

УДК 636.2.055:612.664:612.822.4

ИЗУЧЕНИЕ МЕХАНИЗМА ТОРМОЖЕНИЯ МОЛОКООТДАЧИ У КОРОВ, ВЫЗВАННОГО НАРУШЕНИЕМ СТЕРЕОТИПА ДОЕНИЯ

¹Мещеряков В.П., ²Макар З.Н., ¹Мещеряков Д.В.

¹Калужский филиал РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Калуга; ²ВНИИ физиологии, биохимии и питания животных, Боровск Калужской обл., Российская Федерация

Цель работы – исследование кровоснабжения вымени и сократительной реакции миоэпителия и альвеол в процессе торможения молокоотдачи, вызванного нарушением стереотипа доения. Опыт проведен на 5 коровах черно-пестрой породы методом периодов. В контроле проводили обычное доение, в опыте коров выдаивала «чужая» доярка. Регистрацию процесса молоковыведения проводили с помощью ковшовых счетчиков-датчиков. Кровоснабжение вымени оценивали методом электромагнитной флоуметрии. Для оценки динамики сократительной активности миоэпителия и альвеол определяли показатели кровоснабжения вымени – продолжительность периода от начала стимуляции вымени до момента резкого увеличения объёмной скорости кровотока (ОСК), длительность периода повышенного кровоснабжения вымени, увеличение ОСК за период доения относительно исходного уровня (среднее и максимальное). Нарушение стереотипа доения приводило к сдвигам в динамике молоковыведения, сопровождающимся активацией симпато-адреналовой системы. При этом резче проявлялась двухпиковость кривой молоковыведения, происходило снижение разового удоя и интенсивности кровоснабжения вымени. Изменение стереотипа доения вызывало увеличение продолжительности латентного периода молокоотдачи на 20% и сокращение длительности периода изменений сократительной активности альвеол на 26%. В контроле величины максимальной и средней амплитуды сжатия альвеол в ходе доения составили $1,99 \pm 0,13$ и $1,0 \pm 0,08$ усл. ед. соответственно. Нарушение стереотипа доения привело к снижению этих показателей – максимальной до $1,28 \pm 0,10$, средней – до $0,50 \pm 0,06$ усл. ед. ($P < 0,001$). В опыте интенсивность сокращения альвеол, оцененная по приросту кровоснабжения вымени за период повышенных значений ОСК, составила 47% ($P < 0,001$) от соответствующей величины в контроле. Наряду с удлинением латентного периода молокоотдачи, в опыте наблюдалось увеличение продолжительности периода выведения первой порции цистернального молока. Это указывает на то, что при воздействии тормозного фактора не только повышается тонус сфинктера соска, но и задерживается начало молокоотдачи. Изменение динамических показателей кровоснабжения вымени в процессе торможения рефлекса молокоотдачи рассматривается как результат более позднего и менее интенсивного сокращения миоэпителия и сжатия альвеол. Установлено, что нарушение параметров молоковыведения при торможении рефлекса молокоотдачи обусловлено снижением интенсивности перемещения молока из альвеол в цистернальный отдел вымени. Предполагается, что при торможении молокоотдачи происходит нарушение перемещения молока из альвеол в систему протоков, обусловленное снижением сократительной реакции миоэпителия и альвеол, по системе молочных протоков и через соски. Показано, что процесс снижения сократительной активности альвеолярного комплекса обусловлен уменьшением амплитуды сжатия альвеол и сокращением периодов их сжатия и последующего расширения.

Ключевые слова: коровы, кровоснабжение вымени, нарушение стереотипа доения, торможение молокоотдачи, сократительная активность альвеол

Проблемы биологии продуктивных животных, 2017, 1: 69-80

Введение

В производственных условиях некоторые факторы, в том числе нарушение стереотипа доения вызывают торможение рефлекса молокоотдачи у коров (Кокорина, Филиппова, 1979; Кокорина, 1986; Емельянов и др., 2014). Торможение молокоотдачи сопровождается нарушением параметров молоковыведения (Кокорина, Филиппова, 1979; Мещеряков, 2010; Lefcourt, Akers, 1982, 1984; Bruckmaier et al., 1997; Inderwies et al., 2003) и приводит к снижению молочной продуктивности (Кокорина, 1986; Мещеряков, 2010; Lefcourt, Akers, 1982, 1984; Gorewit, Aromando, 1985; Bruckmaier et al., 1997; Inderwies et al., 2003). Выяснение механизмов нарушения молокоотдачи позволит эффективно предотвращать и устранять указанные негативные моменты у коров в производственных условиях.

Различают два вида торможения молокоотдачи – центральный и периферический (Goodman, Grosvenor, 1983; Wellnitz, Bruckmaier, 2001). Оба механизма являются следствием активации симпатической нервной системы. При центральном торможении отсутствует (или является пониженным) выход окситоцина из нейрогипофиза в ответ на преддоильную подготовку и доение, не наблюдается повышенных концентраций в крови катехоламинов, и α - и β -адреноблокаторы не могут снять наблюдаемое нарушение молокоотдачи (Bruckmaier et al., 1997). Центральное торможение молокоотдачи было выявлено у коров, выдаиваемых в необычной обстановке (Bruckmaier, Schams, Blum, 1993; Bruckmaier et al., 1997; Macuhova et al., 2002) и у первотелок в первые дни доения после отела (Bruckmaier et al., 1992). В осуществлении данного вида торможения молокоотдачи принимают участие опиоидная и норадренергическая нейронные системы головного мозга (Tancin, Bruckmaier, 2001).

Периферическое торможение молокоотдачи характеризуется отсутствием эффекта окситоцина на уровне молочной железы в условиях нормального его выхода из нейрогипофиза в ответ на стимуляцию сосков и доение. В лабораторных условиях периферическое торможение молокоотдачи у коров наступает при воздействии электроимпульсов (Lefcourt, Akers, 1982; Тверской и др., 1991; Тверской, Любин, 1992), в ответ на введение катехоламинов и их агонистов (Bernabe, Peeters, 1980; Lefcourt, Akers, 1984; Gorewit, Aromando, 1985; Bruckmaier et al., 1997; Inderwies et al., 2003) и в результате блокады рецепторов окситоцина (Bruckmaier et al., 1997; Inderwies et al., 2003). Периферическое торможение молокоотдачи может осуществляться по разным механизмам – при нарушении связывания окситоцина с рецепторами (Lefcourt, Akers, 1984; Gorewit, Aromando, 1985; Burvenich et al., 1991), увеличении сопротивления молочных протоков (Кокорина, Филиппова, 1979; Goodman, Grosvenor, 1983; Bruckmaier et al., 1997; Inderwies et al., 2003), торможении выведения молока через сосок (Bernabe, Peeters, 1980; Vandeputte-VanMessom et al., 1984; Burvenich et al., 1991). Торможение молокоотдачи, вызванное катехоламинами, реализуется через α -адренорецепторы молочной железы (Bruckmaier, Blum, 1998; Tancin, Bruckmaier, 2001). Стимуляция α -адренорецепторов вымени коров вызывает сокращение соска (Bernabe, Peeters, 1980; Vandeputte-VanMessom et al., 1984) и выводных протоков молочной железы (Tancin, Bruckmaier, 2001; Inderwies et al., 2003). Периферическое торможение молокоотдачи у коров было выявлено только в лабораторных условиях (Wellnitz, Bruckmaier, 2001). Поэтому считается, что в условиях молочных ферм наблюдается только центральное торможение молокоотдачи (Bruckmaier, Blum, 1998).

Торможение молокоотдачи сопровождается изменением гемодинамических показателей на центральном и периферическом уровнях. Воздействие стресс-факторов вызывает повышение частоты сердечных сокращений (Емельянова, Лупова, 2013; Gorewit, Scott, 1986; Weiss et al., 2004) и подъем системного артериального давления у коров (Gorewit, Scott, 1986; Gorewit, Aromando, Bristol, 1989) и коз (Houvenaghel, Peeters, 1974). Установлено снижение объемной скорости кровотока (ОСК) в молочной железе у коров (Мещеряков, 2010) и коз (Houvenaghel, Peeters, 1974) под влиянием болевых стимулов, а также у коров при введении адреналина (Dhondt et al., 1973; Gorewit, Aromando, 1985; Gorewit et al., 1989) и норадреналина (Dhondt et al., 1973; Мещеряков, Макап, 2016б). В наших исследованиях было показано, что

раздражение наружного семенного нерва у коров приводит к появлению фазы сужения кровеносных сосудов вымени (Мещеряков, Макар, 2016б). Ранее было установлено, что передача нервных импульсов с постганглионарных симпатических нейронов на стенки кровеносных сосудов вымени коровы осуществляется с участием норадреналина (Тверской и др., 1988), а в реализации тормозного влияния эфферентной иннервации вымени на процесс молокоотдачи участвуют α_1 - (Тверской и др., 1989) и α_2 - адренорецепторы (Боков и др., 1989). Считается, что одним из периферических механизмов торможения молокоотдачи у коров является ограничение доступа окситоцина к миоэпителиальным клеткам из-за сужения кровеносных сосудов вымени (Кокорина, Филиппова, 1979; Dhondt et al., 1973; Goodman, Grosvenor, 1983; Gorewit, Aromando, 1985; Gorewit et al., 1989; Burvenich et al., 1991).

Нами было установлено, что изменение кровоснабжения вымени в процессе доения обусловлено процессами сжатия и расширения альвеол. Параметры кровоснабжения вымени использованы для оценки интенсивности сократительной реакции альвеолярного комплекса (Мещеряков, Макар, 2014; Мещеряков и др., 2014; Мещеряков, Мещеряков, 2014). Целью данной работы было исследование кровоснабжения вымени и сократительной реакции миоэпителия и альвеол в процессе торможения молокоотдачи, вызванного нарушением стереотипа доения.

Материал и методы

Исследования проведены на 5 коровах черно-пестрой породы 2-5-й лактации в первую половину лактации с суточным удоем к началу эксперимента ~12 кг. В качестве отличительного признака медленно выдаиваемых коров считали продолжительный период выдаивания (в среднем 291 с) и наличие разрыва между цистернальной и альвеолярной фракциями молока, позволяющего оценивать характер выведения этих фракций. Исследование проведено методом периодов. В день контроля проводили обычное доение. На следующий день (опыт) доение проводила «чужая» доярка.

Доение проводили серийным доильным аппаратом. Перед доением в течение 10 секунд проводили гигиеническую обработку вымени, началом доения считали момент надевания последнего доильного стакана. Додаивание начинали при потоке молока 400 г/мин и заканчивали при потоке 200 г/мин. Запись процесса молоковыведения осуществляли из каждой половины вымени с помощью ковшовых счетчиков-датчиков. На кривой молоковыведения отмечали следующие точки: А – начало раздражения вымени, Б – начало доения, В – выведение первой порции цистернального молока, Е – выведение первой порции альвеолярного молока, Ж – достижение максимальной интенсивности молоковыведения, И – начало додаивания, К – окончание доения. Учитывали продолжительность периодов машинного доения, додаивания и количество молока, полученного за данные периоды. Определяли величины разового удоя, максимальной и средней интенсивности молоковыведения. Моментом достижения максимальной интенсивности молоковыведения считали середину 30-сек. интервала, когда отмечалась максимальная интенсивность молоковыведения. Рассчитывали показатель выдоенности (%) за первые две минуты доения и определяли продолжительность периодов молоковыведения (табл. 1).

Для характеристики динамики молоковыведения в половине вымени (в которой изучалось кровоснабжение) определяли количество выдоенного молока за 30-секундные интервалы времени. Кровоснабжение вымени оценивали с помощью электромагнитных датчиков (Nihon Kohden, Япония), накладываемых на одну из наружных срамных артерий вымени. Интенсивность кровоснабжения половины вымени до начала доения (исходный уровень) оценивали по среднему значению ОСК за трёхминутный интервал. На кривой ОСК отмечали точки, соответствующие началу раздражения (стимуляции) вымени (А), доения (Б), моментам резкого увеличения ОСК (Д), достижения её максимального значения (З), а также моменту, когда ОСК возвращалась к значениям, наблюдаемым в точке резкого её увеличения (Л). Момент резкого возрастания ОСК в вымени являлся началом молокоотдачи.

В качестве интегрального показателя сократительной активности альвеол использовали величину прироста кровоснабжения половины вымени за период повышенных значений ОСК. Рассчитывали среднее и максимальное увеличение ОСК за период доения относительно исходного уровня и определяли продолжительность периодов изменения кровоснабжения вымени. Для оценки динамики кровоснабжения половины вымени рассчитывали увеличение величины ОСК за 30-сек. интервалы от начала доения по отношению к исходному уровню.

Результаты и обсуждение

Нарушение стереотипа доения привело к изменению величины разового удоя и показателей молоковыведения – снизилась максимальная интенсивность молоковыведения и увеличилась длительность периода достижения его максимального значения (БЖ, табл. 1). Выявлено также увеличение продолжительности периода выведения первой порции цистернального молока (БВ), латентного периода молокоотдачи (АЕ), а также общей продолжительности доения (БК) и периода машинного доения (БИ). Воздействие стресс-фактора в процессе доения вызвало снижение величины выдоенности за первые две минуты доения на 12,6%.

Таблица 1. Влияние нарушения стереотипа доения на параметры молоковыведения ($M \pm m$, $n=5$)

Показатели	Периоды	
	Контроль	Опыт
Разовый удой, кг	6,03±0,30	5,81±0,29
Машинный удой, кг	5,21±0,26	4,88±0,23
Машинный додой, кг	0,82±0,09	0,93±0,09
Интенсивность молоковыведения		
средняя, кг/мин	1,24±0,05	1,03±0,12
максимальная, кг/мин	2,30±0,07	1,90±0,06***
Выдоенность за первые две минуты доения, %	53,2±2,4	40,6±2,8***
БВ	12,6±0,6	15,8±0,9**
АЕ	89±2	108±6**
БК	291±8	339±11***
БИ	209±5	246±10***
ИК	82±5	93±5
БЖ	100±4	128±6***

Примечания: здесь и далее: * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; БВ – до выведения первых 100 г цистернального молока; АЕ – от начала раздражения вымени до выведения первой альвеолярной порции (латентный период молокоотдачи); БК – доение (общий период); БИ – машинное доение; ИК – машинное додаивание; БЖ – достижение максимума молоковыведения.

Нарушение стереотипа доения приводило к изменению соотношения количества молока, полученного за периоды машинного доения и додаивания. Если в контроле доля машинного додая составила 13,6% от величины разового удоя, то в опыте указанный показатель составил 16%. В процессе доения, проводимого «чужой» дояркой, отмечена четкая тенденция к снижению величин разового и машинного удоя, средней интенсивности молоковыведения и к увеличению периода машинного додаивания (ИК). Известно, что тонус сфинктера соска регулируется симпатической нервной системой. Выявленное увеличение продолжительности периода выведения первых 100 г молока в опыте свидетельствует об активации симпатoadренальной системы в ответ на нарушение стереотипа доения

Воздействие стресс-фактора в ходе доения привело к изменению динамики молоковыведения. Динамика выведения молока в контроле характеризовалась двухвершинной кривой. Наличие первого пика свидетельствовало о выведении цистернальной фракции молока; второй пик характеризовал выведение из вымени альвеолярной порции молока. Как видно, в контроле граница между двумя фракциями молока была менее выраженной, а пик кривой выве-

дения альвеолярного молока был выражен более чётко. При нарушении стереотипа доения между цистернальной и альвеолярной фракциями выявляется более отчётливый спад интенсивности молоковыведения, а вершина кривой выведения альвеолярного молока становится более сглаженной вследствие снижения интенсивности молоковыведения и увеличения продолжительности периода до достижения максимальной интенсивности доения. Интенсивность молоковыведения в период 60-90 секунд от начала доения в контроле на 23% ($P < 0,05$) превышала аналогичную величину в опыте.

Уменьшение разового удоя и изменение параметров молоковыведения при нарушении стереотипа доения свидетельствуют о торможении рефлекса молокоотдачи. Полученные нами данные согласуются с результатами ранее проведенных исследований. В процессе доения коров «чужой» дояркой отмечалось снижение удоя на 21%, уменьшение средней интенсивности молоковыведения на 18-41% и максимальной интенсивности молоковыведения на 18-36% (Кокорина, 1986). Воздействие других тормозных стимулов также приводило к изменению удоя и параметров молоковыведения у коров. Так, в первое доение на автоматизированной установке у коров наблюдалось снижение удоя на 68% (Weiss et al., 2004). Нанесение корове электроимпульсов в ходе доения вызывало снижение удоя (Lefcourt, Akers, 1981). В нашем исследовании (Мещеряков, 2010) болевое электрораздражение конечности коровы привело к снижению разового удоя половины вымени на 16%, величины машинного удоя на 23% и средней интенсивности молоковыведения на 23%. Кроме того, в работе (Мещеряков, 2010) отмечена тенденция к увеличению продолжительности периода выведения первой порции цистернального молока, длительности периода машинного додаивания и всего периода доения.

Ранее было показано, что введение веществ, стимулирующих α -адренорецепторы вымени, вызывает у коров снижение удоя (Lefcourt, Akers, 1984; Gorewit, Aromando, 1985; Bruckmaier et al., 1997; Inderwies et al., 2003), максимальной интенсивности молоковыведения (Lefcourt, Akers, 1984; Bruckmaier et al., 1997; Inderwies et al., 2003). Блокада рецепторов окситоцина с помощью атосибана также приводила к снижению максимальной интенсивности молоковыведения и удоя у коров (Bruckmaier et al., 1997; Inderwies et al., 2003).

Интенсивное торможение молокоотдачи отмечено у коров при доении в необычной обстановке. Так, количество молока, полученного при доении в этих условиях, уменьшалось до 9% (Bruckmaier et al., 1993) и 7-20% (Macuhova et al., 2002) от величины разового удоя. В работах (Кокорина, 1979; Lefcourt, Akers, 1984) показано влияние стресс-фактора на динамику молоковыведения. При доении коров «чужой» дояркой наблюдалась характерная седлообразная форма кривой молоковыведения (Кокорина, 1979). Инъекция норадреналина вызывала у коров «запаздывание» второго пика молоковыведения (Lefcourt, Akers, 1984).

Нарушение процесса молоковыведения у коров в ответ на воздействие стресс-фактора может быть следствием замедления прохождения молока через сфинктер соска вследствие сокращения его гладких мышц при активации α -адренорецепторов (Bernabe, Peeters, 1980; Vandeputte-VanMessom et al., 1984). Авторами показано, что интенсивность истечения молока из соска у коров тормозится норадреналином (Bernabe, Peeters, 1980), а блокада α -адренорецепторов сфинктера соска с помощью празозина вызывает усиление скорости выделения молока (Vandeputte-VanMessom et al., 1984).

Ряд авторов (Bruckmaier et al., 1997; Inderwies et al., 2003) предполагает, что торможение процесса молоковыведения обусловлено нарушением перемещения молока по системе молочных ходов и протоков. Данный механизм нарушения выведения молока вызван сокращением гладких мышц протоков вследствие активации их α -адренорецепторов. Кроме того, установлено участие катехоламинов надпочечников в торможении молокоотдачи (Тверской и др., 1991; Тверской, Любин, 1992). По мнению ряда исследователей, катехоламины надпочечников, могут вызывать сокращение кровеносных сосудов и уменьшение доступа окситоцина к миоэпителиальным клеткам (Dhondt et al., 1973; Goodman, Grosvenor, 1983; Gorewit, Aromando, 1985; Gorewit et al., 1989; Burvenich et al., 1991). У коров выявлена отрицательная корреляция степени торможения молокоотдачи с индивидуальной чувствительностью надпо-

чечников (Masuhova et al., 2002) и положительная взаимосвязь между уровнем кортизола в крови при нагрузке адренокортикотропным гормоном и удоем в первое доение на автоматизированной установке (Weiss et al., 2004).

Таблица 2. Показатели кровоснабжения вымени коров при нарушении стереотипа доения ($M \pm m$, $n=5$)

Показатели	Периоды	
	Контроль	Опыт
ОСК (исходная), л/мин	3,06±0,15	3,12±0,13
Увеличение ОСК за период доения относительно исходного уровня, л/мин		
среднее	1,0±0,08	0,50±0,06***
максимальное	1,99±0,13	1,28±0,10***
Продолжительность периода, с		
АД	92±3	110±6**
ДЛ	322±12	237±8***
БД	68±3	85±6*
БЗ	159±6	184±9*
Прирост кровоснабжения половины вымени за период ДЛ, л	5,32±0,47	2,50±0,22***

Примечания: ОСК – объёмная скорость кровотока; АД – от начала стимуляции вымени до момента резкого увеличения ОСК (латентный период молокоотдачи); ДЛ – повышенное кровоснабжение вымени; БД – от начала доения до момента резкого увеличения ОСК; БЗ – от начала доения до достижения максимальной ОСК.

В нашем эксперименте между контрольным и опытным периодами не наблюдалось значительных различий по величине ОСК в вымени до начала доения (табл. 2). И в контрольном, и в опытных периодах доение вызывало усиление кровоснабжения вымени. Однако в опыте интенсивность кровоснабжения вымени в процессе доения была существенно ниже, чем в контроле.

Нарушение стереотипа доения вызвало снижение величины прироста кровоснабжения половины вымени за период повышенных значений до 47% ($P < 0,001$) от аналогичного значения в контроле. В опыте значения ОСК за период доения относительно исходного уровня снизились – среднее на 50% ($P < 0,001$) и максимальное – на 36% ($P < 0,001$) от соответствующих величин в контроле. Изменение стереотипа доения привело к увеличению продолжительности периодов – от начала стимуляции вымени до момента резкого увеличения ОСК в вымени (АД, $P < 0,01$), от начала доения до точек резкого увеличения ОСК (БД, $P < 0,05$.) и достижения её максимального значения (БЗ, $P < 0,05$). Воздействие тормозного фактора привело к снижению продолжительности периода повышенного кровоснабжения вымени (ДЛ, $P < 0,001$).

В отличие от кривой молоковыведения, динамика кровоснабжения вымени в контроле и опыте представляла собой одновершинную кривую. Увеличение ОСК в вымени относительно исходного уровня в контроле в течение четырех 30-сек. интервалов доения (с 60-90 по 150-180) было существенно выше, чем соответствующие значения в опыте. Максимальных значений ОСК в опыте достигла в период, когда в контроле она уже снижалась.

Значения ОСК до начала доения и изменения показателей кровоснабжения вымени в ходе доения в контрольном периоде соответствуют данным, полученным другими авторами (Gorewit, Aromando, 1985; Gorewit, Scott, 1986; Gorewit et al., 1989). Изменение показателей кровоснабжения вымени в опыте согласуется с данными нашей работы (Мещеряков, 2010), в которой торможение молокоотдачи, вызванное болевым стимулом, сопровождалось увеличением на 52% продолжительности периода от начала доения до момента резкого возрастания ОСК, сокращением на 25% продолжительности периода повышенных значений ОСК и тенденцией к снижению средней и максимальной ОСК в ходе доения. У коз нанесение стимулов, вызывающих стресс, приводило к снижению кровотока через молочную железу, часто сопровождающемуся повышением системного артериального давления (Houvenaghel, Peeters, 1974). В то же время, в работе (Gorewit, Scott, 1986) нанесение электроимпульсов до начала доения

вызвало у коров увеличение ОСК в вымени на 50% и повышение среднего артериального давления на 33 мм рт. ст., однако, электрораздражение в ходе доения не оказало влияния на показатели кровоснабжения вымени. Введение корове норадреналина (Dhondt et al., 1973) и адреналина (Dhondt et al., 1973; Gorewit et al., 1989) приводило к значительному снижению ОСК в вымени. Нами ранее было показано, что снижение кровоснабжения молочной железы при введении катехоламинов вызвано их воздействием на гладкую мускулатуру кровеносных сосудов (Мещеряков, Макар, 2016б).

Ранее также было показано, что нанесение корове болевого стимула до начала доения вызывало снижение ОСК в вымени с 1,9 л/мин до 1,3 л/мин, при этом процесс доения начинался в условиях пониженного кровоснабжения вымени (Мещеряков, 2010). В работе (Gorewit, Aromando, 1985) введение корове адреналина перед доением привело к снижению уровня кровоснабжения вымени до 95% от исходного уровня, процесс доения проходил при пониженном кровоснабжении вымени, однако концентрация окситоцина в крови при этом была повышенной. Снижение удоя в эксперименте на 56% свидетельствовало о торможении молокоотдачи. Авторы предположили, что в периферическом торможении молокоотдачи значительное снижение уровня кровоснабжения вымени уменьшает доступ окситоцина к миоэпителиальным клеткам.

Рядом исследователей выражалось сомнение в том, что в периферическом торможении молокоотдачи у коров снижение доставки к вымени окситоцина вызывается сужением его кровеносных сосудов (Bruckmaier et al., 1997; Bruckmaier, Blum, 1998; Tancin, Bruckmaier, 2001). По мнению авторов, даже при очень низкой ОСК в вымени высокая концентрация окситоцина в крови должна вызвать молокоотдачу. Нами показано, что адреналин в физиологических концентрациях может вызывать расширение кровеносных сосудов вымени (Мещеряков, Макар, 2016а).

Нарушение параметров молоковыведения при изменении стереотипа доения может быть вызвано участием альвеолярного комплекса в механизме торможения молокоотдачи. Ранее было показано, что доение в необычной обстановке вызывает у коров задержку выхода окситоцина из нейрогипофиза в кровь (Bruckmaier, Blum, 1998), а периферическое торможение молокоотдачи сопровождается удлинением латентного периода молокоотдачи и снижением интенсивности нарастания внутривыменного давления (Боков и др., 1989; Тверской и др., 1989; Тверской и др., 1991; Тверской, Любин, 1992). Указанные факты свидетельствуют об участии альвеолярного комплекса в механизме торможения рефлекса молокоотдачи у коров.

В данном исследовании изменение параметров кровоснабжения вымени в ответ на действие стресс-фактора могло быть следствием снижения сократительной реакции миоэпителия и альвеол. Ранее нами было показано, что стимуляция механорецепторов вымени до начала (Мещеряков, Мещеряков, 2014) и в ходе доения (Мещеряков, Макар, 2014), а также терморепрепторов вымени в ходе доения (Мещеряков и др., 2014) вызывает усиление кровоснабжения вымени у коров. Изменение показателей кровоснабжения вымени в ответ на действие факторов, стимулирующих молокоотдачу, свидетельствовало о сокращении латентного периода молокоотдачи (Мещеряков, Макар, 2014; Мещеряков и др., 2014), удлинении периода сократительной активности альвеол (Мещеряков, Макар, 2014; Мещеряков, Мещеряков, 2014; Мещеряков и др., 2014) и увеличении амплитуды их сжатия (Мещеряков, Макар, 2014; Мещеряков, Мещеряков, 2014). Если в процессе стимуляции молокоотдачи сократительная реакция альвеолярного комплекса усиливается, то при торможении рефлекса молокоотдачи она должна ослабляться.

Для оценки сократительной активности миоэпителия и альвеол были использованы следующие показатели кровоснабжения вымени – продолжительность периода от начала стимуляции вымени до момента резкого увеличения ОСК (АД), длительность периода повышенного кровоснабжения вымени (ДП), увеличение ОСК за период доения относительно исходного уровня (среднее и максимальное), а также прирост кровоснабжения половины вымени за период повышенных значений. Величина АД характеризовала длительность латентного пе-

риода молокоотдачи, а в конце периода ДЛ происходило сначала сжатие, а затем расширение альвеол. Величину амплитуды сжатия и расширения альвеол определяли по увеличению ОСК за период доения относительно исходного уровня. Прирост кровоснабжения половины вымени за период повышенных значений являлся интегральным показателем сократительной реакции альвеолярного комплекса.

Установлено, что нарушение стереотипа доения вызвало увеличение продолжительности латентного периода молокоотдачи на 20% и сокращение длительности периода изменения сократительной активности альвеол на 26%. В контроле величины максимальной и средней амплитуды сжатия альвеол в ходе доения составили соответственно $1,99 \pm 0,13$ и $1,0 \pm 0,08$ усл. ед. Нарушение стереотипа доения привело к снижению указанных величин – максимальной до $1,28 \pm 0,10$, средней – до $0,50 \pm 0,06$ усл. ед. ($P < 0,001$). В опыте интенсивность сокращения альвеол, оцененная по приросту кровоснабжения вымени за период повышенных значений ОСК, составила 47% ($P < 0,001$) от соответствующей величины в контроле. Наряду с удлинением латентного периода молокоотдачи, в опыте наблюдалось увеличение продолжительности периода выведения первой порции цистернального молока. Указанное обстоятельство свидетельствует о том, что при воздействии тормозного фактора не только повышается тонус сфинктера соска, но и задерживается начало молокоотдачи.

Таким образом, результаты исследования свидетельствуют о том, что изменение стереотипа доения вызывает торможение молокоотдачи, сопровождающееся нарушением параметров и динамики молоковыведения, снижением разового удоя и интенсивности кровоснабжения вымени. Повышение периода выведения первой порции цистернального молока свидетельствует об активации симпато-адреналовой системы. При торможении рефлекса молокоотдачи у коров резко проявляется двухпиковость кривой молоковыведения. Указанное изменение динамики молоковыведения обусловлено удлинением латентного периода молокоотдачи и снижением интенсивности молоковыведения. Торможение молокоотдачи вследствие нарушения стереотипа доения вызвано снижением интенсивности сократительной реакции альвеол. Процесс снижения сократительной активности альвеолярного комплекса обусловлен увеличением латентного периода молокоотдачи, уменьшением амплитуды сжатия альвеол и сокращением продолжительности периода их сжатия и последующего расширения. Снижение интенсивности перемещение молока из альвеол в цистернальный отдел в ответ на действие стресс-фактора приводит к нарушению процесса молоковыведения. Наиболее вероятно, что воздействие стресс-факторов вызывает нарушение процесса перемещения молока в молочной железе, начиная с альвеол и заканчивая сфинктером соска. При центральном торможении молокоотдачи или при снижении доступа окситоцина к миоэпителиальным клеткам происходит как нарушение перемещения молока из альвеол в систему протоков, обусловленное снижением сократительной реакции миоэпителия и альвеол, как показано в нашем эксперименте, так и торможение перемещения молока по системе молочных протоков, о чем свидетельствуют данные других исследователей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Боков Е.В., Тверской Г.Б., Назаров А.В., Мещеряков В.П., Макар З.Н. Роль α_2 -адренорецепторов в торможении молокоотдачи, вызванном электрораздражением эфферентных нервных волокон вымени коровы // Бюллетень ВНИИФБиП. – 1989. – Вып. 4. – С. 25-30.
2. Емельянова А.С., Е.И. Лупова Изменение числовых характеристик вариационных пульсограмм в результате перенесенного стресса у коров-первотелок // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2013. – № 2. – С. 52-54.
3. Емельянов Д.Г., Каюмов Р.Р., Сафиуллин Н.А. Стрессоустойчивость коров татарстанского типа холмогорской породы // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины. – 2014. – № 217. – С. 74-77.
4. Кокорина Э.П., Филиппова Л.А. Торможение рефлекса молокоотдачи и способ оценки его при машинном доении коров // Сельскохозяйственная биология. – 1979. – № 1. – С. 88-90.

5. Кокорина Э.П. Условные рефлексы и продуктивность животных. – М.: Агропромиздат, 1986. – 335 с.
6. Мещеряков В.П., Макара З.Н. Влияние вибростимуляции сосков в процессе доения на молоковыделение и кровоснабжение вымени у коров // Проблемы биологии продуктивных животных. – 2014. – № 2. – С. 41-49.
7. Мещеряков В.П., Макара З.Н. Влияние местной стимуляции β -адренорецепторов на кровоснабжение вымени у коров. // Проблемы биологии продуктивных животных. – 2016а. – № 2. – С. 32-41.
8. Мещеряков В.П., Мещеряков Д.В. Влияние полноценной преддоильной подготовки вымени коров на его кровоснабжение и показатели молоковыделения // Известия ТСХА. – 2014. – Вып. 6. – С. 90-100.
9. Мещеряков В.П. Кровоснабжение вымени и показатели молоковыделения при торможении рефлекса молокоотдачи у коров // Известия ТСХА. – 2010. – Вып. 6. – С. 125-130.
10. Мещеряков В.П., Макара З.Н. Кровоснабжение вымени у коров при стимуляции наружного семенного нерва и альфа-адренорецепторов вымени // Проблемы биологии продуктивных животных. – 2016б. – № 3. – С. 47-56.
11. Мещеряков В.П., Шевелев Н.С., Мещеряков Д.В. Молоковыделение и кровоснабжение вымени коров при стимуляции терморепрецепторов сосков в процессе доения // Проблемы биологии продуктивных животных. – 2014. – № 2. – С. 32-40.
12. Тверской Г.Б., Любин Н.А., Назаров А.В. Влияние децентрализации надпочечников у коров на торможение молокоотдачи, вызванное экзогенным окситоцином // Бюллетень ВНИИФБиП. – 1991. – Вып. 1. – С. 3-7.
13. Тверской Г.Б., Любин Н.А. Влияние децентрализации надпочечников на торможение рефлекса молокоотдачи у коров // Бюллетень ВНИИФБиП. – 1992. – Вып. 2-3. – С. 68-73.
14. Тверской Г.Б., Боков Е.В., Назаров А.В., Мещеряков В.П., Макара З.Н. Об участии α_1 -адренорецепторов в реализации тормозного влияния эфферентной иннервации вымени на процесс молокоотдачи // Бюллетень ВНИИФБиП. – 1989. – Вып. 4. – С. 19-25.
15. Тверской Г.Б., Боков Е.В., Мещеряков В.П., Макара З.Н., Назаров А.В. Об участии норадреналина и α -адренорецепторов в передаче нервных импульсов на кровеносные сосуды вымени коровы // Бюллетень ВНИИФБиП. – 1988. – Вып. 3. – С. 3-6.
16. Bernabe J., Peeters G. Studies on the motility of smooth muscles of the teats in lactating cows // J. Dairy Res. – 1980. – Vol. 47. – № 3. – P. 259-275.
17. Bruckmaier R.M., Schams D., Blum J.W. Aetiology of disturbed milk ejection in parturient primiparous cows // J. Dairy Res. – 1992. – Vol. 59. – No. 4. – P. 479-489.
18. Bruckmaier R.M., Wellnitz O., Blum J.W. Inhibition of milk ejection in cows by oxytocin receptor blockade, α -adrenergic receptor stimulation and unfamiliar surroundings // J. Dairy Res. – 1997. – Vol. 64. – P. 315-325.
19. Bruckmaier R.M., Schams D., Blum J.W. Milk removal in familiar and unfamiliar surroundings: concentration of oxytocin, prolactin, cortisol and β -endorphin // J. Dairy Res. – 1993. – Vol. 60. – P. 449-456.
20. Bruckmaier R. M., Blum J.W. Oxytocin release and milk removal in ruminant // J. Dairy Sci. – 1998. – Vol. 81. – No. 4. – P. 939-949.
21. Burvenich C., Vandeputte-Van Messom G., Roets E., Massart-Leen A-M., Peeters G. Physiological factors affecting milk production in lactating ruminants // Atti IX Congresso Nazionale ASPA Roma. – 1991. – Vol. 2. – P. 1191-1203.
22. Dhondt G., Houvenaghel A., Peeters G., Verschooten F. Influence of vasoactive hormones on blood flow through the mammary artery in lactating cows // Arch. Int. Pharmacodyn. – 1973. – Vol. 204. – P. 89-104.
23. Goodman G.T., Grosvenor C.E. Neuroendocrine control of the milk ejection reflex // J. Dairy Sci. – 1983. – Vol. 66. – No. 10. – P. 2226-2235.
24. Gorewit R.C., Aromando M.C., Bristol D.G. Measuring bovine mammary gland blood flow using a transit time ultrasonic flow probe // J. Dairy Sci. – 1989. – Vol. 72. – No. 7. – P. 1918-1928.
25. Gorewit R.C., Aromando M.C. Mechanisms involved in the adrenalin-induced blockade of milk ejection in dairy cattle // Proc. Soc. Exp. Biol. Med. – 1985. – Vol. 180. – P. 340-347.
26. Gorewit R.C., Scott N.R. Cardiovascular responses of cow given electrical current during milking // J. Dairy Sci. – 1986. – Vol. 69. – P. 1122-1127.
27. Houvenaghel A., Peeters G. Influence of vasoactive hormones and stress on blood flow through the udder of the lactating goat // Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys. – 1974. – Vol. 14. – No. 3. – P. 437-446.
28. Inderwies T., Riedl J., Kioussis E., Bruckmaier R.M. Effects of α - and β -adrenergic receptor stimulation and oxytocin receptor blockade on milking characteristics in dairy cows before and after removal of the teat sphincter // J. Dairy Res. – 2003. – Vol. 70. – P. 289-292.

29. Lefcourt A. M., Akers R.M. Endocrine responses of cows subjected to controlled voltages during milking // *J. Dairy Sci.* – 1982. – Vol. 65. – P. 2125-2130.
30. Lefcourt A.M., Akers R.M. Small increases in peripheral noradrenaline inhibit the milk-ejection response by means of peripheral mechanism // *J. Endocrin.* – 1984. – Vol. 100. – P. 337-344.
31. Macuhova J., Tancin V., Kraetzl W.D., Meyer H.H.D., Bruckmaier R.M. Inhibition of oxytocin release during repeated milking in unfamiliar surroundings: the importance of opioids and adrenal cortex sensitivity // *J. Dairy Res.* – 2002. – Vol. 69. – No. 1. – P. 63-73.
32. Tancin V., Bruckmaier R.M. Factors affecting milk ejection and removal during milking and suckling of dairy cows // *Vet. Med-Czech.* – 2001. – Vol. 46. – № 4. – P. 108-118.
33. Vandeputte-Van Messom G., Bernabe J., Burvenich C., Peeters G. Effect of prazosin on the function of the teat sphincter in lactating cows // *J. Dairy Res.* – 1984. – Vol. 51. – № 2. – P. 219-226.
34. Weiss D., Helmreich S., Mostl E., Dzidic A., Bruckmaier R.M. Coping capacity of dairy cows during the change from conventional to automatic milking // *J. Anim. Sci.* – 2004. – Vol. 82. – P. 563-570.
35. Wellnitz O., Bruckmaier R.M. Central and peripheral inhibition of milk ejection // *Livestock Production Science.* – 2001. – Vol. 70. – P. 135-140.

REFERENCES

1. Bernabe J., Peeters G. Studies on the motility of smooth muscles of the teats in lactating cows. *J. Dairy Res.* 1980, 47(3): 259-275.
2. Bokov E.V., Tverskoi G.B., Nazarov A.V., Meshcheryakov V.P., Makar Z.N. [The role of $\alpha 2$ -adrenergic receptors in the inhibition of milk ejection, caused by electrical stimulation of efferent nerve fibers in cow's udder]. *Byulleten' VNIIFBiP - Bull. Inst. Physiol. Biochem. Nutr. Farm Anim.* 1989, 4: 25-30.
3. Bruckmaier R.M., Schams D., Blum J.W. Aetiology of disturbed milk ejection in parturient primiparous cows. *J. Dairy Res.* 1992, 59(4): 479-489.
4. Bruckmaier R.M., Schams D., Blum J.W. Milk removal in familiar and unfamiliar surroundings: concentration of oxytocin, prolactin, cortisol and β -endorphin. *J. Dairy Res.* 1993, 60: 449-456.
5. Bruckmaier R.M., Wellnitz O., Blum J.W. Inhibition of milk ejection in cows by oxytocin receptor blockade, α -adrenergic receptor stimulation and unfamiliar surroundings. *J. Dairy Res.* 1997, 64: 315-325.
6. Bruckmaier R. M., Blum J.W. Oxytocin release and milk removal in ruminant. *J. Dairy Sci.* 1998, 81(4): 939-949.
7. Burvenich C., Vandeputte-Van Messom G., Roets E., Massart-Leen A-M., Peeters G. Physiological factors affecting milk production in lactating ruminants. *Atti IX Congresso Nazionale ASPA Roma.* 1991, 2: 1191-1203.
8. Dhondt G., Houvenaghel A., Peeters G., Verschooten F. Influence of vasoactive hormones on blood flow through the mammary artery in lactating cows. *Arch. Int. Pharmacodyn.* 1973 204: 89-104.
9. Emel'yanova A.S., Lupova E.I. *Uchenye zapiski Petrozavodskogo universiteta. Seriya: Estestvennye i tekhnicheskie nauki - The scientists Notes by Petrozavodsk State University. Series: Natural and Technical Sciences.* 2013, 2: 52-54.
10. Emel'yanov D.G., Kayumov R.R., Safiullin N.A. *Uchenye zapiski Kazanskoi gosudarstvennoi akademii veterinarnoi meditsiny im. N.E. Baumana - Scientific Notes of Bauman Kazan State Academy of Veterinary Medicine.* 2014, 217: 74-77.
11. Goodman G.T., Grosvenor C.E. Neuroendocrine control of the milk ejection reflex. *J. Dairy Sci.* 1983, 66(1): 2226-2235.
12. Gorewit R.C., Aromando M.C., Bristol D.G. Measuring bovine mammary gland blood flow using a transit time ultrasonic flow probe. *J. Dairy Sci.* 1989, 72(7): 1918-1928.
13. Gorewit R.C., Aromando M.C. Mechanisms involved in the adrenalin-induced blockade of milk ejection in dairy cattle. *Proc. Soc. Exp. Boil. Med.* 1985, 180: 340-347.
14. Gorewit R.C., Scott N.R. Cardiovascular responses of cow given electrical current during milking. *J. Dairy Sci.* 1986, 69: 1122-1127.
15. Houvenaghel A., Peeters G. Influence of vasoactive hormones and stress on blood flow through the udder of the lactating goat. *Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys.* 1974, 14(3): 437-446.
16. Inderwies T., Riedl J., Kiassis E., Bruckmaier R.M. Effects of α - and β -adrenergic receptor stimulation and oxytocin receptor blockade on milking characteristics in dairy cows before and after removal of the teat sphincter. *J. Dairy Res.* 2003, 70: 289-292.
17. Kokorina E.P., Filippova L.A. *Sel'skokhosaivstvennaya biologiya - Agricultural Biology.* 1979, 1: 88-90.
18. Kokorina E.P. *Uslovnye refleksy i produktivnost' zhivotnykh (Conditioned reflexes and animal productivity).* Moscow: Agropromizdat Publ., 1986, 335 p.

19. Lefcourt A. M., Akers R.M. Endocrine responses of cows subjected to controlled voltages during milking. *J. Dairy Sci.* 1982, 65: 2125-2130.
20. Lefcourt A.M., Akers R.M. Small increases in peripheral noradrenaline inhibit the milk-ejection response by means of peripheral mechanism. *J. Endocr.* 1984, 100: 337-344.
21. Macuhova J., Tancin V., Kraetzl W.D., Meyer H.H.D., Bruckmaier R.M. Inhibition of oxytocin release during repeated milking in unfamiliar surroundings: the importance of opioids and adrenal cortex sensitivity. *J. Dairy Res.* 2002, 69(1): 63-73.
22. Meshcheryakov V.P. [Blood supply to the udder and milking performance under inhibition of milk ejection reflex in cows]. *Izvestiya TSKHA – Bulletin of Timiryazev Agricultural Academy.* 2010, 6: 125-130.
23. Meshcheryakov V.P., Makar Z.N. [Effect of vibratory stimulation teats during milking on milk ejection and blood supply in the udder of cows]. *Problemy biologii productivnykh zivotnykh - Problems of Productive Animal Biology.* 2014, 2: 41-49.
24. Meshcheryakov V.P., Shevelev N.S., Meshcheryakov D.V. [Lactation and blood flow to the udder of cows at thermoreceptors nipple stimulation during milking]. *Problemy biologii productivnykh zivotnykh - Problems of Productive Animal Biology.* 2014, 2: 32-40.
25. Meshcheryakov V.P., Meshcheryakov D.V. [Effect of premilking udder preparation on its blood supply and milk ejection parameters]. *Izvestiya TSKHA – Bulletin of Timiryazev Agricultural Academy.* 2014, 6: 90-100.
26. Meshcheryakov V.P., Makar Z.N. [Influence of local stimulation of β -adrenergic receptors on the blood supply in the udder of cows]. *Problemy biologii productivnykh zivotnykh - Problems of Productive Animal Biology.* 2016, 2: 32-41.
27. Meshcheryakov V.P., Makar Z.N. *Problemy biologii productivnykh zivotnykh - Problems of Productive Animal Biology.* 2016, 3: 47-56.
28. Tancin V., Bruckmaier R.M. Factors affecting milk ejection and removal during milking and suckling of dairy cows. *Vet. Med-Czech.* 2001, 46(4): 108-118.
29. Tverskoi G.B., Lyubin N.A., Nazarov A.V. [Effect of adrenal decentralization of cows on the inhibition of milk ejection, caused by exogenous oxytocin]. *Byulleten' VNIIFBiP - Bull. Inst. Physiol. Biochem. Nutr. Farm Anim.* 1991, 1: 3-7.
30. Tverskoi G.B., Lyubin N.A. [Effect of adrenal decentralization on the inhibition of milk ejection reflex in cows]. *Byulleten' VNIIFBiP - Bull. Inst. Physiol. Biochem. Nutr. Farm Anim.* 1992, 2-3: 68-73.
31. Tverskoi G.B., Bokov E.V., Nazarov A.V., Meshcheryakov V.P., Makar Z.N. [Participation of α 1-adrenergic receptors in the implementation of the inhibitory effect of the efferent innervation of the udder in the process of milk ejection]. *Byulleten' VNIIFBiP - Bull. Inst. Physiol. Biochem. Nutr. Farm Anim.* 1989, 4: 19-25.
32. Tverskoi G.B., Bokov E.V., Meshcheryakov V.P., Makar Z.N., Nazarov A.V. [On the participation of noradrenaline and α -adrenergic receptors in neurotransmission on the udder blood vessels in cows]. *Byulleten' VNIIFBiP - Bull. Inst. Physiol. Biochem. Nutr. Farm Anim.* 1988, 3: 3-6.
33. Vandeputte-Van Messom G., Bernabe J., Burvenich C., Peeters G. Effect of prazosin on the function of the teat sphincter in lactating cows. *J. Dairy Res.* 1984, 51(2): 219-226.
34. Weiss D., Helmreich S., Mostl E., Dzidic A., Bruckmaier R.M. Coping capacity of dairy cows during the change from conventional to automatic milking. *J. Anim. Sci.* 2004, 82: 563-570.
35. Wellnitz O., Bruckmaier R.M. Central and peripheral inhibition of milk ejection. *Livest. Prod. Sci.* 2001, 70: 135-140.

Study of the mechanism of milk ejection inhibition in cows caused by disturbances in milking stereotype

¹Mescheryakov V.P., ²Makar Z.N., ¹Meshcheryakov D.V.

¹*Kaluga branch of Timiryazev State Agrarian University, Kaluga;*

²*Institute of Animal Physiology, Biochemistry and Nutrition, Borovsk, Russian Federation*

ABSTRACT. The aim was to study the blood supply to the udder and the contractile response of mioepitelium and alveoli during inhibition of milk ejection, caused by the violation of milking stereotype. The trial was performed on 5 cows of Black-and-White breed by method of periods. The cows in control period were milked by his own milkmaid and in experience period they milked by "alien" milkmaid. Registration of milk ejection was carried out using bucket meter sensors. Blood supply to the udder was assessed by electromagnetic flowmetry. To assess the dynamics of the contractile activity of mioepitelium and alveoli, 3 indicators of blood supply to the udder were determined: 1) a length of the period from the beginning of udder stimulation until the sharp increase in the mammary blood flow rate (MBF), 2) the duration of the period of increased blood supply to the udder, 3) the increase in the MBF for the milking period from baseline (average and maximum). It is found that the breach of milking stereotype leads to a shift in the dynamics of milk ejection, accompanied by activation of the sympathetic-adrenal system. At the same time, two-peak lactation curve was a more sharply manifested, and the yield of single milking and intensity of udder blood supply were reduced. Changing the stereotype milking caused an increase in the duration of the latent period of milk ejection by 20% and decrease in the duration of the period of the alveoli contractile activity by 26%. The control values of the maximum and average alveolar contraction amplitude during milking were 1.99 ± 0.13 and 1.0 ± 0.08 conv. units respectively. Violation of milking stereotype resulted in a reduction of these indicators, maximum up to 1.28 ± 0.10 , average up to 0.50 ± 0.06 conv. units ($P < 0.001$). In the experiment period, the intensity of the alveoli contraction, estimated by increase in blood supply to the udder for period of increased MBF values, was 47% ($P < 0.001$) of control. Along with lengthening of the latent period of milk ejection, in the experiment there was an increase in the length of the period of removal of the first portion of cisternal milk. This fact indicates that the action of the inhibitory factor not only increases the tone of the teat sphincter but also delays the onset of milk ejection. Changing the dynamic parameters of blood supply to the udder during braking reflex of milk ejection is seen as the result of the later and less intensive reduction of mioepitelium and contraction of the alveoli. It is found that a violation of the parameters of milk withdrawal during inhibition of milk ejection reflex is due to a decrease in the intensity of movement of the alveolar milk in the cisternal department of udder. It is assumed that under inhibition of milk ejection, there is an infringement of milk movement from the alveoli into a duct system, due to decreased contractile response of mioepitelium and alveoli, and through the system of milk ducts and teats of the udder. It is shown that the process of reducing the contractile activity of alveolar complex is due to a decrease in alveolar contraction amplitude and shortening the period of their compression and subsequent expansion.

Keywords: cows, mammary blood flow, violation of milking stereotype, inhibition of milk ejection, contractile activity of alveoli

Problemy biologii produktivnykh zhivotnykh - Problems of Productive Animal Biology, 2017, 1: 69-80

Поступило в редакцию: 03.02.2016

Получено после доработки: 24.02.2017

Мешчеряков Виктор Петрович, к.б.н., т. 8(919)036-07-59; vpmeshcheryakov@mail.ru;

Макар Зиновий Николаевич, д.б.н., в.н.с.; zinoviy.makar@mail.ru;

Мешчеряков Дмитрий Викторович, соиск.; kfmsxa@kaluga.ru

+