

Оптимизируем синтез микробного протеина в рубце

Олег ГАНУЩЕНКО, кандидат сельскохозяйственных наук
Витебская ГАВМ

Общезвестно, что здоровье и продуктивность коров напрямую зависят от функционирования рубца. Сложная система связей между населяющими его микроорганизмами нередко оказывается нарушенной из-за неправильного кормления молочного скота. Для нормального функционирования полезной микрофлоры рубца необходимо создавать оптимальные условия с учетом особенностей протеинового, углеводного и минерально-витаминного питания микроорганизмов путем оптимизации состава рациона и включения в него специальных кормовых добавок. Это позволит поддержать здоровье коров, повысить их продуктивность, предотвратить развитие ацидоза и улучшить качество получаемого молока.

Рубцовые бактерии используют азот для синтеза собственного микробного протеина, который по аминокислотному составу является биологически полноценным для крупного рогатого скота. В отличие от протеина большинства растительных кормов, микробный протеин по наличию незаменимых аминокислот максимально идентичен белкам молока и мышечной ткани коров. При этом уровень критических аминокислот — метионина и лизина — в микробном белке и в казеине молока практически не различается. Вот почему микробный белок наиболее эффективно используется в организме для синтеза молока. Микробный протеин — ценнейший и самый дешевый источник незаменимых аминокислот для жвачных животных, способствующий повышению их молочной продуктивности.

К важным элементам питания микрофлоры рубца относят пептиды и аминокислоты (высвобождаются из расщепленного белка корма). На долю синтезируемого из них микробного протеина приходится 20–50%. Пептиды и аминокислоты являются источниками разветвленных углеродных цепей, необходимых для синтеза микробами аминокислот лейцина, изолейцина и валина, что особенно актуально при включении мочевины в рационы (Глухов Д., 2020).

Для роста и размножения микроорганизмы рубца используют не только отдельные пептиды и аминокислоты из расщепленного белка кормов, но и большое количество амидов (небелковые азотистые соединения). Они либо по-

ступают с кормом, либо образуются в рубце при расщеплении азотистых соединений кормов. Для бактерий основным источником азота служит аммиак — конечный продукт распада белка. Из аммиака синтезируется от 50 до 80% микробного протеина. Микрофлора рубца может использовать аммиак лишь в ограниченном количестве. Для максимального эффективного синтеза микробного протеина концентрация аммиака в рубцовой жидкости должна составлять 5–8 мг/100 мл (5–8 мг%).

При очень высоком уровне расщепляемого протеина (более 80% от общего уровня сырого протеина) в кормосмеси в преджелудках коров в течение суток образуется избыточное количество аммиака, часть азота которого микроорганизмы не успевают усвоить. Избыток аммиака негативно влияет как на состояние рубца, так и на здоровье коровы в целом.

Неиспользованный бактериями избыточный аммиак легко и быстро всасывается в кровь через стенку рубца. Соответственно, концентрация аммиака в крови повышается. В результате увеличивается нагрузка на печень, где аммиак обезвреживается путем его преобразования в мочевины. При этом затраты энергии в организме жвачных животных существенно возрастают. Например, для синтеза 1 мг мочевины в организме коров расходуется 1,67 Дж энергии.

Из печени мочевины возвращается в кровяное русло, откуда легко проникает в остальные биологические жидкости. Часть мочевины со слюной поступает обратно в рубец (процесс рециркуляции). В благоприятных условиях, когда в рубце нет избытка аммиака, рециркуляционную мочевины быстро (в течение 30–60 минут) используют бактерии для своего роста. При повышенной концентрации аммиака в рубцовой жидкости рециркуляционная мочевины все равно расщепляется до аммиака, причем неиспользованный микрофлорой аммиак всосется в кровь и будет оказывать на организм повторное негативное влияние.

С увеличением концентрации аммиака повышается и уровень показателя pH в рубце, что отрицательно сказывается на жизнедеятельности полезной целлюлолитической микрофлоры. Помимо того, повышение уровня аммиака в рубце приводит к ухудшению усвояемости магния (Martens et al., 2018). При чрезмерном образовании аммиака не только угнетается развитие рубцовой микрофлоры, но и нарушается метаболизм в организме жвачных живот-

Расщепляемость протеина в кормах			
Вид корма	Расщепляемость	Вид корма	Расщепляемость
<i>Высокая (71–90%)</i>			
Зеленая масса:		Силос:	
клевера	87	вико-овсяный	65
люцерны	86	клеверный	68
рапса	88	Шрот:	
культурных пастбищ	85	соевый	65
Сено:		льняной	58
из клевера	73	Комбикорм	70
из люцерны	75	Сенаж:	
Силос:		люцерновый	63
кукурузный	77	клеверный	62
подсолнечный	77	вико-овсяный	62
Картофель	92	клеверо-тимофеечный	60
Свекла кормовая	92	<i>Низкая (20–50%)</i>	
Зерно:		Солома:	
ячменя	75	овсяная	40
пшеницы	72	ржаная	40
овса	85	ячменная	36
гороха	80	Зерно кукурузы	37
Шрот рапсовый	80	Мука:	
<i>Средняя (51–70%)</i>		рыбная	30
Сено:		мясокостная	40
из луговых трав	56	Глютен кукурузный	36
из тимофеевки	58		
из смеси клевера и тимофеевки	55		

ных. У скота диагностируют поражения печени, почек, яичников, кроме того, оплодотворяемость коров ухудшается, а выживаемость эмбрионов на ранних стадиях стельности снижается.

Повышение концентрации мочевины в крови негативно влияет на уровень прогестерона (уменьшается доля плодотворно осемененных животных при первом и втором осеменении, что влечет экономические потери — дополнительные расходы, связанные с покупкой спермы, увеличением продолжительности сервис-периода и интервалов между отелами). С ростом уровня мочевины в крови растет и ее концентрация в молоке. В результате содержание истинного белка (казеин и сывороточный белок) в молоке снижается. Оно становится менее пригодным для производства сыра или творога, поскольку при переработке выход конечного продукта существенно сокращается (Глухов Д., 2020). Если уровень мочевины в крови более 45–50 мг%, у животных развивается токсикоз (отравление аммиаком).

К сожалению, в Республике Беларусь в подавляющем большинстве используемых кормов (таблица) степень расщепляемости протеина в рубце лактирующих коров составляет 57–62%, то есть превышает норму. Именно поэтому проблема дефицита не расщепляемого в рубце протеина в рационах для высокопродуктивных коров возникает довольно часто.

При очень низкой степени расщепляемости протеина (менее 55% от общего количества сырого протеина) в рационах (на практике такие показатели регистрируют редко) в преджелудках коров всегда образуется недостаточное для

рубцовых бактерий количество аммиака, из-за чего синтез полноценного микробного протеина пропорционально снижается. Следовательно, в тонкий кишечник животного поступит гораздо меньше полноценного микробного протеина, доступного для переваривания, всасывания и использования в организме.

Доказано, что максимальной эффективности использования сырого протеина можно достичь только при оптимальном соотношении в рационе расщепляемого и не расщепляемого в рубце протеина. Для контроля обеспеченности бактерий доступным азотом для синтеза микробного протеина в нужном объеме применяют такой показатель, как баланс азота в рубце (БАР). По сути БАР отражает степень равновесия между количеством азота, потребленным с расщепляемым в рубце протеином, и объемом синтезированного микробного протеина, который рассчитывают в соответствии с фактической обеспеченностью микрофлоры доступной энергией.

Положительное значение БАР корма (рациона) свидетельствует о том, что микрофлора рубца получит избыточное количество азота, часть которого она не сможет использовать полностью для синтеза собственного микробного белка из-за недостаточного уровня доступной энергии. При этом в рубце образуется чрезмерное количество аммиака, который в печени превращается в мочевины и выделяется из организма с мочой. Происходит потеря азота, возрастает нагрузка на печень, нарушается белковый и углеводный обмен.

Отрицательное значение БАР корма (рациона) означает, что микроорганизмам преджелудков не будет хватать азо-

та из образующегося в рубце аммиака, чтобы рационально использовать всю доступную энергию, поступающую с кормом (рационом). Если в кормосмесь включить источники небелкового азота, например мочевины, бактерии станут интенсивнее размножаться.

Оптимальный показатель БАР в рационах для коров должен быть близким к нулю. На практике этого достигают путем комбинации кормов (добавок), имеющих как отрицательное, так и положительное значение БАР.

Для каждого вида корма БАР обычно устанавливают из расчета на 1 кг сухого вещества (СВ). Это — фактическая разница между количеством азота сырого протеина и азота протеина, доступного для переваривания в кишечнике. Показатель рассчитывают по формуле:

$$\text{БАР (азот, г/кг СВ)} = (\text{СП} - \text{ДП}) : 6,25,$$

где СП — сырой протеин, ДП — доступный для переваривания в кишечнике протеин.

Количество доступного для переваривания в кишечнике протеина часто рассчитывают с учетом концентрации в корме обменной энергии (ОЭ):

$$\text{ДП} = [11,93 - (6,82 \times \text{НРП} : \text{СП})] \times \text{ОЭ} + 1,03 \times \text{НРП},$$

где НРП — уровень не расщепляемого в рубце протеина, г/кг СВ.

Приведу классический пример расчета. Согласно данным зоотехнического анализа, в 1 кг зерна ячменя натуральной влажности (14%) содержится 100 г сырого протеина и 10,5 МДж ОЭ, в пересчете на 1 кг СВ — 116 г и 12,2 МДж соответственно.

Для точного определения степени расщепляемости сырого протеина отдельных видов кормов обычно используют такие методы: ферментация кормов в рубце фистулированных животных или ферментация корма в аппарате «искусственный рубец». Затем полученные данные вносят в специальные кормовые таблицы, применяющиеся на практике. В приведенном примере расщепляемость сырого протеина зерна ячменя составляет 75% (см. таблицу), следовательно, на долю не расщепляемого в рубце протеина приходится 25% от общего количества сырого протеина, или 29 г/кг СВ:

$$25\% \times 116 \text{ г СП/кг СВ} : 100\% = 29 \text{ г/кг СВ}.$$

Рассчитаем количество доступного для переваривания в кишечнике протеина и показатель БАР зерна ячменя:

$$\begin{aligned} \text{ДП} &= [11,93 - (6,82 \times 29/116)] \times 12,2 + 1,03 \times 29 = \\ &= 10,22 \times 12,2 + 29,9 = 154,6 \text{ г} \end{aligned}$$

$$\text{БАР} = (116 - 154,6) : 6,25 = -6,2 \text{ г азота/кг СВ}.$$

Полученное в ходе исследования отрицательное значение БАР означает, что зерно ячменя дефицитно по расщепляемому в рубце азоту при избытке доступной энергии.

Специалист компании «Шауманн» Ян Роусек (Германия) рекомендует вычислять значение БАР по упрощенной формуле, исходя из того, что из 1 МДж чистой энергии лактации

образуется 16 г микробного протеина (обозначают как 16 г МП/МДж ЧЭЛ). Рассмотрим этот вариант расчета на конкретных примерах.

Пример 1. В 1 кг СВ кукурузного силоса содержится 6,5 МДж чистой энергии лактации и 80 г сырого протеина, в котором на долю не расщепляемого в рубце протеина приходится 15%, то есть 12 г (15% НРП от 80 г СП) в 1 кг СВ корма. Рассчитываем количество микробного протеина:

$$16 \text{ г МП/МДж ЧЭЛ} \times 6,5 \text{ МДж ЧЭЛ} = 104 \text{ г},$$

где МП — микробный протеин, ЧЭЛ — чистая энергия лактации.

Следовательно, количество доступного для переваривания в кишечнике протеина составит 116 г (ДП = 104 г МП + 12 г НРП = 116 г).

Рассчитаем значение БАР:

$$80 \text{ г СП} - 116 \text{ г ДП} : 6,25 = -5,8 \text{ г азота}.$$

Это означает, что БАР кукурузного силоса отрицательный.

Пример 2. В 1 кг СВ люцернового сенажа содержится 5 МДж чистой энергии лактации и 160 г сырого протеина, в котором на долю не расщепляемого в рубце протеина приходится 20%, то есть 32 г не расщепляемого в рубце протеина в 1 кг СВ. Рассчитываем количество микробного протеина, а также доступного для переваривания в кишечнике протеина и показатель БАР:

$$16 \text{ г МП} \times 5 \text{ МДж ЧЭЛ} = 80 \text{ г МП};$$

$$80 \text{ г МП} + 32 \text{ г НРП} = 112 \text{ г ДП};$$

$$160 \text{ г СП} - 112 \text{ г ДП} : 6,25 = +7,7 \text{ г азота}.$$

Следовательно, БАР люцернового сенажа положительный.

Пример 3. В рационе для дойной коровы содержится 10 кг СВ кукурузного силоса (пример 1) и 8 кг СВ люцернового сенажа (пример 2). Значит, БАР этих основных кормов рациона составит:

$$\begin{aligned} 10 \text{ кг} \times (-5,8) + 8 \text{ кг} \times 7,7 = \\ = -58 + 61,6 = +3,6 \text{ г азота в } 18 \text{ кг СВ основных кормов}. \end{aligned}$$

В пересчете на 1 кг СВ этих основных кормов БАР составит +0,2 г азота (+3,6 г азота: 18 кг СВ).

Таким образом, за счет использования двух основных кормов с противоположными значениями БАР (БАР кукурузного силоса — отрицательный, БАР люцернового сенажа — положительный) достигнут приемлемый уровень БАР рациона для дойных коров. Дополнительный ввод необходимого количества адресного комбикорма, БАР которого близок к нулю, позволит полностью сбалансировать рацион по всем нормируемым показателям в соответствии с запланированным суточным удоем.

ЖР

Республика Беларусь
Окончание в следующем номере