

Процесс пищеварения у дойной коровы

М. А. Ваттио

Международный Институт им. Бабкока

В. Т. Ховард

Факультет молочного животноводства

Введение

Дойные коровы и другие животные, такие как овцы, козы, бизоны, верблюды и жирафы, считаются травоядными вследствие того, что кормом этих животных являются, главным образом, растения. Большая часть травоядных животных является также жвачными. Жвачных животных легко отличить от других животных, так как они часто жуют, даже когда не едят. Эта жевательная активность называется *жеванием жвачки* и является неотделимой частью пищеварительного процесса, который позволяет жвачным животным получать энергию из *стенок клеток растений*, называемых также *клетчаткой*.

Использование клетчатки и непротеинового (небелкового) азота у жвачных животных

Клетчатка выступает в роли вещества, которое придаёт жёсткость и прочность растениям, и является основным компонентом в стеблях злаковых и других растений. Сложные сахара (целлюлоза и гемицеллюлоза), находящиеся внутри стенок клеток растений, остаются недоступными для нежвачных животных. Однако популяция микробов (микроорганизмов), населяющих сетку и рубец (Рис. 1), позволяет корове получать энергию, заключённую в клетчатке.

Азот, необходимый в рационе, корова получает из белковых аминокислот и других источников непротеинового азота (НПА). Непротеиновый азот не усваивается нежвачными животными, однако может быть использован бактериями рубца для синтеза белка. Большинство доступных аминокислот корова получает из бактериального протеина, синтезированного в рубце.

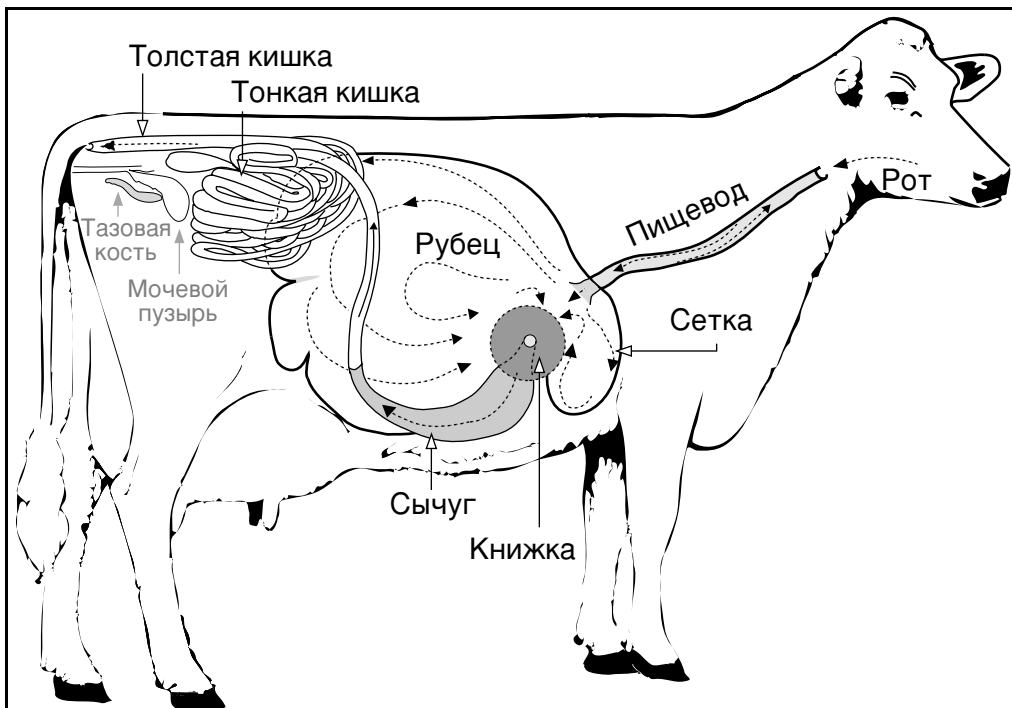


Рисунок 1: Пищеварительная система, включающая четыре камеры (желудка). Рубец можно сравнить с озером, через угол которого протекает река

Четыре камеры (желудка) коровы

Сетка и рубец

Сетка и рубец - это первые два желудка у жвачных животных. Содержимое сетки практически постоянно (почти каждую минуту) перемешивается с содержимым рубца в процессе пищеварения. Оба этих желудка, часто объединяемые под названием сетчатого желудка, густо населены популяцией микроорганизмов (бактерии, простейшие, грибковые). Рубец выступает в роли большого сосуда для ферментации, который может вмещать до 100-120 кг перевариваемого вещества. Частицы клетчатки могут находиться в рубце в течение от 20 до 48 часов, так как бактериальная ферментация является медленным процессом. Однако те частицы, которые легче перевариваются, находятся в рубце более короткое время.

Таким образом, сетка является "перекрёстком", на котором сортируются частицы, входящие и выходящие из рубца. Только частицы маленького размера (< 1-2 мм) и достаточной плотности (>1,2 г/мл) могут пройти в третий желудок (отдел).

Книжка

Третий отдел желудка, называемый *книжкой*, имеет круглую форму и вмещает около 10 л. Книжка является небольшим по размерам органом, обладающим прекрасной впитывающей способностью. Это её свойство позволяет вторично использовать воду и минералы, такие как натрий и фосфор, которые затем возвращаются в рубец через слюну. Поскольку

Таблица 1: Использование различных источников энергии и азота жвачными и нежвачными животными.

	Пример кормов	Нежвачные (свинья, птица)	Жвачные (корова, овца)
ЭНЕРГИЯ			
Сахара	Патока	+	+
Крахмал	Корни	+	+
Целлюлоза	Солома	0	±
ПРОТЕИН			
НПА ¹	Мочевина	0	+
Чистый протеин	Соя	+	+

¹ НПА = непротеиновый азот

+ полностью доступны, ± частично доступны, 0 недоступны.

процессы пищеварения в рубце и сычуге существенно различаются, книжка выступает в качестве переходника между этими двумя органами. Однако книжка не является абсолютно необходимым органом, так например она отсутствует у верблюдов и лам (псевдожвачные).

Сычуг

Четвёртый отдел желудка называется *сычугом*. Этот отдел имеет близкое сходство с желудком нежвачных животных. Внутри сычуга выделяется множество кислот и других пищеварительных ферментов. У нежвачных поступившие корма сначала перевариваются в сычуге. Однако вещества, попадающие в сычуг жвачных, состоят в основном из непереваренных кормовых частиц, некоторых конечных продуктов биологической ферментации и микробов, которые размножились в желудке.

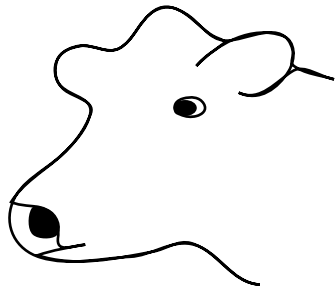
Бактерии рубца

Условия, существующие в рубце жвачных животных, обеспечивают оптимальную среду для роста и развития микробиологической фауны. Отсутствие в рубце кислорода также благоприятствует развитию некоторых специальных видов бактерий, например таких, которые отвечают за разложение стенок клеток растений (целлюлозы) на простые сахара (глюкозу). Микробы ферментируют глюкозу для получения энергии, необходимой для их роста, производя в результате летучие жирные кислоты (конечный продукт ферментации). Летучие жирные кислоты всасываются через стенки рубца и являются основным источником энергии для коровы.

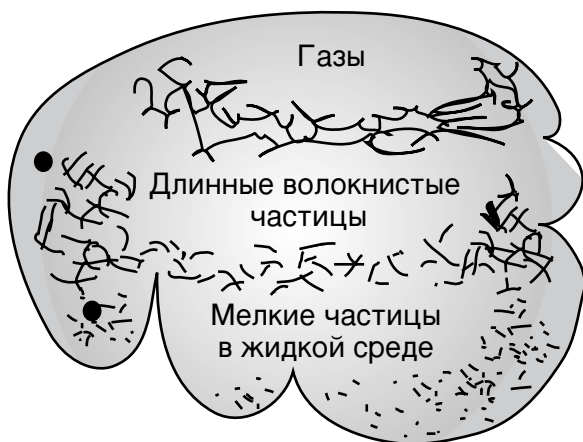
В процессе роста микроорганизмы (микробы) рубца синтезируют аминокислоты, которые являются строительными элементами белка (протеина). Бактерии используют аммиак и мочевину как источники азота для синтеза аминокислот. Без бактериальной обработки аммиак и мочевина не имели бы питательной ценности для коровы. Бактериальный белок (протеин), синтезированный в рубце, переваривается в тонкой кишке и составляет главный источник аминокислот для коровы.

Органы пищеварительного тракта и их функции

1 - Жевание жвачки (измельчение частиц) и выделение слюны (буферов).



- Жевание жвачки уменьшает размеры частиц клетчатки и подвергает сахара микробиологической ферментации.
- Происходит выделение до 160 - 180 литров слюны, если корова жуёт по 6-8 часов в день. Если жевание жвачки не стимулировано (слишком много концентратов в диете), корова производит менее 30 - 50 литров в день.
- *Буферы* в слюне (бикарбонаты и фосфаты) нейтрализуют кислоты, получающиеся при микробиологической ферментации, тем самым поддерживая нейтральную кислотную среду, которая благоприятствует перевариванию клетчатки и росту микробов в желудке.



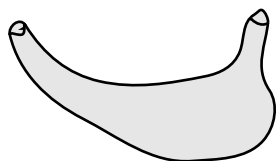
2 - Сетчатый желудок (ферментация)

- Удерживает длинные частицы фуража, что стимулирует жевание жвачки.
- Микробиологическая ферментация производит: 1) летучие жирные кислоты (ЛЖК) как конечный продукт ферментации целлюлозы и других сахаров 2) микробную массу, богатую протеином высокого качества.
- ЛТА впитываются через стенки рубца. Летучие жирные кислоты используются как главный источник энергии, а также для синтеза молочного жира (триглицерида) и молочного сахара (лактозы).
- Производит в день до 1000 литров газов, которые выходят наружу.



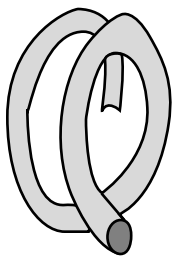
3 - Книжка (вторичное использование некоторых питательных веществ)

- Впитывает воду, натрий, фосфор и остатки летучих жирных кислот.



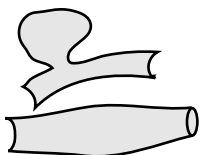
4 - Сычуг (кислотное пищеварение)

- Происходит выделение сильных кислот и пищеварительных ферментов.
- Перевариваются кормовые фракции, непереваренные в рубце (некоторые белки и липиды).
- Происходит переваривание бактериального протеина, выработанного в рубце. (0,5 - 2,5 кг в день).



5 - Тонкая кишка (пищеварение и впитывание).

- Пищеварительные ферменты выделяются тонкой кишкой, печенью и поджелудочной железой.
- Происходит ферментное переваривание углеводов, протеинов и липидов.
- Впитывается некоторое количество воды, минералов и продуктов пищеварения: глюкозы, аминокислот, летучих жирных кислот.



6 - Слепая кишка (ферментация) и толстая кишка

- Обычно небольшая популяция бактерий ферментирует непитательные продукты пищеварения.
- Происходит впитывание воды и формирование фекалий.

Некоторые определения

Впитыванием называется проникновение из пищеварительного тракта в кровь продуктов пищеварения и других простых соединений.

Буферами называются соединения, выделенные вместе со слюной или добавленные в рацион, которые помогают поддерживать в рубце благоприятную среду для переваривания кормов и роста бактерий.

Переваривание является первой ступенью в серии процессов, которые разбивают сложные частицы (корма и микроорганизмы) на простые соединения, которые могут быть использованы организмом. В пищеварительном тракте выделяются сильные кислоты и множество

различных ферментов для переваривания кормов.

Метаболизмом называются изменения, происходящие со впитанными продуктами пищеварения (питательными веществами) в процессе их утилизации организмом животного. Питательные вещества разлагаются тканями организма для получения энергии, необходимой для поддержания нормальной жизнедеятельности животного и для совершения работы (питания, передвижения, жевания и т.д.). Питательные вещества могут быть также использованы как строительные блоки для синтеза тканей (мускулов, жира) и, в случае дойной коровы, для выработки молока.

на практике:

- Жвачные животные имеют значительно больше источников кормов, чем нежвачные. Микроорганизмы, живущие в сетчатом желудке, позволяют жвачным животным перерабатывать корма, богатые клетчаткой (фуражи, послеуборочные и индустриальные остатки), в высокопитательные и вкусные продукты (молоко, мясо).
- Корма, содержащие клетчатку, необходимы для здорового существования коровы, так как они поддерживают жевание жвачки и выделение слюны, которая необходима для нормального функционирования рубца и развития в нём популяции микроорганизмов.
- Корова может потреблять фуражи (корма с низким содержанием энергии) и концентраты (корма с высоким содержанием энергии), однако большие добавки концентратов в рацион рекомендуется производить постепенно (в течении 4-5 дней), предоставляя достаточное время для адаптации бактерий к новой диете.
- Фекалии жвачных животных богаты органическими (непереваренные бактериальные остатки) и неорганическими веществами (азот, фосфор, сера), которые являются прекрасным удобрением.



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