

Ю. М. ОЛЕНОВ

О ПРИЧИНАХ РАЗЛИЧНОЙ ЖИРНОСТИ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНО ВЫДАИВАЕМЫХ ПОРЦИЙ МОЛОКА

(Представлено академиком К. М. Быковым 28 IV 1954)

Жирность молока, получаемого из альвеол в результате молокоотдачи, выше, чем жирность молока, поступившего в цистерну до дойки. Еще жирнее молоко, остающееся в вымени после самой тщательной дойки и доданвания,— так называемое остаточное молоко. Причины, обуславливающие эти различия, до сих пор точно не установлены*. Между тем очевидно, что анализ этих причин может дать важные опорные пункты для суждения о закономерностях секреторной деятельности молочной железы.

Возможно, что раздражение механорецепторов сосков при доении вызывает рефлекторное выделение весьма жирного секрета из клеток в полость альвеол. На эту мысль наталкивают данные И. Н. Зотиковой⁽¹⁾, наблюдавшей выход жира из многих секреторных клеток одновременно при раздражении эфферентного нерва. С другой стороны, допустимо, что в промежутке между дойками молоко разбавляется на пути из альвеол в цистерну.

Обе эти гипотезы нуждаются, конечно, в экспериментальном обосновании. Они не являются взаимоисключающими, но каждая из них достаточна для того, чтобы объяснить различие в содержании жира между цистернальной и альвеолярной порциями молока и промежуточное содержание жира в так называемой протоковой порции⁽²⁾. Объяснима и еще более высокая жирность остаточного молока, представляющего, очевидно, в наиболее чистом виде содержимое альвеол.

Цель настоящего сообщения состоит в том, чтобы показать, что эта схема, предполагающая постоянное возрастание жирности молока по мере извлечения его из все более глубоко лежащих частей единой емкостной системы молочной железы, не полно отражает сущность изучаемого процесса.

В ряде опытов мы исследовали содержание жира в молоке, выдоенном после заключительного массажа (додое) и полученном сразу вслед за ним при помощи питуитрина остаточном молоке**. Оказалось, что в большинстве случаев жирность додоя была значительно выше, чем жирность остаточного молока (табл. 1). В среднем разность равняется 1,4%. Этот факт явно противоречит обычным представлениям о постоянном возрастании жирности молока в последовательно выдаиваемых порциях.

* Мы оставляем в стороне старые, неудовлетворительные объяснения, в частности теорию отстоя.

** Мы вводили коровам, суточный удой которых был равен 10—20 кг, подкожно 6 мл ампульного раствора питуитрина, содержащего 150—15 м. е. окситоцина, и получали 0,1—2,1 л остаточного молока. Проверка показала, что объем и жирность остаточного молока не увеличиваются при внутривенном введении: у коровы Пальмы при подкожном введении было получено 1000 мл молока, содержавшего 7,1% жира, а при внутривенной инъекции 1200 мл молока жирностью 6,0%.

Как известно, содержащийся в питуитрине гормон окситоцин вызывает резкое сжатие альвеол, но не влияет на мускулатуру протоков (3). Между тем в естественном акте молокоотдачи, вызываемом доильными воздействиями, участвуют и гладкая мускулатура протоков, и цистерны, и миоэпителиальные клетки альвеол (4). Возникла мысль, что изолированное использование одного из звеньев комплексного рефлекса молокоотдачи сказывается на жирности молока, поступающего в цистерну. Тем самым наметился путь сочетания приемов, воздействующих на различные участвующие в молокоотдаче эффекторы.

В работе (4) мы установили, что раздражение терморепторов сосков вызывает поступление молока в цистерну вследствие изменения тонуса мускулатуры протоков, но миоэпителиальные клетки альвеол в термический рефлекс не вовлекаются. Таким образом, имеется два фактора, один из которых (окситоцин) влияет только на миоэпителиальные клетки, а другой (тепловое воздействие) только на гладкую мускулатуру протоков. Мы поставили себе цель исследовать, каковы будут результаты сочетания этих двух факторов.

Мы применили термическое воздействие (обмывание вымени водой с температурой 56°) сразу же после выдаивания остаточного молока. Раздражение терморепторов вызывает в этот момент, как и после обычной дойки (4), поступление в цистерну небольшого количества молока (20—150 мл). Жирность этой (термической) порции в среднем на 3,0% выше, чем жирность только что полученного обычного остаточного молока. В трех экспериментах разность превышала 5,0% (см. табл. 1).

Таблица 1

Содержание жира в последовательно выдаиваемых порциях молока (в %)

Кличка коровы	Наименование порции								
	долей после заключит. массажа	остаточное молоко	diff. 1—2	доп. порция остат. молока после массажа	diff. 2—4	термич. пор- ция остат. молока	diff. 2—6	вторая порция обычного остат. молока	diff. 6—8
Акация	9,4	9,4	0	—	—	15,0	+5,6	13,9	—1,1
	10,0	10,2	+0,2	—	—	12,8	+2,6	9,7	—3,1
	11,6	8,0	—3,6	—	—	11,4	+3,4	10,0	—1,4
	9,6	7,4	—2,2	10,8*	+3,4	14,0	+6,6	12,4	—1,6
Альма	10,1	7,4	—2,7	—	—	10,2	+2,8	8,6	—1,2
	—	10,6	—	14,4*	+3,8	14,6	+4,0	9,4	—5,0
Венера	9,4	9,6	+0,2	—	—	13,2	+3,6	13,0	—0,2
	—	7,2	—	—	—	12,4	+5,2	—	—
Цапка	11,3	9,8	—1,5	12,4*	+2,6	12,8	+3,0	8,4	—3,4
	—	10,3	—	11,0**	+0,7	11,8	+1,5	7,7	—3,1
Пальма	—	7,1	—	8,8**	+1,7	10,4	+3,3	10,4	0
	8,2	5,7	—2,5	—	—	6,0	+0,3	4,7	—1,3
Быстрая	7,0	4,4	—2,6	—	—	6,2	+1,6	5,6	—0,6
	—	4,6	—	—	—	5,2	+0,6	4,6	—0,6
Верная	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	6,2	6,4	+0,2	—	—	7,0	+0,6	5,7	—1,3
Среднее			—1,4		+2,4		+3,0***		—1,9

* После выдаивания обычного остаточного молока сначала была получена дополнительная порция при помощи массажа, затем термическая порция.

** После выдаивания обычного остаточного молока была получена сначала термическая порция, затем применен массаж.

*** В тех пяти опытах, где была получена дополнительная порция остаточного молока при помощи массажа, жирность термической порции превышала жирность обычного остаточного молока в среднем на 3,7%.

Огромное увеличение жирности в термической порции остаточного молока можно, казалось бы, объяснить тем, что возбуждение терморепрепторов рефлекторно вызывает выход жира из клеток в полость альвеол. Но термическая порция может быть очень мала (20—25 мл из всего вымени в некоторых опытах) и тем не менее резко, на 3—5%, отличаться по своей жирности от выдоенного непосредственно перед нею обычного остаточного молока. Нельзя предположить, что поступившие в цистерны 20 мл молока представляют собой всю только что выделяющуюся из клеток порцию. С другой стороны, невероятно и предположение о том, что в результате теплового воздействия в полость альвеол выделяется значительное количество чрезвычайно жирного секрета, и лишь часть его сразу поступает в цистерны. Если через несколько минут после получения термической порции еще раз подоить корову, то можно добыть еще немного остаточного молока, в среднем около 80 мл (вероятно, окситоцин еще имеется в крови или продолжают еще сказываться результаты его действия). Эта вторая порция обычного, получаемого без термического воздействия, остаточного молока, казалось бы, должна быть по своей жирности близка к термической порции. Между тем, в подавляющем большинстве случаев она содержит гораздо меньше жира, чем термическая порция (в среднем на 1,9%) (табл. 1).

Факт резкого увеличения жирности молока при совместном действии тепла и окситоцина можно объяснить, если предположить, что мельчайшие дольки вымени продуцируют молоко различной жирности и что наиболее жирное молоко вырабатывается в тех из них, которые редко или неполно опоражниваются в силу своих морфо-физиологических особенностей. На фоне вызванного питуитрином сжатия альвеол изменение тонуса мускулатуры протоков под влиянием тепла оказывается достаточным, чтобы извлечь из этих долек часть находящегося в них чрезвычайно жирного молока. При дойке же коровы через несколько минут после термического воздействия протоки, ведущие к самым жирномолочным долькам, становятся уже менее проходимыми, в результате чего выводится секрет, главным образом, более доступных, но менее жирномолочных долек.

Гипотеза о функциональной разнокачественности мельчайших долек вымени* позволяет объяснить указанное выше различие между жирностью додая, получаемого после заключительного массажа, и жирностью остаточного молока. Выяснилось, что на фоне действия питуитрина массаж дает эффект, хоть и более слабый, но сходный с возбуждением терморепрепторов: в цистерны поступает небольшая (не свыше 100 мл) порция молока, превосходящая по жирности только что полученное обычное остаточное молоко в среднем на 2,4% (табл. 1). Таким образом, массаж вымени, подобно термическому фактору, изменяет тонус мускулатуры протоков. Следовательно, когда после дойки применяется заключительный массаж, то благодаря изменению тонуса мускулатуры протока выводится, главным образом, продукция наименее доступных, наиболее жирномолочных долек, а питуитрин снова включает преобладающую массу менее жирномолочных долек.

Таким образом, мы приходим к выводу, что жирность получаемого остаточного молока должна зависеть не только от проходимости протоков, но и от степени сжатия альвеол, т. е. жирность остаточного молока у одной и той же коровы должна быть выше в те опытные дни, когда его получено больше. Данные наших экспериментов показали, что действительно существует корреляция между объемом остаточного молока и его жирностью (см. табл. 2). Кроме того, соответственно ожидаемому, разность между жирностью додая и полученного вслед за ним остаточного молока бывает меньше в тех случаях, когда объем остаточного

* Это выражение не следует понимать как точное анатомическое обозначение, так как остается невыясненной топография альвеол или групп их, продуцирующих молоко различной жирности.

молока относительно велик, чем в тех опытах, где его получено сравнительно немного (в среднем, соответственно, 0,4 и 1,6%).

Таблица 2

Связь между объемом полученного остаточного молока и его жирностью

Кличка коровы	Число опытов	Объем остат. молока в мл	Жирность остат. молока в %	Число опытов	Объем остат. молока в мл	Жирность остат. молока в %
Акация	3	600	7,7	2	>1200	9,8
Венера	<1	400	7,2	1	> 800	9,6
Быстрая	<1	100	4,4	1	> 500	5,7
Альма	<1	700	7,4	1	>1800	10,6
Звезда	<1	980	5,8	1	>1100	6,4
Цапка	<1	250	9,8	1	> 800	10,3

Из изложенного можно сделать следующие выводы.

1. Жирность каждой из друг за другом выдаиваемых порций молока зависит не только от ее места в общей последовательности, но и от того, каким физиологическим механизмом вызвано ее поступление в цистерну.

2. К числу возможных причин, обуславливающих различия жирности молока в последовательно выдаиваемых порциях, нужно отнести разнокачественность мельчайших долек железы. Например, низкая жирность молока, поступающего в цистерны в промежутках между дойками, может быть, отчасти объясняется тем, что в этом молоке не представлена продукция более жирномолочных долек *. Обычный заключительный массаж после дойки и в особенности действие тепла или массажа на фоне вызванного питуитрином сжатия альвеол, наоборот, открывают пути для оттока молока из наиболее жирномолочных, наименее доступных долек.

3. Факты, свидетельствующие о разнокачественности мельчайших долек молочной железы, должны быть приняты во внимание при анализе других возможных причин неравномерного распределения жира в молоке (секреция во время дойки, разбавление на пути из альвеол в цистерну).

Институт биологии
Карело-Финского филиала
Академии наук СССР

Поступило
23 IV 1954

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ И. А. Барышников, В. М. Борсук и др., Журн. общ. биол., 14, 4 (1953). ² Б. М. Борсук, М. Г. Закс, Тез. докл. Всесоюз. совещания по физиологии с.-х. животных, 1953. ³ И. А. Барышников, М. Г. Закс и др., Журн. общ. биол., 12, 6, 423 (1951). ⁴ А. А. Егорова, М. Г. Закс и др., Сов. зоотехния, 5, 46 (1953).

* С этой точки зрения понятно также, почему при слабой, неполной молокоотдаче получается сравнительно жидкое молоко.