

СЕКРЕЦИЯ МОЛОКА В ВЫМЕНИ МОЛОЧНОЙ КОРОВЫ

Мишель А. Ваттио
Институт им. Бабкока

СТРУКТУРА МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

Вымя коровы предстает собой орган, предназначенный для производства молока и обеспечения наиболее легкого доступа к нему теленка. Вымя подвешено к наружной стенке задней части брюха коровы и, таким образом, не ограничивается, не поддерживается и не защищается никакими элементами костяка.

Вымя коровы состоит из четырех молочных желез, или "четвертей". Каждая четверть является отдельной функционирующей единицей, которая действует независимо от остальных и выдает молоко через свой собственный сосок. Обычно задние четверти немного более развиты и дают больше молока (60%) по сравнению с передними (40%). Ниже перечислено большинство элементов вымени и дано краткое пояснение их важности и функций.

Структура поддержки. Набор связок и соединительная ткань поддерживают вымя близко к стенке брюха. Желательно, чтобы у коровы были сильные связки, чтобы предотвратить отвисание вымени, уменьшить риск травмы и избежать трудностей при использовании доильного оборудования.

Секреторная система и система протоков. Вымя является экзокринной железой,

поскольку молоко синтезируется в специальных клетках, сосредоточенных в альвеолах, а затем выводится наружу через систему протоков, действующих подобно притокам реки.

Структура кровоснабжения и капилляров. Для производства молока требуется много питательных веществ, которые попадают в вымя через кровь. Для производства 1 кг молока, через вымя должно пройти от 400 до 500 кг крови. Кроме того, кровь переносит гормоны, контролирующие развитие вымени, синтез молока и регенерацию секреторных клеток в период между лактациями (период сухостоя).

Лимфатическая система. Лимфа представляет собой прозрачную жидкость, поступающую из тканей с высоким кровоснабжением. Лимфа поддерживает баланс тока жидкости в вымя и из него, а также помогает бороться с инфекцией. Иногда усиленный приток крови в начале лактации приводит к скоплению жидкости в вымени до того момента, пока лимфатическая система не сможет удалить излишек жидкости. Это состояние, называемое отеком вымени. В основном это встречается у первотелок и старых коров с отвислым выменем.

Возбуждение (иннервация) вымени.

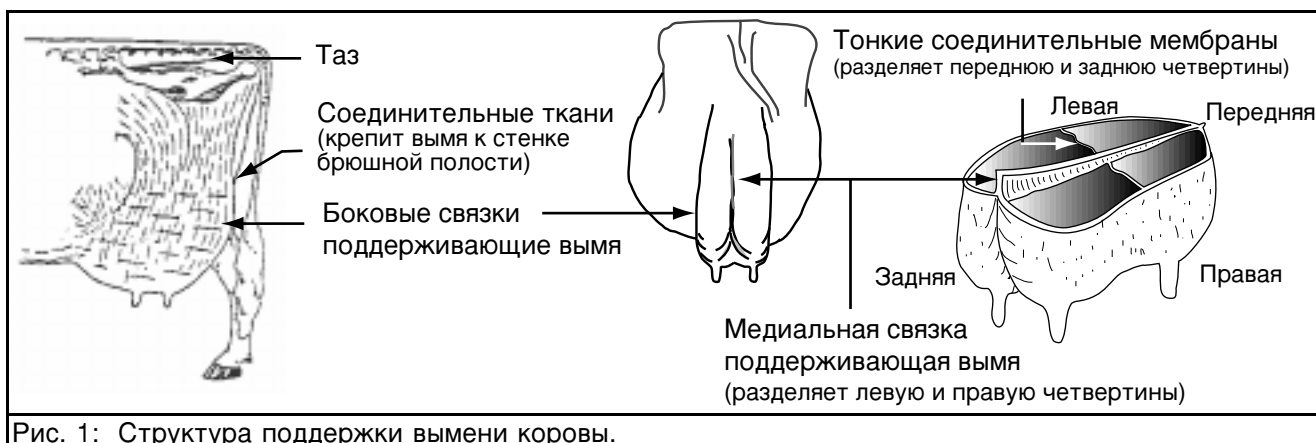


Рис. 1: Структура поддержки вымени коровы.

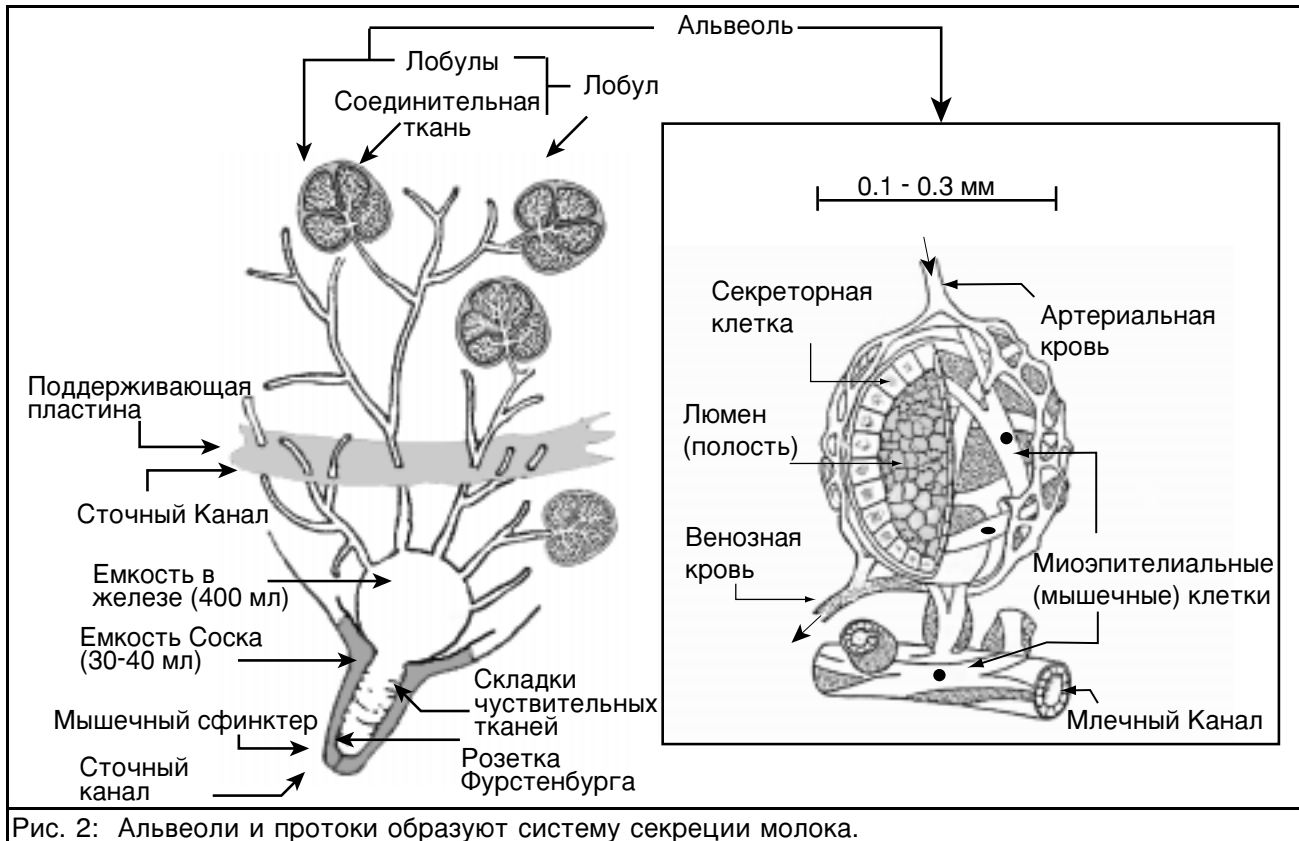


Рис. 2: Альвеолы и протоки образуют систему секреции молока.

Нервные рецепторы на поверхности вымени чувствительны к прикосанию и температуре. Во время подготовки вымени к доению эти нервы возбуждаются и инициируют рефлекс "отдачи молока", который позволяет молоку вытекать наружу. Гормоны и нервная система также участвуют в регулировании кровотока в вымени. Например, когда корова испугана или ощущает физическую боль, совместное действие адреналина и нервной системы уменьшает приток крови к вымени, подавляет рефлекс "отдачи молока" и снижает молочную продуктивность.

Система поддержки вымени

В настоящее время у молочных коров вымя может весить более 50 кг благодаря большой массе секреторной ткани и молоку, накапливающемуся между дойками. Основными элементами, поддерживающими вымя, являются срединная и боковая поддерживающие связки (Рис. 1). Кожа также играет вспомогательную роль в поддержке и стабилизации вымени.

Срединная поддерживающая связка представляет собой эластичную ткань, прикрепляющую вымя к стенке брюха. Если смотреть сзади, срединный желоб вымени - хорошо различимое углубление посредине

вымени - отмечает место расположения срединной поддерживающей связки. Поскольку ткань связки эластична, она действует как рессора и реагирует на изменения размера и веса вымени, происходящих в процессе производства молока, а также с возрастом. Повреждение или ослабление этой связки вызывает свисание вымени книзу, затрудняя доение и увеличивая вероятность травмы, а в особенности повреждения сосков. Генетический отбор по признаку "сильнейшей" является эффективным средством уменьшения количества таких проблем в стаде.

По сравнению со срединной поддерживающей связкой, боковая связка представляет собой сравнительно неэластичную волокнистую ткань. Она опускается по сторонам вымени от сухожилий вокруг костей ТАЗА, наподобие пращи.

Система протоков и система секреции молока

Альвеоль является функциональным продуктивным образованием, в котором одинарный слой молочных секреторных клеток образует сферу с полым центром (Рис. 2). Капиллярные сосуды и миоэпителиальные клетки (мышцеобразные клетки) окружают

альвеолу снаружи, тогда как выработанное молоко содержится во внутренней полости. Альвеолы осуществляют следующие функции:

- забирают питательные вещества из крови;
- перерабатывают их в молоко;
- проводят молоко в полость.

Молоко покидает полость по собирающему протоку. Лобулой называется группа из 10-100 альвеолей, опорожняемых через общий проток. Лобулы в свою очередь объединяются в более крупные образования, называемые долями. Доли выделяют молоко в более крупные собирающие протоки, выходящие в полость молочной железы, которая расположена непосредственно над соском железы (Рис. 2).

Вымя состоит из миллиардов альвеолей, вырабатывающих молоко. Протоки образуют опорожняющие каналы, в которых молоко накапливается между дойками. Однако, только когда миоэпителиальные клетки, выстилающие альвеолы, и мелкие протоки сокращаются в результате реакции на гормон окситоцин (рефлекс отдачи молока), молоко попадает в млечные протоки и молочную полость.

Сосок образует канал, по которому молоко может выходить из железы. Он покрыт гладкой кожей и богат кровеносными сосудами и нервными окончаниями. Сосок заканчивается кольцом гладких мышц, или сфинктером, также называемым "сточным каналом". У своего верхнего окончания сосок отделен от полости молочной железы только рядом нежных складок чувствительных клеток, особенно легко подверженных повреждению. Такие складки также расположены на другом конце соска, непосредственно над сточным каналом (розетка Фюрстенбурга). Сосок, таким образом, устроен так, чтобы служить эффективным барьером на пути вторжения бактерий. Сохранение нормальной структуры соска является необходимым для поддержания действия естественного защитного механизма против бактерий, вызывающих мастит. Различия в структуре сосков, особенно в диаметре и длине, связаны со степенью подверженности инфекции.

СЕКРЕЦИЯ МОЛОКА В СЕКРЕТОРНЫХ КЛЕТКАХ

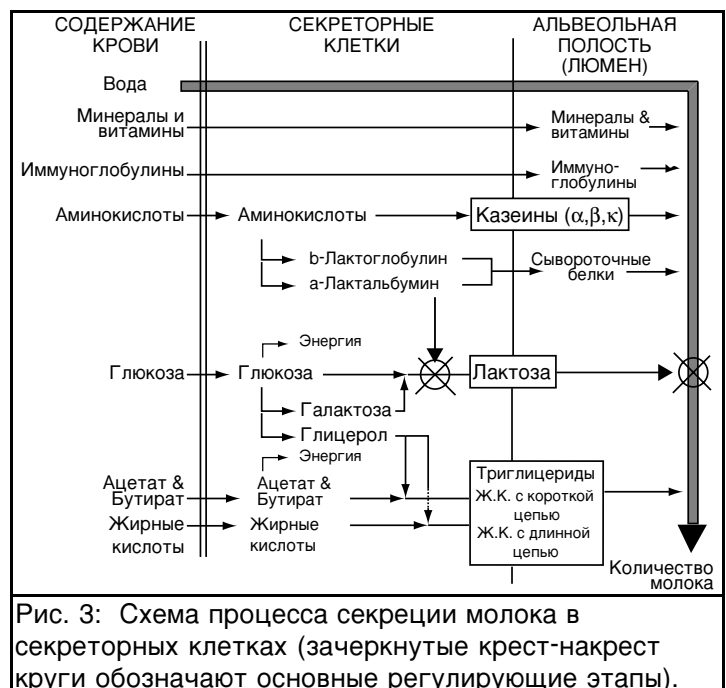
Секреция молока в секреторных клетках является непрерывным процессом, включающим множество сложных биохимических реакций. Во время доения скорость выработки молока до некоторой

степени снижается, но процесс никогда не останавливается полностью. Скопление молока между дойками вызывает увеличение давления на альвеолы и снижение скорости синтеза молока. В результате, рекомендуется доить высокопродуктивных коров с интервалами, как можно более точно приближающимися к 12 часам (наиболее продуктивных животных нужно доить первыми утром и последними вечером). Более частое удаление молока уменьшает возрастание давления в вымени, и поэтому трехразовая ежедневная дойка может увеличить надой молока на 10-15%.

Секреторная клетка представляет собой сложную фабрику. На Рис. 3 схематично представлены источники питательных веществ и механизмы, участвующие в синтезе молока.

Использование глюкозы в секреторных клетках. Хотя глюкоза, содержащаяся в рационе, полностью ферментируется в рубце с получением летучих жирных кислот (уксусной, пропионовой и масляной), она необходима в больших количествах в вымени во время лактации. Печень преобразует пропионовую кислоту обратно в глюкозу, которая затем транспортируется по крови к вымени, где она перерабатывается секреторными клетками. Глюкоза может служить источником энергии для клеток, строительными блоками для синтеза галактозы, а затем и лактозы или источником глицерина, необходимого для синтеза жира.

Синтез лактозы. Синтез лактозы



контролируется двухкомпонентным ферментом под названием синтетаза лактозы. Один из компонентов - α -лактальбумин - содержится в молоке как сывороточный белок.

Регулирование объема молока. Количество производимого молока определяется главным образом количеством лактозы, синтезируемой в вымени. Выделение лактозы в полость альвеоли увеличивает концентрацию растворенных веществ (осмотическое давление) по отношению к другой стороне секреторных клеток, где протекает кровь. В результате, концентрация растворенных веществ по обеим сторонам секреторных клеток выравнивается путем экстрагирования воды из крови и смешивания ее с другими компонентами молока, находящимися в полости альвеоли. Для типичного молока такое равновесие достигается, когда в молоке содержится 4,5-5% лактозы. Таким образом, лактоза действует как клапан, регулирующий количество воды, втягиваемое в альвеоли, и тем самым, регулирующий количество производимого молока (перечеркнутые круги на Рис. 3).

Можно легко заметить влияние рациона на молочную продуктивность:

- 1) Количество энергии (т.е. концентратов) в рационе влияет на производство пропионовой кислоты в рубце;
- 2) Объем имеющейся пропионовой кислоты влияет на то, какое количество глюкозы будет синтезировано печенью;
- 3) Объем имеющейся глюкозы влияет на то, какое количество лактозы будет синтезировано в молочной железе;
- 4) Количество синтезированной лактозы определяет то, сколько молока будет произведено за день.

Синтез белка. Казеины, содержащиеся в молоке, синтезируются из аминокислот, переносимых кровотоком, под контролем генетического материала клетки (ДНК). Эти белки упаковываются в кластеры до того, как они попадают в полость альвеоли. Генетическое управление синтеза молока в альвеолях происходит посредством изменения количества α -лактальбумина, синтезированного секреторными клетками. Как упоминалось выше, этот фермент является важным регулятором количества лактозы и молока, производимого за день.

Иммуноглобулины синтезируются иммунной системой. Эти, обычно очень большие белки

попадают в молоко из крови. Проницаемость секреторных клеток для иммуноглобулинов является высокой во время синтеза молозива, но резко падает с началом лактации.

Синтез жира. Уксусная и масляная кислоты, производимые в рубце, используются, в частности, как строительные блоки при синтезе коротких жирных кислот, содержащихся в молоке. Глицерин, необходимый для "объединения" трех жирных кислот и образования триглицерида, производится из глюкозы. Около 17-45% молочного жира синтезируется из уксусной кислоты, и 8-25% - из масляной. Состав рациона оказывает сильное влияние на содержание жира в молоке. Недостаток волокнистых кормов снижает образование уксусной кислоты в рубце, что в свою очередь приводит в производстве молока с пониженным содержанием жира (2-2,5%).

Липиды, мобилизованные из резервов организма в каждой лактации, являются другим строительным блоком при синтезе жира. Однако как правило, только половина всех жирных кислот в половине из главным образом длинных жирных кислот, содержащихся в рационе. Таким образом, состав жиров в молоке можно изменять, варьируя тип жиров, содержащихся в рационе коровы.

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-LM-2-082396-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

babcock@calshp.cals.wisc.edu

<http://babcock.cals.wisc.edu>