

УДК 636.2:612.664:637.115

**ПАРАМЕТРЫ МОЛОКОВЫВЕДЕНИЯ
У БЫСТРО- И МЕДЛЕННО ВЫДАИВАЕМЫХ КОРОВ**¹Мещеряков В.П., ²Макар З.Н., ¹Мещеряков Д.В., ¹Пимкина Т.Н.¹Калужский филиал РГАУ-МСХА, Калуга, Российская Федерация; ²ВНИИ физиологии, биохимии и питания животных, Боровск, Российская Федерация

Цель исследования – комплексная оценка параметров молоковыведения у быстро- и медленно выдаиваемых коров при равной величине разового удоя. Доение осуществляли серийным доильным аппаратом. Запись процесса молоковыведения проводили с помощью ковшового счетчика-датчика. По регистрируемой кривой, а также расчётным путем определяли параметры молоковыведения. По скорости выведения молока за первые две минуты доения были выделены быстро- и медленно выдаиваемые коровы. Выявлены индивидуальные особенности коров по параметрам и динамике выведения молока. У быстро выдаиваемых коров по сравнению с медленно выдаиваемыми выявлен более короткий ($P<0,001$) период выведения цистернальной порции молока и более высокий ($P<0,001$) показатель удоя за первые минуты доения. У быстро выдаиваемых коров средняя интенсивность выведения молока превышала аналогичные показатели у медленно выдаиваемых на 15% ($P<0,05$), максимальная интенсивность выведения – на 19% ($P<0,001$). Задержка и низкая интенсивность молоковыведения у медленно выдаиваемых коров привели к увеличению продолжительности периодов: всего доения на 20% ($P<0,05$), машинного доения на 26% ($P<0,001$), достижения максимальной интенсивности молоковыведения на 40% ($P<0,001$). Для медленно выдаиваемых коров характерна задержка выведения молока и более низкая интенсивность выведения по сравнению с быстро выдаиваемыми. Более длительный период выведения первой порции цистернального молока и пониженная интенсивность молоковыведения у медленно выдаиваемых коров приводят к удлинению общей продолжительности доения. Динамика молоковыведения у быстро выдаиваемых коров описывается одновершинной кривой с выраженным периодом машинного доения у некоторых коров. Наличие двухвершинной кривой выведения молока, свидетельствующей о раздельном выведении цистернальной и альвеолярной фракций молока, характерно только для медленно выдаиваемых коров. Причиной появления двухвершинной кривой у медленно выдаиваемых коров является низкая интенсивность выведения молока и наличие длительного латентного периода молокоотдачи. Предполагается, что индивидуальная интенсивность молоковыведения обусловлена тонусом симпатической нервной системы молочной железы. У медленно выдаиваемых коров тонус сфинктера соска повышен по сравнению с быстро выдаиваемыми. Пониженный тонус молочной железы у быстро выдаиваемых коров приводит к более эффективному раскрытию канала соска и обеспечивает наибольшую скорость выведения молока при доении. Индивидуальные особенности динамики молоковыведения у быстро- и медленно выдаиваемых коров могут быть также обусловлены различной скоростью перемещения молока из альвеол в нижележащий отдел вымени.

Ключевые слова: коровы, машинное доение, динамика выведения молока, интенсивность молокоотдачи, тонус сфинктера соска

Проблемы биологии продуктивных животных, 2017, 3: 26-36

Введение

Процесс выведения молока при доении можно регистрировать; параметры этого процесса используются для оценки интенсивности молокоотдачи у коров (Кокорина, 1986; Naumann et al., 1998), племенных качеств (Göft et al., 1994), предрасположенности к заболеваниям вымени (Göft et al., 1994; Naumann et al., 1998). Особенности выведения молока важны для определения режима работы доильного аппарата (Доровских др., 2014; Любимов, 2016) и используются для стандовой оценки интенсивности молокоотдачи (Герасименко, Поздняков, 2013). Исследованы параметры молоковыведения у коров разных ферм и пород (Göft et al., 1994; Bruckmaier et al., 1995; Naumann et al., 1998; Sandrucci et al., 2007). Установлено изменение параметров молоковыведения у коров в зависимости от возраста (Göft et al., 1994; Naumann et al., 1998; Tancin et al., 2003, 2006; Sandrucci et al., 2007), стадии лактации (Naumann et al., 1998; Bruckmaier et al., 1995; Tancin et al., 2003, 2006). Выявлено влияние преддоильной подготовки на форму кривой молоковыведения (Mayer et al., 1984; Bruckmaier et al., 1995; Bruckmaier, Blum, 1996; Sandrucci et al., 2007; Salamon et al., 2011).

На интенсивность молоковыведения оказывают влияние индивидуальные особенности коров (Кокорина, 1986; Naumann et al., 1998; Tancin et al., 2006). Показано, что тип стрессоустойчивости первотелок влияет на их удои (Емельянов и др., 2014; Ламонов, Погодаев, 2004) и характер лактационной кривой (Емельянов и др., 2014). Установлена доля влияния типа стрессоустойчивости коров на удои и параметры молокоотдачи (Комарова и др., 2015).

В зависимости от индивидуальных особенностей были выделены легко- и тугодойные (Доровских и др., 2012, 2014), быстро- и медленно выдаиваемые коровы (Мещеряков, 2013а,б; Шевелев, Мещеряков, 2008), а также коровы с низкой, средней и высокой способностью к молокоотдаче (Tancin et al., 2003, 2006; Sandrucci et al., 2007). У коров в процессе регистрации установлено четыре (Lefcourt, Akers, 1984) и пять (Roets et al., 1986) типов кривых молоковыведения. Исследованы отдельные параметры молоковыведения у туго- и легкодойных (Доровских и др., 2012, 2014), а также быстро- и медленно выдаиваемых коров (Мещеряков, 2011; Мещеряков, 2013а,б; Мещеряков 2016; Шевелев, Мещеряков, 2008) и предложена количественная оценка параметра тугодойности (Доровских и др., 2012). Установлены высокие повторяемость (Roets et al., 1986; Göft et al., 1994; Tancin et al., 2003) и наследуемость (Göft et al., 1994; Каюмов, 2013; Наумов, 2017) параметров молоковыведения.

Показано, что доение без предварительной стимуляции вымени приводит к появлению двухвершинной кривой молоковыведения (Sagi et al., 1980; Gof et al., 1991; Mayer et al., 1984; Bruckmaier et al., 1995; Bruckmaier, Blum, 1996; Tancin et al., 2006, 2007), в которой первый пик является следствием выведения цистернального молока, второй – альвеолярного. Изучены параметры, характеризующие особенности первого пика молоковыведения и предложены критерии для автоматического распознавания и классификации двухвершинных кривых (Gof et al., 1991).

Механизм появления двухвершинной кривой не ясен. По мнению Э.П. Кокориной (1986), характер кривой молоковыведения в первую минуту доения зависит от влияния условнорефлекторных компонентов рефлекса молокоотдачи. В работе (Lefcourt, Akers, 1984) указывается, что форма кривой молоковыведения зависит от величины удоя. На форму кривой в начале доения может оказывать влияние степень заполненности вымени молоком (Salamon et al., 2011). Некоторые авторы наличие второго пика объясняют задержкой молокоотдачи после удаления цистернальной фракции (Mayer et al., 1984; Bruckmaier, Blum, 1996). Наличие двухвершинной кривой считается критерием полноценности преддоильной подготовки (Sagi et al., 1980; Gof et al., 1991; Mayer et al., 1984; Bruckmaier et al., 1995). Параметры молоковыведения изучены у коров, имеющих различную продуктивность (Tancin et al., 2003; Sandrucci et al., 2007). Показано, что величина удоя оказывает влияние на параметры молоковыведения.

Целью данной работы было исследование динамики молоковыведения у быстро- и медленно выдаиваемых коров при одном уровне продуктивности (величине разового удоя).

Материал и методы

Исследование проведено на 10 коровах чёрно-пёстрой породы 2-5-го отелов в первую половину лактации. Доеение осуществляли серийным доильным аппаратом. Перед началом доения в течение десяти секунд проводили гигиеническую обработку сосков, после которой сразу подключали доильный аппарат. Запись процесса молоковыведения у каждой коровы в течение 5 доений осуществляли с помощью ковшового счетчика-датчика. По кривой молоковыведения, а также расчетным путем определяли показатели молоковыведения (табл. 1).

Таблица 1. *Параметры, характеризующие процесс молоковыведения*

Параметр	Ед. измер.	Характеристика параметра
Разовый удой половины вымени	кг	Количество молока, полученное за доение
Машинный додой	кг	Количество молока, полученное за период машинного додаивания
Максимальная интенсивность молоковыведения	кг/мин	Количество молока за минуту максимальной интенсивности молоковыведения
Средняя интенсивность молоковыведения	кг/мин	Среднее количество молока за минуту доения
Выдоенность за первые две минуты доения	%	Количество молока за первые две минуты доения в % от величины разового удоя
Латентный период выведения первой порции молока	сек.	Период от начала доения до выведения первых 100 г молока
Общая продолжительность доения	сек.	Продолжительность периода от момента надевания последнего доильного стакана до окончания доения
Продолжительность машинного доения	сек.	Продолжительность периода от начала доения до момента, когда скорость потока молока составляла 400 г/мин
Продолжительность машинного додаивания	сек.	Продолжительность периода от момента, когда скорость потока молока составляла 400 г/мин до окончания доения

Для характеристики динамики молоковыведения определяли количество выдоенного молока за 30-сек. интервалы времени. По показателю выдоенности за первые две минуты доения исследуемые коровы были разделены на две группы: быстро выдаиваемые (I, 5 коров) и медленно выдаиваемые (II, 5 коров). У быстро выдаиваемых коров выдоенность за первые две минуты доения превышала 60%.

Результаты и обсуждение

Быстро- и медленно выдаиваемые коровы не имели достоверных различий по величине разового удоя (табл. 2), поэтому их параметры молоковыведения зависели в основном от индивидуальных особенностей. У медленно выдаиваемых коров (II) по сравнению с быстро выдаиваемыми (I) установлены более длительный период выведения первой порции цитерального молока и пониженная интенсивность молоковыведения. Во второй группе интенсивность молоковыведения составила: средняя 86,9 и максимальная 84,2 % от соответствующего показателя коров первой группы. У коров первой группы показатель выдоенности за первые две минуты доения варьировал от 69,6 до 92,1%, то у коров второй группы – от 36,2 до 59,5%.

У коров второй группы по сравнению с первой наблюдалось увеличение продолжительности периодов: всего доения – на 20%, машинного доения на 26%, достижения максимальной интенсивности молоковыведения на 40%. У медленно выдаиваемых коров отмечена тенденция к увеличению периода машинного додаивания и количества молока, полученного за этот период. Установлено различное соотношение количества молока, полученного за периоды машинного доения и додаивания в зависимости от индивидуальных особенностей. У быстро выдаиваемых коров доля машинного додая составила 8,3% от величины разового удоя, а у медленно выдаиваемых коров она составила 10,2%. В то же время у медленно выдаиваемых коров в сравнении с быстро выдаиваемыми не установлено увеличение доли периода машинного додаивания в общей продолжительности доения.

Таблица 2. Параметры молоковыведения у быстро- и медленно выдаиваемых коров (M±m, n=5)

Показатели	Группы	
	I	II
Разовый удой половины вымени, кг	2,99±0,14	3,06±0,07
Машинный додой, кг	0,50±0,04	0,62±0,05
Интенсивность молоковыведения, кг/мин	средняя	1,45±0,08
	максимальная	2,59±0,10
Выдоенность за первые две минуты доения, %	78,3±1,9	52,2±1,8***
Латентный период выведения первой порции молока, сек.	9±1	14±1***
Продолжительность, сек.	доения (общая)	251±8
	машинного доения	180±7
	машинного додаивания	71±3
	достижения максимальной интенсивности молоковыведения	72±3
		301±19*
		226±5***
		75±5
		101±4***

Примечание: здесь и далее в таблицах: *P<0,05; **P<0,01; ***P<0,001 по t-критерию при сравнении с I группой.

Индивидуальные особенности коров оказали влияние на динамику молоковыведения (рис. 1). У быстро выдаиваемых коров скорость молоковыведения интенсивно нарастала до 90-й, и также интенсивно снижалась до 180-й сек. доения. У медленно выдаиваемых коров сравнительно высокая скорость нарастания интенсивности молоковыведения, обусловленная выведением цистернальной фракции молока, наблюдалась в первые 30 сек. доения. В следующей 30-сек. интервал произошло замедление скорости молоковыведения вследствие задержки альвеолярной молокоотдачи.

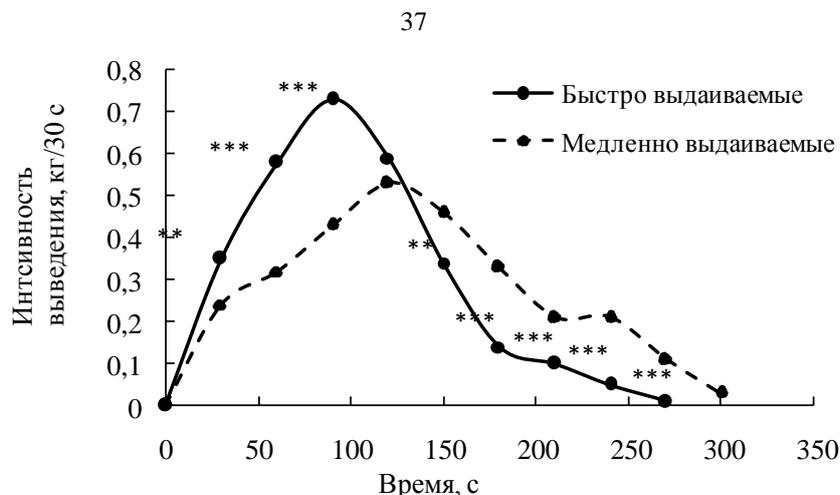


Рис. 1. Динамика выведения молока у быстро- и медленно выдаиваемых коров; 0 - начало доения (средние значения по 25 измерениям).

Максимальная интенсивность выведения молока у медленно выдаиваемых коров отмечена на 120-й сек. от начала доения и по величине уступала соответствующему показателю у быстро выдаиваемых коров. В период со 180-й сек. у быстро- и 210-й – у медленно выдаиваемых коров наблюдалось изменение скорости молоковыведения, вызванное проведением машинного додаивания. У медленно выдаиваемых коров изменение динамики выведения молока в период додаивания было более выражено.

В группе быстро выдаиваемых (рис. 2) у трех коров динамика молоковыведения представляла одновершинную кривую с резко выраженным пиком интенсивности молоковыведения и коротким периодом машинного додаивания (корова № 2). У двух коров наблюдался бо-

лее продолжительный, но менее интенсивный период максимальной интенсивности молоко-выведения и отмечен выраженный период додаивания, когда в один из 30 с интервалов выявлено увеличение интенсивности молоковыведения. Указанная кривая (корова №1) наблюдалась в 32% случаев из всего количества по группе.

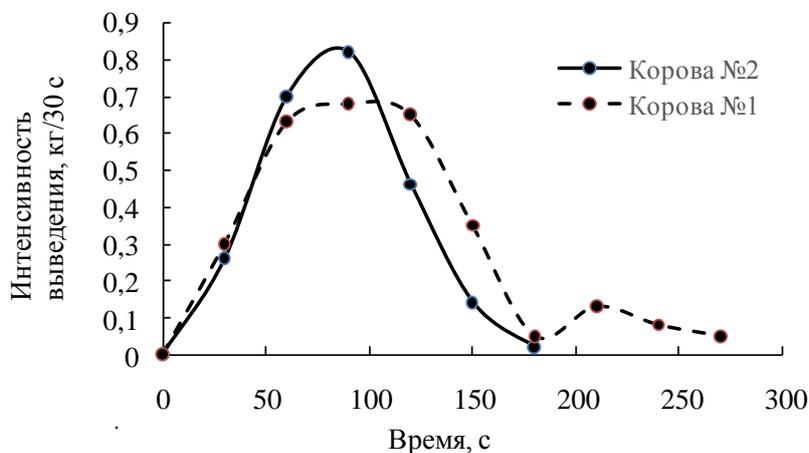


Рис. 2. Динамика выведения молока у быстро выдаиваемых коров. 0 – начало доения.

В группе медленно выдаиваемых (рис. 3) у трех коров отмечена одновершинная кривая молоковыведения с выраженным периодом машинного додаивания (корова №12).

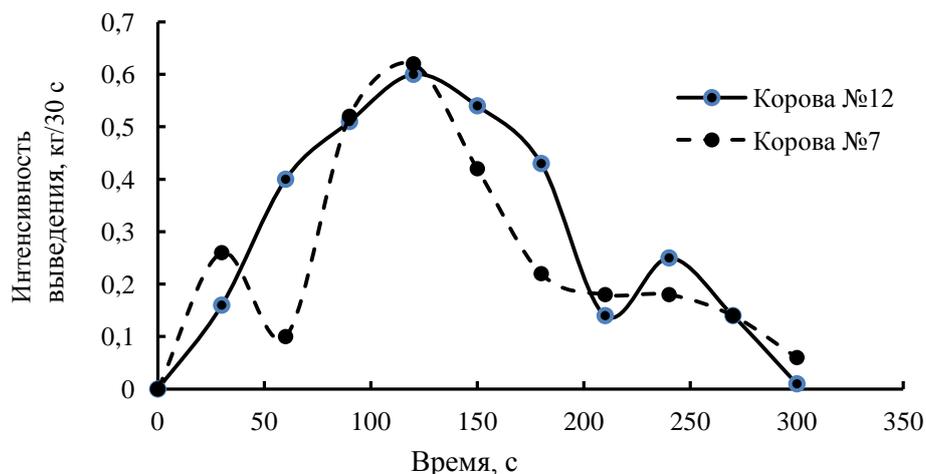


Рис. 3. Динамика выведения молока у медленно выдаиваемых коров; 0 – начало доения.

У двух коров зафиксировано раздельное выведение цистернальной и альвеолярной порций молока. В течение первой минуты доения у коровы № 7 выводилось все цистернальное молоко, но альвеолярная молокоотдача еще не наступала. Поэтому в период 30-60 сек. показано снижение скорости выведения молока. Резкое нарастание интенсивности молоковыведения в период 60-90 сек. свидетельствует о наступлении молокоотдачи – перемещении молока из альвеол в цистернальный отдел вымени. Четкая граница между цистернальной и альвеолярной порциями отмечена в 30% случаев от всего количества доений в группе. В 13% случаев у медленно выдаиваемых коров отмечена трехвершинная кривая, в которой были выражены пики выведения цистернальной и альвеолярной фракций и молока машинного додая.

Полученные нами данные согласуются с параметрами молоковыведения коров трех типов, различающихся по величине максимальной интенсивности молоковыведения (Tancin et al., 2003, 2006; Sandrucci et al., 2007). Было показано, что с увеличением максимальной интенсивности молоковыведения повышается средняя интенсивность молоковыведения (Sandrucci et al., 2007), снижается продолжительность доения из всего вымени (Tancin et al., 2006; Sandrucci et al., 2007). Кроме того, при регистрации у коров выведения молока из каждой четверти установлено, что с увеличением максимальной интенсивности молоковыведения снижаются продолжительность молоковыведения, интервал достижения максимальной интенсивности молоковыведения и увеличивается средняя интенсивность молоковыведения (Tancin et al., 2003). В работе (Roets et al., 1986) у быстро выдаиваемых первотелок установлены самые короткие периоды доения (1,8-3,0 мин.) и достижения максимальной интенсивности выведения молока (1-я мин. доения), а также наибольшие величины максимальной и средней интенсивности молоковыведения. В этой же работе у медленно выдаиваемых первотелок продолжительность доения составила 7-10 мин, а величины максимальной и средней интенсивности молоковыведения колебались от 0,8 до 1,6 кг/мин. Не установлено изменения продолжительности периода додаивания у коров с различной максимальной интенсивностью молоковыведения (Tancin et al., 2006). В тоже время авторы установили снижение периода додаивания по мере повышения максимальной интенсивности молоковыведения на уровне четверти вымени.

Доля коров с выраженной вершиной выведения цистернального молока в нашей работе близка к данным работы (Sandrucci et al., 2007), в которой у 35,1% коров наблюдалась двухвершинная кривая молоковыведения. В ряде исследований при доении коров в условиях неполноценной подготовки вымени зафиксировано большее количество случаев двухвершинных кривых: 82% (Sagi et al., 1980), 57% (Goft et al., 1991), 65-75% (Bruckmaier et al., 1995), 63% (Salamon et al., 2011). В одной из работ (Roets et al., 1986) у коров выявлены только одновершинные кривые молоковыведения. Однако доению предшествовала преддоильная подготовка продолжительностью более 30 сек.. В нашей работе у медленно выдаиваемых коров зафиксирован отчетливый период машинного додаивания. Ранее у коров, имеющих четко выраженную кривую выведения цистернального молока, также отмечен заметный подъем интенсивности молоковыведения в период додаивания (Mayer et al., 1984; Lefcourt, Akers, 1984). Результаты, полученные нами, отличаются от данных работ (Bruckmaier et al., 1995; Sandrucci et al., 2007), в которых у коров с высокой максимальной интенсивностью молоковыведения наблюдалось большее число случаев двухвершинных кривых молоковыведения по сравнению с коровами с низкой интенсивностью молоковыведения.

По мнению (Lefcourt, Akers, 1984) форма кривой молоковыведения зависит от величины удоя. Авторы выявили наличие двухвершинных кривых молоковыведения только у коров со средней продуктивностью и предположили, что отсутствие первого пика объясняется небольшим количеством цистернального молока у низкоудойных коров и совмещением двух пиков за счет значительного количества цистернального молока у высокопродуктивных. Позднее показано, что наличие двухвершинных кривых не зависит от количества цистернального молока, а продолжительность выведения цистернального молока взаимосвязана с интенсивностью молоковыведения (Bruckmaier, et al., 1995).

В нашей работе кривые с выраженными вершинами выведения цистернального и альвеолярного молока были зафиксированы только у медленно выдаиваемых коров. Ранее нами выявлена тесная зависимость между продолжительностью выведения первой порции цистернального молока и длительностью латентного периода молокоотдачи и установлена зависимость указанных периодов от индивидуальных особенностей коров (Мещеряков, 2011). Короткие периоды выведения цистернальной порции и латентного периода молокоотдачи нами были отмечены у быстро выдаиваемых коров. Самыми продолжительными данные периоды оказались у медленно выдаиваемых коров. Указанные факты свидетельствуют о том, что наличие двухвершинной кривой молоковыведения у коров обусловлено их индивидуальными особенностями и зависит от длительности латентного периода молокоотдачи. У быстровыдаиваемых коров

ваемых коров за короткий латентный период не все цистернальное молоко выводится из вымени, а быстро наступающая молокоотдача предотвращает появление разрыва кривой между порциями молока. У медленно выдаиваемых коров длительный латентный период молокоотдачи способствует появлению после выведения цистернальной фракции периода снижения интенсивности молоковыведения. Чем длительнее будет латентный период молокоотдачи, тем более выраженной будет граница между цистернальной и альвеолярной фракциями молока.

Известно, что у коров регуляция рефлекса молокоотдачи осуществляется с помощью окситоцина и симпатической нервной системы. Окситоцин воздействует на миоэпителиальные клетки альвеол и мелких молочных протоков, вызывая перемещение молока в нижележащий отдел вымени. Симпатическая нервная система не имеет прямого влияния на миоэпителиальные клетки, но регулирует процесс перемещения молока по системе молочных протоков и выведения его через сосок. Регуляция скорости перемещения молока в молочной железе осуществляется путем воздействия на α - и β -адренорецепторы его гладкомышечных элементов. Интенсивность молоковыведения снижается при стимуляции α -адренорецепторов вымени и увеличивается при стимуляции β -адренорецепторов. Увеличение скорости молоковыведения при стимуляции β -адренорецепторов молочной железы вызвано релаксацией гладкой мускулатуры соска и его сфинктера.

Считается, что тонус сфинктера и гладких мышц соска регулируется симпатической нервной системой и влияет на интенсивность молоковыведения. Критерием функционального состояния сфинктера соска и изменения тонуса симпатической нервной системы может являться один из параметров молоковыведения – период выведения первой порции цистернального молока. В нашей работе у медленно выдаиваемых коров установлено увеличение ($P < 0,001$) периода выведения первой порции молока по сравнению с быстро выдаиваемыми коровами. Данный факт свидетельствует о том, что тонус сфинктера соска, а значит и симпатической нервной системы у медленно выдаиваемых коров повышен по сравнению с быстро выдаиваемыми. При одинаковом удое коров исследуемых групп исходный симпатический тонус молочной железы, а значит, и функциональное состояние соска, и его сфинктера будет зависеть не от уровня наполнения вымени, а от индивидуальных особенностей коров. У быстро выдаиваемых коров пониженный симпатический тонус молочной железы приводит к более эффективному раскрытию канала соска и обеспечивает наибольшую скорость выведения молока при доении. Повышенный тонус сфинктера и гладких мышц соска у медленно выдаиваемых коров не обеспечивает должного раскрытия канала соска. По этой причине скорость выведения молока ниже, чем у быстро выдаиваемых. Различная скорость выведения молока, обусловленная индивидуальными особенностями коров, оказывает влияние на другие параметры молоковыведения. Со снижением интенсивности молоковыведения увеличивается продолжительность доения и уменьшается величина средней интенсивности молоковыведения. Указанные изменения сказываются на динамике молоковыведения.

На участие соска в регуляции скорости выведения молока указывает ряд авторов (Bruckmaier et al., 1995; Roets et al., 1986; Weiss et al., 2004). В работе (Roets et al., 1986) установлено, что скорость молоковыведения зависит от концентрации адренорецепторов в соске. Авторами показано, что у быстро выдаиваемых коров высокая интенсивность молоковыведения связана с низкой концентрацией β -адренорецепторов и высокой концентрацией α -адренорецепторов в тканях соска. Медленно выдаиваемые коровы имеют высокую плотность β -адренорецепторов.

Индивидуальная интенсивность молоковыведения у быстро- и медленно выдаиваемых коров может быть обусловлена особенностями перемещения молока из альвеол в более крупные протоки и цистернальный отдел. У коров в зависимости от индивидуальных особенностей возможна различная скорость и концентрация выхода окситоцина из нейрогипофиза и взаимодействия его с рецепторами миоэпителиальных клеток. На возможную задержку выхода окситоцина в кровь у медленно выдаиваемых коров указывают индивидуальные различия в длительности латентного периода молокоотдачи (Мещеряков, 2011). Повышение скорости

выхода окситоцина в кровь у коров, выдаиваемых после одномоментной преддоильной подготовки вымени (Mauger et al., 1984), свидетельствует о том, что окситоцин ответственен за оптимальную интенсивность молоковыведения. Показано, что динамика увеличения концентрации окситоцина в плазме крови у коров довольно близка соответствует форме кривой молоковыведения (Sagi et al., 1980).

Таким образом, результаты эксперимента свидетельствуют о том, что параметры молоковыведения у коров обусловлены их индивидуальными особенностями. Для медленно выдаиваемых коров, по сравнению с быстро выдаиваемыми, характерны задержка молоковыведения и более низкая его интенсивность при выдаивании. Более длительный период выведения первой порции цистернального молока и пониженная интенсивность молоковыведения у медленно выдаиваемых коров приводят к снижению показателя выдоенности за первые две минуты доения и удлинению временных параметров молоковыведения.

Индивидуальные особенности коров оказывают влияние на динамику молоковыведения. Кривая молоковыведения быстро выдаиваемых коров представляет одновершинную кривую с выраженным периодом машинного додаивания у некоторых коров. Наличие двухвершинной кривой молоковыведения, свидетельствующей о раздельном выведении цистернальной и альвеолярной фракций молока, характерно только для медленно выдаиваемых коров. Причиной появления двухвершинной кривой у медленно выдаиваемых коров является низкая интенсивность молоковыведения и наличия длительного латентного периода молокоотдачи. Предполагается, что индивидуальная интенсивность молоковыведения обусловлена тонусом симпатической нервной системы молочной железы. У медленно выдаиваемых коров тонус сфинктера соска повышен по сравнению с быстро выдаиваемыми. Пониженный тонус молочной железы у быстро выдаиваемых коров приводит к более эффективному раскрытию канала соска и обеспечивает наибольшую скорость выведения молока при доении. Индивидуальная интенсивность молоковыведения у быстро- и медленно выдаиваемых коров может быть также обусловлена различной скоростью перемещения молока из альвеол в более крупные протоки и цистернальный отдел.

ЛИТЕРАТУРА

1. Герасименко И.В., Поздняков В.Д. Результаты лабораторных исследований имитационных блоков стенда для испытания доильных аппаратов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2013. – Т. 39. – № 1. – С. 39-42.
2. Доровских В.И., Доровских Д.В., Аткешов А.О. Пути повышения эффективности функционирования средств механизации на семейных молочных фермах // Вестник ВНИИМЖ. – 2012. – Т. 6. – № 2. – С. 47-51.
3. Доровских В.И., Доровских Д.В., Аткешов А.О. Результаты исследования влияния режимов доения на процесс молоковыведения у коров // Наука в центральной России. – 2014. – Т. 9. – № 3. – С. 59-64.
4. Емельянов Д.Г., Каюмов Р.Р., Сафиуллин Н.А. Лактационные кривые коров различных типов стрессоустойчивости // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины имени Н. Э. Баумана. – 2014. – № 3. – С. 148 -152.
5. Каюмов Р.Р. Наследуемость технологических признаков у молочного скота // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины имени Н. Э. Баумана. – 2013. – Т. 216. – 173 -176.
6. Кокорина Э.П. Условные рефлексы и продуктивность животных. – М.: Агропромиздат, 1986. – 335 с.
7. Комарова Н.К., Косилов В.И., Востриков Н.И. Влияние лазерного излучения на молочную продуктивность коров различного типа стрессоустойчивости // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2015. – Т. 53. – № 3. – С. 132 -134.
8. Ламонов С.А., Погодаев С.Ф. Продуктивность коров разных типов стрессоустойчивости // Зоотехния. – 2004. – № 9. – С. 26-27.
9. Любимов В.Е. Физиологические проблемы адаптации лактирующих коров к машинному доению // Инновации в сельском хозяйстве. – 2016. – Т. 19. – № 4. – С. 88-97.
10. Мещеряков В.П. Взаимосвязь латентного периода молокоотдачи и объемной скорости кровотока в вымени у коров // Известия ТСХА. – 2011. – № 2. – С. 153-160.

11. Мещеряков В.П. Кровоснабжение вымени коров в зависимости от индивидуальной интенсивности молокоотдачи // Известия ТСХА. – 2013а. – № 5. – С. 115-124.
12. Мещеряков В.П. Кровоснабжение вымени у медленновыдаиваемых коров при выведении цистернальной и альвеолярной фракций молока // Известия ТСХА. – 2013б. – № 3. – С. 89-101.
13. Мещеряков В.П. Физиологические аспекты эффективного доения коров. – Калуга: Эйдос, 2016. – 28 с.
14. Наумов М.К. Наследуемость формы вымени у коров черно-пестрой породы // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2017. – Т. 64. – № 2. – С. 150-153.
15. Шевелев Н.С., Мещеряков В.П. Сопряженность динамики молоковыведения и кровоснабжения вымени коров в процессе выдаивания // Сельскохозяйственная биология. – 2008. – № 4. – С. 80-85.
16. Bruckmaier R.M., Rothenanger E., Blum J.W. Milking characteristics in dairy cows of different breeds from different farms and during the course of lactation // *J. Anim. Breed. Genet.* – 1995. – Vol. 112. – No. 4. – P. 293-302.
17. Bruckmaier R.M., Blum J. W. Simultaneous recording of oxytocin release, milk ejection and milk flow during milking of dairy cows with and without prestimulation // *J. Dairy Res.* – 1996. – Vol. 63. – No. 2. – P. 201-208.
18. Göft H., Duda J., Dethlefsen A., Worstorff H. Untersuchungen zur züchterischen Verwendung der Melkbarkeit beim Rind unter Berücksichtigung von Milchflußkurven // *Zuchtungskunde.* – 1994. – Vol. 66. – No 1. – S. 23-37.
19. Göft H., Worstorff H., Prediger A. Zur Analyse von Anstiegsunterbrechungen und Erfassung bimodaler Verlaufsformen bei Milchflusurven von Kühen // *Milchwissenschaft.* – 1991. – Vol. 46. – No. 3. – S. 161-165.
20. 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.
21. Mayer H., Schams D., Worstorff H., Prokopp A. Secretion of oxytocin and milk removal as affected by milking cows with and without manual stimulation // *J. Endocrin.* – 1984. – Vol. 103. – P. 355-361.
22. Naumann I., Fahr R. D., Von Lengerken G. Zusammenhang zwischen dem Gehalt an somatischen Zellen in der Milch und ausgewählten Parametern der Milchflußkurve bei Kühen // *Archiv für Tierzucht* – 1998. – Vol. 41. – No. 3. – S. 237-250.
23. Roets E., Vandeputte-Van Messom G., Peeters G. Relationship between milkability and adrenoceptor concentration in teat tissue in primiparous cows // *J. Dairy Sci.* – 1986. – Vol. 69. – No. 12. – P. 3120-3130.
24. Sagi R., Gorewit R. C., Merrill W. G., Wilson D. B. Premilking stimulation effects on milking performance and oxytocin and prolactin release in cows // *J. Dairy Sci.* – 1980. – Vol. 63. – No. 5. – P. 800-806.
25. Salamon D., Matokovic I., Batinic V., Dzidic A. The effect of prestimulation on milking characteristics in Simmental, Holstein-Friesian and Brown swiss cow breed // *Agriculturae Conspectus Scientificus.* – 2011. – Vol. 76. – No. 4. – P. 317-320.
26. Sandrucci A., Tamburini A., Bava L., Zucali M. Factors Affecting Milk Flow Traits in Dairy Cows: Results of a Field Study // *J. Dairy Sci.* – 2007. – Vol. 90. – No. 3. – P. 1159-1167.
27. Tancin V., Uhrincat M., Macuhova L., Bruckmaier R.M. Effects of pre-stimulation on milk flow pattern and distribution of milk constituents at a quarter level // *Czech J. Anim. Sci.* – 2007. – Vol. 52. – No. 5. – P. 117-121.
28. Tancin V., Ipema B., Hogewerf P., Macuhova J. Sources of Variation in Milk Flow Characteristics at Udder and Quarter Levels // *J. Dairy Sci.* – 2006. – Vol. 89. – No. 3. – P. 978-988.
29. Tancin V., Ipema B., Peskovicova D., Hogewerf P. H., Macuhova J. Quarter milk flow patterns in dairy cows: factors involved and repeatability // *Veterinarni Medicina.* – 2003. – Vol. 48. – No.10. – P. 275-282.
30. Weiss D., Weinfurter M., Bruckmaier R.M. Teat Anatomy and its relationship with quarter and udder milk flow characteristics in dairy cows // *J. Dairy Sci.* – 2004. – Vol. 87. – No. 10. – P. 3280-3289.

REFERENCES

1. Bruckmaier R.M., Rothenanger E., Blum J.W. Milking characteristics in dairy cows of different breeds from different farms and during the course of lactation. *J. Anim. Breed. Genet.* 1995, 112(4): 293-302.
2. Bruckmaier R.M., Blum J. W. Simultaneous recording of oxytocin release, milk ejection and milk flow during milking of dairy cows with and without prestimulation. *J. Dairy Res.* 1996, 63(2): 201-208.
3. Dorovskikh V.I., Dorovskikh D.V., Atkeshov A.O. *Vestnik VNIIMZh - Bull. Inst. Livest. Mechaniz.* 2012, 6(2): 47-51.
4. Dorovskikh V.I., Dorovskikh D.V., Atkeshov A.O. [Results of the study of the influence of milking regimes on the process of lactation in cows]. *Nauka v tsentral'noi Rossii - Science in Central Russia.* 2014, 9(3): 59-64.
5. Emel'yanov D.G., Kayumov R.R., Safiullin N.A. [Lactational curves in cows of different types of stress resistance]. *Uchenye zapiski Kazanskoi gosudarstvennoi akademii veterinarnoi meditsiny im. N.E. Bauman - Scientific Notes of Bauman Kazan State Academy of Veterinary Medicine.* 2014, 3: 148-152.

6. Gerasimenko I.V., Pozdnyakov V.D. *Izvestiya OGAU - Reports of Orenburg State Agrarian University*. 2013, 39(1): 39-42.
7. Göft H., Duda J., Dethlefsen A., Worstorff H. Untersuchungen zur züchterischen Verwendung der Melkbarkeit beim Rind unter Berücksichtigung von Milchflußkurven. *Zuchtungskunde*. 1994, 66(1): 23-37.
8. Göft H., Worstorff H., Prediger A. Zur Analyse von Anstiegsunterbrechungen und Erfassung bimodaler Verlaufsformen bei Milchflusurven von Kühen. *Milchwissenschaft*. 1991, 46(3): 161-165.
9. Kayumov R.R. [Heritability of technological features in dairy cattle]. *Uchenye zapiski Kazanskoi gosudarstvennoi akademii veterinarnoi meditsiny im. N.E. Baumana - Scientific Notes of Bauman Kazan State Academy of Veterinary Medicine*. 2013, 216: 173-176.
10. Kokorina E.P. *Uslovnyye refleksy i produktivnost' zhivotnykh* (Conditional reflexes and productivity of animals). Moscow: Agropromizdat Publ., 1986, 335 p.
11. Komarova N.K., Kosilov V.I., Vostrikov N.I. [Influence of laser radiation on milk productivity of cows of various types of stress resistance]. *Izvestiya OGAU - Reports of Orenburg State Agrarian University*. 2015, 53(3): 132-134.
12. Lamonov S.A., Pogodaev S.F. *Zootekhnika - Zootechnics*. 2004, 9: 26-27.
13. Lefcourt A. M., Akers R. M. Small increases in peripheral noradrenaline inhibit the milk-ejection response by means of peripheral mechanism. *J. Endocrin.* 1984, 100: 337-344.
14. Lyubimov V.E. [Physiological problems of adapting lactating cows to machine milking]. *Innovatsii v sel'skom khozyaistve - Innovations in Agriculture*. 2016, 19(4): 88-97.
15. Mayer H., Schams D., Worstorff H., Prokopp A. Secretion of oxytocin and milk removal as affected by milking cows with and without manual stimulation. *J. Endocrin.* 1984, 103: 355-361.
16. Meshcheryakov V.P. [Interrelation of latent period of milk yield and volume blood flow in the udder in cows]. *Izvestiya TSKhA - Proc. TSKhA*, 2011, 2: 153-160.
17. Meshcheryakov V.P. [Blood supply of cows udder depending on the individual milk flow intensity]. *Izvestiya TSKhA - Proc. TSKhA*. 2013, 5: 115-124.
18. Meshcheryakov V.P. [Blood supply to the udder from slowly milked cows when removing the cisternal and alveolar fractions of milk]. *Izvestiya TSKhA - Proc. TSKhA*. 2013, 3: 89-101.
19. Meshcheryakov V.P. *Fiziologicheskie aspekty effektivnogo doeniya korov* (Physiological aspects of effective milking of cows). Kaluga: Eidos Publ., 2016, 28 p.
20. Naumov M.K. [Heritability of the udder form in Black-and-White cows]. *Izvestiya Orenburgskogo GAU - Proceedings of Orenburg State University*. 2017, 64(2): 150-153.
21. Naumann I., Fahr R. D., Von Lengerken G. Zusammenhang zwischen dem Gehalt an somatischen Zellen in der Milch und ausgewählten Parametern der Milchflußkurve bei Kühen. *Archiv für Tierzucht*. 1998, 41(3): 237-250.
22. Roets E., Vandeputte-Van Messom G., Peeters G. Relationship between milkability and adrenoceptor concentration in teat tissue in primiparous cows. *J. Dairy Sci.* 1986, 69(1): 3120-3130.
23. Sagi R., Gorewit R. C., Merril W. G., Wilson D. B. Premilking stimulation effects on milking performance and oxytocin and prolactin release in cows. *J. Dairy Sci.* 1980, 63(5): 800-806.
24. Salamon D., Matokovic I., Batinic V., Dzidic A. The effect of prestimulation on milking characteristics in Simmental, Holstein-Friesian and Brown swiss cow breed. *Agriculturae Conspects Scientificus*. 2011, 76(4): 317-320.
25. Sandrucci A., Tamburini A., Bava L., Zucali M. Factors affecting milk flow traits in dairy cows: results of a field study. *J. Dairy Sci.* 2007, 90(3): 1159-1167.
26. Shevelev N.S., Meshcheryakov V.P. [Conjugation dynamics of lactation and blood supply to the udder of cows during milking]. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya - Agricultural Biology*. 2008, 4: 80-85.
27. Tancin V., Uhrincat M., Macuhova L., Bruckmaier R.M. Effects of pre-stimulation on milk flow pattern and distribution of milk constituents at a quarter level. *Czech J. Anim. Sci.* 2007, 52(5): 117-121.
28. Tancin V., Ipema B., Hogewerf P., Macuhova J. Sources of variation in milk flow characteristics at udder and quarter levels. *J. Dairy Sci.* 2006, 89(3): 978-988.
29. Tancin V., Ipema B., Peskovicova D., Hogewerf P. H., Macuhova J. Quarter milk flow patterns in dairy cows: factors involved and repeatability. *Veterinari Medicina*. 2003, 48(10): 275-282.
30. Weiss D., Weinfurter M., Bruckmaier R.M. Teat anatomy and its relationship with quarter and udder milk flow characteristics in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 2004, 87(1): 3280-3289.

Parameters of milk removal in rapidly and slowly milked cows

¹ Meshcheryakov V.P., ² Makar Z.N., ¹ Meshcheryakov D.V., ¹ Pimkina T.N.

¹ Kaluga branch of RGAU-MAAA, Kaluga, Russian Federation;

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

ABSTRACT. The aim of the study is a complex evaluation of parameters of lactation in 5 fast- and 5-slowly milked cows with an equal value of a single milk yield. The milking was done by a serial milking machine. The recording of the milk removal process was carried out using a bucket-counter sensor. On the registered curve, as well as by calculation, the parameters of milk removal were determined. By the rate of milk removal in the first two minutes of milking, fast and slow-milked cows were allocated. Individual characteristics of cows were determined by parameters and dynamics of milk removal. In the rapidly milked cows, compared with slowly milked, a shorter ($P<0.001$) period of removal of the cisternal portion of milk and a higher ($P<0.001$) index of milk removal for the first minutes of milking. In fast milked cows, compared with slowly milked, the average milk removal rate was higher by 15% ($P<0.05$), and a maximum removal rate by 19% ($P<0.001$). The delay and low intensity of milk removal in slow milked cows resulted in longer durations periods of total milking by 20% ($P<0.05$), machine milking by 26% ($P<0.001$), reaching a maximum intensity of milk removal by 40% ($P<0.001$). For slowly milked cows, the delay in milk removal and its lower intensity is characteristic as compared with the rapidly milked ones. A longer period of first portion of cisternal milk removal and a lower its intensity in slowly milked cows lead to a increase in the total time of milking. Dynamics of milk removal in rapidly milked cows represents a single-peak curve with a pronounced period of machine milking in some cows. The presence of a two-peak milk removal curve, indicative of the separate removal of the cisternal and alveolar fractions of milk, is characteristic only of slow-milked cows. The reason for the appearance of a two-peak curve in slowly milked cows is the low rate of milking and the presence of a long latent period of milk removal. It is assumed that the individual intensity of milking is due to the tone of the sympathetic nervous system of the mammary gland. In slowly milked cows, the tone of a nipple isphincter is raised in comparison with quickly milked ones. The reduced tone of the mammary gland in rapidly milked cows leads to a more effective opening of the nipple channel and ensures the highest rate of milk removal during milking. The individual intensity of milk removal in rapidly and slowly milked cows may also be due to the different rate of movement of milk from the alveoli to the lower udder sections.

Keywords: cows, machine milking, dynamics of milk removal, milking intensity, tone of nipple sphincter

Problemy biologii produktivnykh zhivotnykh - Problems of Productive Animal Biology, 2017, 3: 26-36

Поступило в редакцию: 12.06.2017 Получено после доработки: 24.07.2017

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

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

Мещеряков Дмитрий Викторович, асп.; kfmsxa@kaluga.ru;

Пимкина Татьяна Николаевна, к.с.-х.н., kfmsxa@kaluga.ru.