

Протеиновый метаболизм у молочных коров

М. А. Ваттио

Международный Институт им. Бабкока

Введение

Протеин снабжает организм аминокислотами, необходимыми для поддержания жизненных и репродуктивных функций, роста и лактации. У нежвачных животных аминокислоты должны содержаться в рационе животного в готовой форме, в то время как жвачные могут использовать много других источников азота, поскольку они обладают редкой способностью синтезировать аминокислоты и протеин из небелковых (непротеиновых) азотных источников. Этой способностью они обладают благодаря наличию в их рубце микроорганизмов. Кроме того, жвачные обладают способностью сберегать азот в организме. Если диета содержит небольшое количество азота, то мочевина (которая обычно выделяется из организма с мочой) может быть возвращена в рубец животного и переработана там микроорганизмами. У нежвачных животных мочевина всегда полностью покидает организм вместе с мочой.

Проведенные исследования продемонстрировали возможность кормления коров рационом, содержащим непротеиновый азот в качестве единственного его источника, и получения при этом до 580 г высококачественного молочного протеина ежедневно и до 4000 кг в течение всей лактации.

Преобразование протеина в рубце коровы

Протеин (белок), содержащийся в кормах, разлагается микроорганизмами рубца через аминокислоты на аммиак и органические кислоты (ветви цепей аминокислот). Кроме того, аммиак поступает в организм из

непротеиновых источников, содержащихся в кормах, а также из мочевины, возвращённой в рубец через слюну и стенки рубца. Слишком низкий уровень аммиака в рубце приводит к нехватке азота для микроорганизмов, что приводит к ослаблению процесса пищеварения. Слишком большое содержание аммиака приводит к его потерям, аммиачному отравлению, и в худших случаях - к смерти животного.

Аммиак используется популяцией микроорганизмов для роста. Степень использования аммиака для синтеза бактериального протеина (белка) главным образом зависит от количества доступной энергии, выработанной при ферментации углеводов. В среднем, на каждые 100 г органического вещества, подвергнутого ферментации в рубце, производится 20 г бактериального протеина (белка). В зависимости от степени усваиваемости рациона, синтез бактериального протеина (белка) может изменяться от 400 до 1500 граммов в день. Содержание протеина в бактериях изменяется в пределах 38-55% (Таблица 1). Однако, если корова потребляет больше кормов, то бактерии содержат больше протеина и значительно быстрее попадают из рубца в сычуг.

Обычно некоторая часть протеина в рационе, устойчивая к рубцовой деградации, не разложившись в рубце, попадает в тонкую кишку. Сопrotивляемость протеина к рубцовой деградации зависит от многих факторов и существенно меняется в зависимости от источника. Обычно протеин фуража разлагается значительно лучше (60-80%), чем протеин, содержащийся в концентратах или побочных продуктах пищевой индустрии (30-60%).

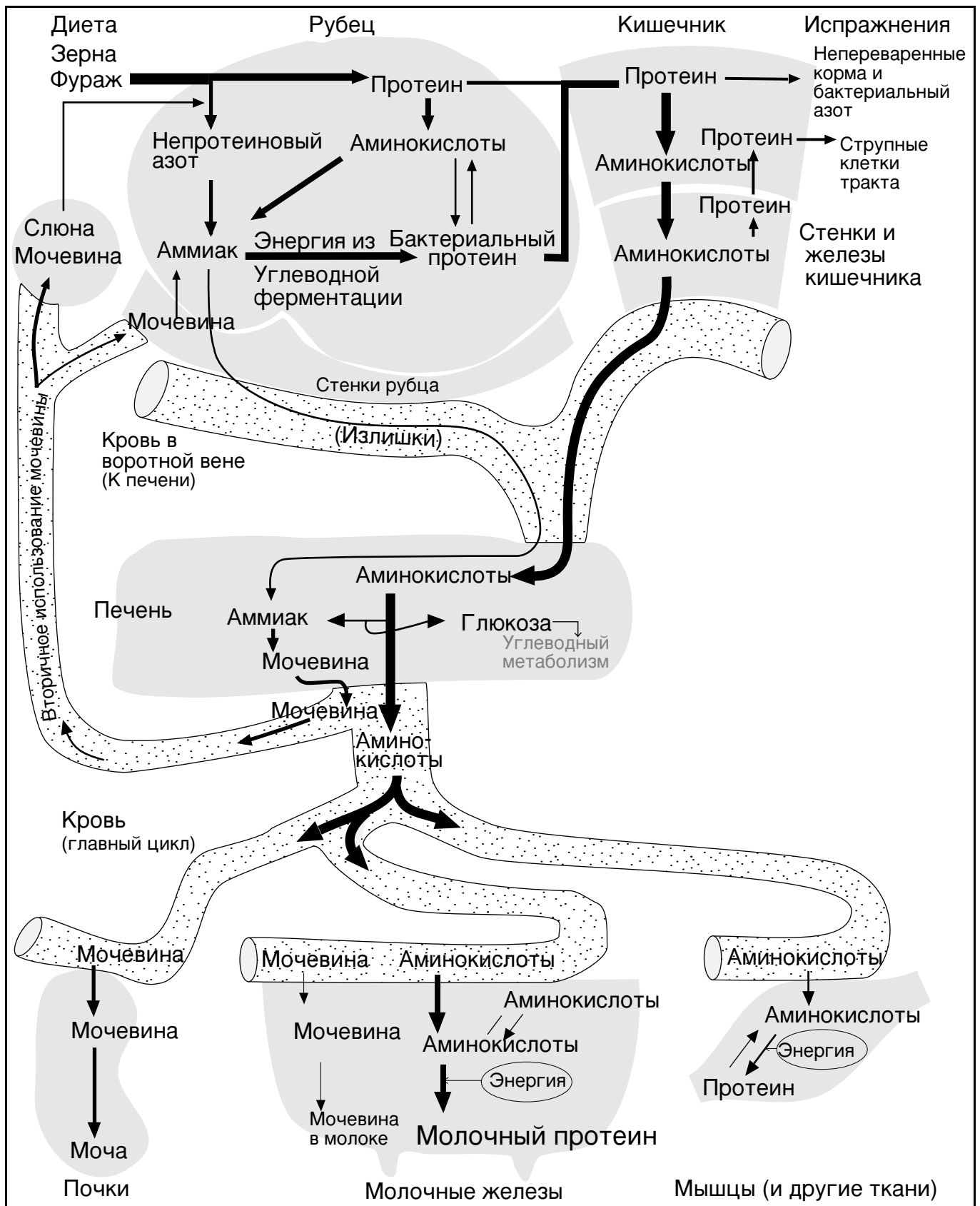


Таблица 1: Состав (%) и кишечная перевариваемость азота (%), содержащегося в микроорганизмах¹ рубца

	Бактерии		Простейшие
	Сред- нее	Диапа- зон	
Протеин	47.5	38 - 55	-
Нуклеиновые кислоты ²	27.6	-	-
Липиды	7.0	4 - 25	-
Углеводы	11.5	6 - 23	-
Пептидогликон ³	2.0	-	-
Минералы	4.4	-	-
Сырой протеин	62.5	31 - 78	24 - 49
Переварива- емость	71	44 - 86	76 - 85

¹: Данные получены из Nutritional Ecology of the ruminant. 1982. O & B Books Inc., 1215 NW Kline Place, Oregon 97330

²: Нуклеиновые кислоты = генетический материал.

³: Пептидогликон = комплексная структура стенок клеток бактерий.

Некоторая доля бактериального протеина разлагается в рубце, но основная часть, прикрепившись к частицам корма, попадает в сычуг. Сильные кислоты, выделяемые в сычуге, прекращают всю бактериальную активность и пищеварительные ферменты начинают разбивать протеин на аминокислоты.

Протеин в испражнениях

Из всего протеина, попадающего в тонкую кишку, около 80% переваривается, а остальные 20% попадают в испражнения. Другим источником азота в испражнениях являются пищеварительные ферменты, выделенные в тонкой кишке, и струпные клетки с внутренних стенок пищеварительного тракта (фекальный метаболический протеин). В среднем, на каждый дополнительно усвоенный килограмм сухого вещества, корова теряет из организма дополнительно 33 грама протеина (белка), выделенного вместе с фекалиями. В отличие от нежвачных, фекалии жвачных животных являются прекрасным удобрением, так как они богаты органическими веществами и особенно азотом (2,2-2,6% азота или 14-16% его эквивалента, сырого протеина).

Метаболизм в печени и вторичное использование мочевины

В случаях, когда возникает недостаток энергии ферментации или в рационе присутствует легко деградирующий протеин, а

также если рацион перенасыщен сырым протеином, то аммиак, производящийся в рубце, не может быть весь без остатка преобразован в бактериальный протеин. Излишек аммиака проходит через стенки рубца и попадает в печень. Печень преобразовывает аммиак в мочевины, которая в свою очередь поступает в кровь. После этого мочевина может следовать двумя путями:

- 1) Вернуться в рубец вместе со слюной или через его стенки.
- 2) Попасть в почки и выделиться вместе с мочой.

Если мочевина возвращается в рубец, она превращается обратно в аммиак и может быть использована как источник азота для бактериального роста. Мочевина, выделенная с мочой, считается потерянной для животного. В рационе с низким содержанием сырого протеина основная доля мочевины используется вторично и лишь малая часть теряется с мочой. Однако с увеличением в диете сырого протеина, количество мочевины, используемой вторично, уменьшается и доля, выделенная с мочой, возрастает.

Синтез молочного протеина

Во время лактации молочные железы нуждаются в большом количестве аминокислот. Метаболизм аминокислот в молочных железах является очень сложным процессом. Они могут быть превращены в другие аминокислоты или использованы для производства энергии в процессе окисления. Большинство аминокислот, впитанных молочными железами, используется для синтеза молочного протеина. В одном килограмме молока содержится приблизительно 30 граммов протеина (белка), но эти цифры значительно различаются у отдельных коров и в зависимости от породы. Казеин составляет до 90% всего протеина в молоке. Существуют несколько типов казеина (Таблица 2), и они придают высокую питательную ценность многим молочным продуктам. Сывороточные протеины также синтезируются молочными железами из аминокислот. Фермент α -лактальбумин необходим для синтеза лактозы, а β -лактоглобулин играет важную роль при створаживании в процессе производства сыра. Некоторые протеины (белки), находящиеся в молоке (иммуноглобулины), обеспечивают сопротивляемость болезням у новорожденного

телёнка. Иммуноглобулины не вырабатываются молочными железами, а попадают в молоко через кровь. Молозиво имеет высокую концентрацию иммуноглобулинов.

В молоке кроме того содержатся в очень малых количествах непротеиновые соединения (например мочевины: 0,08 г/кг).

Таблица 2: Основные протеины (белки), содержащиеся в обычном молоке коровы.

Протеин	Концентрация (г/кг)
.....Казеины.....	
α-казеин	14,0
β-казеин	6,2
κ-казеин	3,7
γ-казеин	1,2
..... Сывороточные протеины	
Иммуноглобулины ¹	0,6
α-лактальбумин	0,7
β-лактоглобулин	0,3

¹: Концентрация может резко увеличиваться при мастите.

Протеины (белки) и непротеиновый азот в рационе дойной коровы

Рекомендуемая концентрация сырого протеина в рационе дойной коровы может составлять от 12% для коровы в период сухостоя до 18% для коровы в период ранней лактации. До тех пор, пока рацион коровы, производящей 20-25 кг молока в день, содержит около 16% сырого протеина, большинство фуражей и концентратов являются адекватными источниками протеинов. Однако с увеличением производства молока, синтез бактериального протеина в рубце становится недостаточным, и поэтому для удовлетворения потребностей в аминокислотах возникает необходимость в дополнительном источнике протеинов, устойчивом к бактериальному разложению. Типичными источниками протеина, устойчивого к бактериальному разложению в рубце, являются пивная дробина, барда и белки животного происхождения (побочные продукты с бойни скота, рыбная и птичья мука).

С другой стороны, источники непротеинового азота могут быть использованы в тех случаях, когда рацион содержит менее 12-13% сырого протеина. Мочевина является наиболее широко используемым источником непротеинового азота в рационе молочных животных. Однако мочевины необходимо использовать с особой осторожностью, так как чрезмерная подача может быстро привести к аммиачному

отравлению. Корма, эффективно обогащённые мочевиной, высоко энергетичны и имеют низкое содержание протеина и непротеинового азота. Примером таких кормов являются пшеничное зерно, патока, пульпа из сахарной свеклы, сено созревших трав и силос кукурузы. С другой стороны, не рекомендуется использовать мочевины с кормами, богатыми легко доступным азотом. К таким кормам относятся жмыховая мука (например сои), бобовые фуражи и молодые злаковые. Потребление мочевины не должно превышать 150-200 г на корову в день. Она должна быть тщательно перемешана с другими кормами для улучшения вкусовых качеств, и увеличение дозы должно производиться постепенно, чтобы животное могло адаптироваться.

Международный Институт по Исследованию и Развитию Молочного Животноводства им. Бабкока является подразделением Университета Висконсина.

Эта публикация финансировалась специальным Грантом от USDA CSRS номер Гранта 92-34266-7304, а также U.S. Livestock Genetics Export, Inc.

Номер публикации DE-NF-1-122994-R

Эта и другие публикации могут быть затребованы из Института им. Бабкока по следующему адресу:

240 Agricultural Hall
1450 Linden Drive
Madison, WI 53706-1562 USA
Tel. (608) 262 4621
Fax (608) 262 8852