5	100,63	0,935
Количество энергетически скорректированного молока, кг/сут.	1635,2	1825,5	111,64	0,26

*Сырой протеин.

Источник: результаты исследований авторов.

ционального исследовательского совета (NRS, ныне Национальная академия наук, инженерии и медицины — NASEM, США). Основное внимание уделяли содержанию лизина и метионина в кормосмесях для крупного рогатого скота. Было установлено, что эти аминокислоты снижают риск возник-

новения дефицита аминокислот, способствуют улучшению состояния здоровья коров в переходный период, увеличению надоя и выходу компонентов молока.

Согласно результатам контрольных доений отмечено, что в опытной группе увеличился суточный удой молока

Таблица 4

Эффективность кормления коров и химический состав молока за 60 дней лактации

Показатель	Группа (n = 8)		По отношению к показателю контрольной группы, %	P-value
	контрольная	опытная		
Затраты концентрированных кормов на 1 кг молока натуральной жирности, г	410,5	389,1	94,79	—
Содержание в молоке:				
СВ:				
%	12,71	12,6	-0,11	0,703
кг	312,6	318,4	101,86	0,812
СОМО:				
%	9,05	8,83	-0,22	0,2
кг	223,1	223	99,96	0,998
истинный белок:				
%	3,07	3,03	-0,04	0,634
кг	76	76,4	100,53	0,96
лактоза:				
%	5,01 ^a	4,8 ^b	-0,21	0,033
кг	123,2	121,3	98,46	0,844
pH	6,64 ^a	6,57 ^b	98,95	0,004

Примечание: показатели, обозначенные индексами a и b, различаются незначительно. Источник: результаты исследований авторов.

натуральной и 4%-й жирности, а также молока, скорректированного по энергии. Включение защищенных источников метионина и лизина в рационы положительно сказалось на молочной продуктивности коров в период эксперимента.

По валовому удою животные, получавшие кормовые добавки, превосходили аналогов, потреблявших стандартную кормосмесь. Так, в опытной группе суточный удой молока натуральной и 4%-й жирности оказался выше, чем в контрольной, соответственно на 1,3 и 2 кг. За 60 дней лактации в опытной группе валовой выход жира и сырого белка увеличился

соответственно на 6,1 и 0,5 кг. Массовая доля жира в молоке коров опытной группы была достоверно больше, чем в молоке аналогов контрольной.

В молоке животных, получавших защищенные незаменимые аминокислоты, ранее включенные в рацион, изменился состав компонентов, что свидетельствует об эффективности кормления поголовья (табл. 4).

Балансирование рациона по метионину и лизину за счет использования аминокислот в защищенной форме способствовало уменьшению затрат дорогостоящих концентрированных кормов на 5,2% по сравнению с их затратами при скармливании стандарт-

ной кормосмеси. Включение незаменимых аминокислот в концентратную часть рациона привело к снижению содержания лактозы в молоке на 0,21% ($p < 0,05$). Вероятно, это обусловлено замедлением синтеза глюкозы в пищеварительном тракте коров из-за ее повышенного расхода при образовании микробного протеина и летучих жирных кислот (важные субстраты для синтеза молочного жира).

Анализ состава молока показал, что при увеличении суточного удоя в молоке закономерно возрастает концентрация жира и белка (см. табл. 3), а содержание лактозы снижается (см. табл. 4). В период интенсивной лактации аминокислоты метаболизируются в глюкозу и в таком виде используются в организме для синтеза энергии и жира. Причина высокого выхода белка с молоком на фоне низкого уровня лактозы — неоптимальное углеводное питание коров.

Аналогичную тенденцию отметили при определении pH молока. В опытной группе этот показатель уменьшился на 0,07 ед., что, вероятно, было вызвано увеличением содержания в молоке минеральных веществ, органических кислот (аскорбиновая кислота, свободные жирные кислоты и т.д.), минеральных солей (фосфаты, цитраты) и белков.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что включение в рацион защищенных от распада в рубце незаменимых аминокислот (лизин и метионин в соотношении 2,71 : 1) в период раздоя способствует повышению суточного удоя и сокращению затрат концентрированных кормов на образование молока. ЖР

Всегда выбирайте трудный путь — на нем вы не встретите конкурентов.

Шарль де Голль

