

УДК 636.1.034

**М. С. Ухов<sup>1</sup>, А. В. Онегов<sup>2</sup>, Е. Д. Чиргин<sup>2</sup>**<sup>1</sup>ООО «БелКумысПром», Минск, Республика Беларусь  
<sup>2</sup>Марийский государственный университет, Йошкар-Ола**ИЗМЕНЕНИЯ УДОЯ И СОСТАВА МОЛОКА КОБЫЛ В ТЕЧЕНИЕ СУТОК**

У кобыл в течение суток по-разному изменяется массовая доля белка и массовая доля жира. Изменчивость содержания жира в молоке кобыл в течение суток достигает 60 %. Для объяснения природы этого явления была проведена серия экспериментов, в том числе по доению кобыл непрерывно в течение суток. Авторы статьи объясняют различия в изменчивости содержания жира и белка в молоке кобыл в течение суток различным способом секреции из секреторных клеток вымени этих составных частей молока. Белок секретируется с помощью мерокринового типа секреции, а секреция жира осуществляется в основном по апокриновому типу. При резком повышении удоя рано утром секреция синтезированного жира замедляется, что вызывает снижение содержания жира в молоке кобыл. При снижении удоя секреция накопленного жира увеличивается, повышая содержание жира в молоке. Установлено, что удой кобыл днем на 16,39 % выше, чем ночью. Также установлено, что в дневное время массовая доля белка на 5,24 % превышает массовую долю белка в ночное время. Содержание жира в молоке кобыл днем на 12,24 % выше, чем содержание жира в молоке этих кобыл ночью. Корреляция между суточным удоем и массовой долей жира составила  $-0,22$ , между суточным удоем и массовой долей белка  $+0,44$ , между массовой долей жира и массовой долей белка  $+0,47$ .

*Ключевые слова:* состав молока кобыл, массовая доля жира, массовая доля белка, суточный удой, корреляция

Кобылы отличаются от самок других сельскохозяйственных животных тем, что объем вымени у них небольшой, поэтому и жеребята подходят к вымени часто, и доения проводятся через каждые 2–3 часа. В связи с этим было обнаружено, что в течение суток массовая доля жира (МДЖ) в молоке кобыл изменяется примерно на 55–60 %, чего не замечено у других видов животных. Минимальное содержание жира в молоке у кобыл наблюдается в 5–6 часов утра, во время первого утреннего доения, затем жирность молока повышается в течение примерно шести часов, до двенадцати часов дня, после чего снижается и остается стабильной до конца доений (до 21,00) [6].

Так, например, в исследованиях Г. А. Аверьянова изменения содержания жира в молоке в течение дня были следующими: 1-е доение – жирность молока 1,03 %, 2-е – 1,68 %, 3-е – 1,73 %, 4-е – 1,82 % [1]. В работе И. А. Сайгина приводится похожая картина: 1-е доение – 0,85 %, 2-е – 1,80 %, 3-е – 2,11 %, 4-е – 1,65 % [4]. В исследованиях В. С. Яворского изменения жирномолочности у кобыл за день были также аналогичными: 1-е доение – 0,99 %, 2-е – 1,75 %, 3-е – 1,85 %, 4-е – 1,68 %, 5-е – 1,69 %, 6-е – 1,65 %, 7-е – 1,69 %,

8-е – 1,73 % [7, с. 11–12]. Поэтому в зависимости от того, в какое время дня были получены пробы молока, массовая доля жира в молоке кобыл могла очень сильно варьировать от 0,85 % до 2,11 %. По этой причине многих исследователей зачастую данные по содержанию жира в молоке кобыл одной и той же породы могут различаться.

Приемлемого объяснения данного устойчивого снижения, а затем резкого повышения массовой доли жира в молоке кобыл у вышеперечисленных авторов мы не нашли. Например, В. С. Яворский это явление объясняет так: «Остаточное молоко в вымени от предыдущего доения богато жиром. В последующей дойке остаточное молоко, выталакиваемое в центральную полость вымени вновь образованным молоком, в определенной степени влияет на жирномолочность удоя... Жеребенок перед отъемом от матери тщательно ее высасывает и к первой дойке остаточное молоко в вымени отсутствует» [7].

Х. Дюсембин в своих исследованиях обнаружил подобную же зависимость у коров. Утром, в первое доение, в пять часов утра, массовая доля жира в молоке коров была наименьшей – 3,5–5,0 %; затем коров доили через каждые два часа, до 20.00.

В течение трех доений или около шести часов жирность молока у коров постепенно повышалась и через шесть часов достигла максимума – 5,3–8,0 %; после чего жирномолочность снижалась и до конца дня оставалась примерно на одном уровне [3].

Х. Дюсембин отмечал, что в течение дня у коров «...динамика жира, казеина и лактозы имеет в большинстве случаев одинаковый характер, несколько варьируя при разных типах рационов» [3]. Можно только добавить, что содержание жира в молоке коров варьировало в течение этих шести часов так же, как у кобыл, то есть максимальный предел суточной изменчивости жирномолочности составлял те же 60 %, что и у кобыл.

Но коров по ночам телята не высасывают. Следовательно, это явление не зависит от совместного содержания с приплодом и является общим если не для всех млекопитающих животных, то, во всяком случае, общее для самок копытных животных, поэтому задачей наших исследований было установить физиологический механизм этого явления. Образцы проб молока отбирали согласно ГОСТ 26809-85. Массовую долю жира (МДЖ) в молоке определяли по ГОСТ 5867-90 «Молоко и молочные продукты», массовую долю белка (МДБ) в молоке кобыл определяли согласно ГОСТ 23327-98 «Молоко и молочные продукты».

Исследования проводились в племенном кумысном комплексе ЗАО ПЗ «Семеновский» Республики Марий Эл с 1986 по 2013 годы и на ферме ООО «БелКумысПром» Республики Беларусь

в 2014–2015 годах. Исследовалось молоко русских и литовских тяжеловозных кобыл. Мы исследовали у кобыл состав молока, взятого на анализ от каждого из восьми доений, начиная с 6.00 до 20.00. Анализы брались как от группы кобыл в целом, так и от отдельных кобыл разных пород, разного возраста, летом и зимой, весной и осенью. Анализировалось молоко в разные месяцы лактации, от второго до восьмого.

Оказалось, что, независимо от периода лактации, породы кобыл и возраста животных, самая низкая МДЖ в молоке кобыл наблюдалась в шесть часов утра, а самая высокая МДЖ – в 10–12 часов дня. Самая большая разница между минимальной и максимальной МДЖ в молоке кобыл – 1,32 % – оказалась в первые три месяца лактации. В последующие периоды лактации эта разница уменьшалась и составляла от 0,58 % до 0,94 % МДЖ в молоке.

Для того чтобы проверить, как изменяется МДЖ и МДБ в молоке кобыл в течение полных суток, мы перевели группу кобыл, находящуюся на 5–6-м месяцах лактации, на круглосуточное доение. Для этого произвели отъем жеребят этих кобыл и добавили к дневным доениям ночные доения. Кобылы круглые сутки не имели контакта с жеребятами, так как их доили постоянно, и необходимости в присутствии жеребят не было. Опыт произвели через неделю после начала круглосуточных доений группы кобыл, когда животные привыкли к новому режиму доения. Опыт проводили в течение двух смежных суток, средние результаты опыта представлены в таблице.

Таблица

Изменение молочной продуктивности кобыл в течение суток (n = 10)

Показатели	Время начала доения кобыл, час.												В среднем за сутки
	20 <sup>00</sup>	22 <sup>00</sup>	24 <sup>00</sup>	2 <sup>00</sup>	4 <sup>00</sup>	6 <sup>00</sup>	8 <sup>00</sup>	10 <sup>00</sup>	12 <sup>00</sup>	14 <sup>00</sup>	16 <sup>00</sup>	18 <sup>00</sup>	
МДЖ, %	1,85	1,86	1,83	1,81	1,52	1,65	2,50	2,72	2,46	1,83	1,90	1,67	1,96
МДБ, %	2,06	1,95	1,96	1,97	2,05	2,14	2,16	2,14	2,24	2,18	2,13	2,12	2,10
Удой, кг	8,25	6,40	6,88	7,37	9,22	10,33	8,05	8,05	8,00	8,20	6,70	8,95	8,03
1 % жир, кг	15,26	11,91	12,62	13,33	14,05	17,07	20,09	21,90	19,68	15,01	12,73	14,95	15,72
1 % белок, кг	17,00	12,48	13,48	14,52	18,90	22,11	17,39	17,23	17,92	17,88	14,27	18,97	16,85
Молочный жир, г	152,60	119,10	126,20	133,30	140,50	170,70	200,90	219,00	196,80	150,10	127,30	149,50	157,17
Молочный белок, г	170,00	124,80	134,80	145,20	189,00	221,10	173,90	172,30	179,20	178,80	142,70	189,70	168,46

По данным таблицы видно, что в 4–6 часов утра увеличивался удой кобыл, в это же время снижалась массовая доля жира, а затем в течение трех доений она поднималась выше 2 %. Мы мо-

жем со всей ответственностью заявить, что изменение МДЖ в первой половине дня не зависело ни от жеребят, ни от кормления, ни от обслуживающего персонала. Увеличение удоя животных

ранним утром, по всей видимости, обусловлено сменой ночи и дня. Утром удой возрастает у всех млекопитающих, ведущих дневной образ жизни. Что подтверждается исследованиями А. Г. Тараненко: «Чем выше уровень молокообразования, тем короче латентный период рефлекса молоковыведения. Неодинаков он и в течение суток. Так, в утреннюю дойку латентный период короче, чем в дневную или вечернюю...» [5].

При этом массовая доля белка в молоке изменяется незначительно: в дневное время она чуть выше 2,1 %, а в ночное время – ниже 2,1 %. Различия в суточных колебаниях МДЖ и МДБ в молоке кобыл, по нашему мнению, кроются в различных типах секреции компонентов молока в вымени кобыл в процессе лактопоза. Так, секреция белка в молочной железе протекает по мерокриновому типу [2]. Белковые гранулы проходят через мельчайшие поры плазмолеммы апикальной части секреторных клеток, не нарушая при этом целостности клеточной мембраны. А секреция жира в основном происходит, как утверждает К. Курсуми и др., по апокриновому типу, с нарушением целостности мембраны секреторной клетки [8]. При этом апикальная часть секреторной клетки выпячивается внутрь молочной альвеолы, апикальная плазмолемма обтекает жировую каплю и отрывается вместе с ней.

Отметим, что на секрецию белка по мерокриновому типу мало влияет заполненность вымени молоком и повышение внутривыменного давления. Белки молока находятся в вымени в виде коллоидного раствора и образуют частицы размером от 5 до 100 нм, благодаря этому они равномерно распределены по всему объему вымени [5]. Поэтому содержание белка в последовательных порциях разового удоя всегда остается постоянным [5].

Молочный жир содержится в молоке в форме мелких шариков диаметром от 0,1 до 10 мк, он не растворяется в плазме молока и осмотически не деятелен [2, с. 167]. Более крупные, чем белковые частицы, жировые шарики, и к тому же не взаимодействующие с жидкой частью молока, при заполнении вымени молоком агрегируются и задерживаются в альвеолярных полостях и устьях молочных протоков и ходов [5]. Поэтому в последовательных порциях разового удоя количество жира постепенно возрастает. Самое низкое содержание жира в цистернальном молоке, а самое высокое – в последних порциях разового удоя и остаточном молоке. Кроме того, высокое внутривыменное давление при заполнении вымени тормозит экструзию жира в емкостную систему вымени.

Поэтому при утреннем повышении удоя замедляется выделение жировых капель из секреторных клеток внутрь молочной альвеолы (рис. 1).

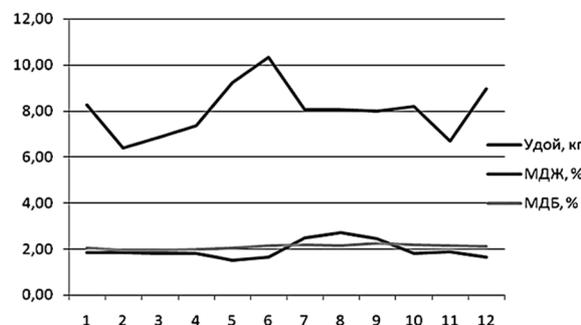


Рис. 1. Суточные изменения удоя и состава молока кобыл

На рисунке хорошо видно, что как только начинает повышаться удой кобыл, так синхронно начинает снижаться массовая доля жира в молоке. А как только удой начал снижаться, одновременно начала увеличиваться массовая доля жира в молоке кобыл. При этом массовая доля белка в молоке на изменение удоя никак не отреагировала. Если подсчитать количество однопроцентного молока по жиру и белку, то получается весьма занятная картина (рис. 2).

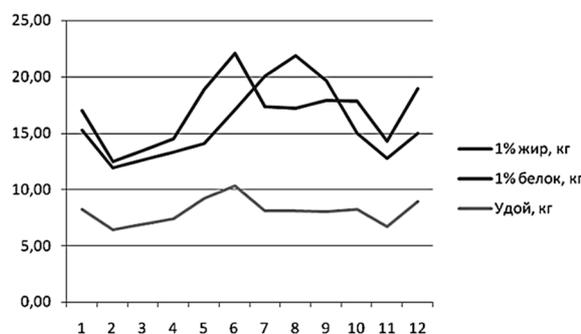


Рис. 2. Суточные изменения удоя и количества молока с содержанием жира и белка в 1 %

Изменения количества однопроцентного молока по белку полностью совпадают с изменениями удоя кобыл. Кривая подъема и спада количества однопроцентного молока по жиру в целом совпадает с кривой подъема удоя по характеру, но ее основание в два раза шире, и ее вершина сдвинута по времени на два доения, или на четыре часа. На этом рисунке хорошо видно, что количество молока, а особенно количество молока базовой жирности (1,5 %) распределяется в течение суток неравномерно.

Кроме теоретических умозаключений по результатам проведенного эксперимента, можно сделать и практические выводы.

Во-первых, удой за шесть «дневных» доений составил в сумме 51,85 кг молока, а за шесть «ночных» доений – 44,55 кг молока. Разница оказалась достоверной ( $P \leq 0,01$ ) и составила 7,3 кг или 16,39 %. Вероятно, с учетом данного фактора нужно внести коррективы в подсчет суточной молочной продуктивности у кобыл. Сейчас количество молока, надоенное от кобыл во время дневных доений, пересчитывают по формуле Сайгина на суточную продуктивность, допуская, что уровень образования молока у кобыл одинаков и днем, и ночью. Но с учетом наших экспериментов результаты расчетов нужно умножать на коэффициент 0,918.

Во-вторых, состав молока кобыл днем и ночью не много, но отличается. В среднем за сутки массовая доля жира в молоке кобыл составила 1,96 %, массовая доля белка – 2,10 %. В «дневном» молоке показатели были немного выше: МДЖ = 2,08 % и МДБ = 2,15 %. В «ночном» молоке показатели, соответственно, составили 1,84 % и 2,04 %. Различия между молоком, которое поступает на переработку, и молоком, которое достается в ночное время жеребят, составили по белку 0,11 % ( $P \leq 0,01$ ) и по жиру 0,24 % ( $P \leq 0,001$ ) в абсолютных единицах или 5,24 % по белку и 12,24 % по жиру относительно средних показателей.

Коэффициенты корреляции по результатам опыта составили: между суточным удоем и массовой долей жира –0,22, между суточным удоем и мас-

совой долей белка +0,44, между массовой долей жира и массовой долей белка +0,47.



1. Аверьянов Г. А. Молочная продуктивность, состав и оценка качества молока кобылиц и кумыса в условиях Оренбургской области: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Оренбург, 1969. 23 с.
2. Грачев И. И., Галанцев В. П. Физиология лактации сельскохозяйственных животных. М.: Колос, 1974. 279 с.
3. Дюсембин Х. Изменение удоев и основных компонентов молока в зависимости от интенсивности броидильных процессов в рубце коров // Тр. инст. физиологии. Алма-Ата, 1963. Т. V. С. 94–97.
4. Сайгин И. А. Зоотехнические основы молочного коневодства (экспериментальные исследования по молочному коневодству Башкирской АССР): автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. Ленинград, 1962. 32 с.
5. Тараненко А. Г. Регуляция молокообразования. Л.: Агропромиздат, 1987. 237 с.
6. Чиргин Е. Д. Некоторые факторы, влияющие на содержание жира в молоке кобыл тяжеловозных пород // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. Московские чтения: материалы междунар. науч.-практ. конф. Вып. XIII. Йошкар-Ола, 2011. С. 116–117.
7. Яворский В. С. Молочное коневодство: монография / Мар. гос ун-т. Йошкар-Ола, 2001. 128 с.
8. Kurosumi K., Kobayashi Y., Bada N. The fine structure of mammary glands of lactating rats, with special reference to the apocrine secretion. Exp. Cell. Res. № 50. 1968. P. 177.

*Статья поступила в редакцию 8.01.2015 г.*

**Для цитирования:** Ухов М. С., Онегов А. В., Чиргин Е. Д. Изменения удоя и состава молока кобыл в течение суток // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2016. № 1 (5). С. 61–65.

#### Об авторах

**Ухов Максим Станиславович**, заведующий фермой ООО «БелКумысПром», Республика Беларусь, г. Минск, uhov@kumys.by

**Онегов Андрей Владимирович**, кандидат биологических наук, доцент, Марийский государственный университет, Йошкар-Ола, a.onegov@mail.ru

**Чиргин Евгений Дмитриевич**, кандидат биологических наук, доцент, Марийский государственный университет, Йошкар-Ола, chirgindmitrievich@gmail.com

**M. S. Uhov<sup>1</sup>, A. V. Onegov<sup>2</sup>, E. D. Chirgin<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>LLC "Belkumysprom", Minsk, the Republic of Belarus

<sup>2</sup>Mari State University, Yoshkar-Ola

### CHANGE OF MILK YIELD AND MILK COMPOSITION OF MARES DURING THE DAY

During the day mares have different and varying mass proportion of protein and fat. The variability of fat content in the milk of mares during the day reaches 60%. In order to explain the nature of this phenomenon a series of experiments were conducted, including milking mares continuously throughout the day. The authors explain the differences in the variability of fat and protein in the milk of mares during the day by various ways of secretion from secretory cells of the udder of the components of milk. The protein secreted using merocrine type of secretion, and secretion of fat is carried out mainly by apocrine type. Due to the significant increase of milk yield in the early morning, secretion of synthesized fat slows down, which causes a reduction of fat content in the milk of mares. Secretion of accumulated fat increases with decreasing milk yield, increasing the fat content in milk. It is found that milk yield of mares on day 16,39 % higher than at night. It is also established that during the day the mass fraction of protein 5,24 % higher than the mass fraction of protein at night. The fat content in the milk of mares during the day to 12,24 % higher than the fat content in the milk of these mares at night. The correlation between daily milk yield and fat content amounted to 0,22, between daily milk yield and mass fraction of protein +0,44, between a mass fraction of fat and mass fraction of protein +0,47.

*Keywords:* composition of mares'milk; fat mass fraction; mass fraction of protein; daily milk yield; correlation



1. Aver'janov G. A. Molochnaja produktivnost', sostav i ocenka kachestva moloka kobylic i kumysa v uslovijah Orenburgskoj oblasti: avtoref. dis. ... kand. s.-h. nauk. Orenburg, 1969, 23 p.

2. Grachev I. I., Galancev V. P. Fiziologija laktacii sel'sko-hozjajstvennyh zhivotnyh. M.: Kolos, 1974, 279 p.

3. Djusembin H. Izmenenie udoev i osnovnyh komponentov moloka v zavisimosti ot intensivnosti brodil'nyh processov v rubce korov. *Tr. inst. Fiziologii*. Alma-Ata, 1963, t. V, pp. 94–97.

4. Sajgin I. A. Zootehnicheskie osnovy molochnogo konevodstva (jeksperimental'nye issledovanija po molochnomu konevodstvu Bashkirskoj ASSR): avtoref. dis. ... d-ra s.-h. nauk. Leningrad, 1962, 32 p.

5. Taranenko A. G. Reguljacija molokoobrazovanija. L.: Agropromizdat, 1987, 237 p.

6. Chirgin E. D. Nekotorye faktory, vlijajushhie na sodержanie zhira v moloke kobyly tjazhelovoznyh porod. *Aktual'nye voprosy sovershenstvovanija tehnologii proizvodstva i pererabotki produkcii sel'skogo hozjajstva. Mosolovskie chtenija: materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* Vyp. XIII. Yoshkar-Ola, 2011, pp. 116–117.

7. Javorskij V. S. Molochnoe konevodstvo: monografija. Mar. gos un-t. Yoshkar-Ola, 2001, 128 p.

8. Kurosumi K., Kobayashi Y., Bada N. The fine structure of mammary glands of lactating rats, with special reference to the apocrine secretion. *Exp. Cell. Res.* No. 50, 1968, p. 177.

*Submitted 8.01.2016.*

**Citation for an article:** Uhov M. S., Onegov A. V., Chirgin E. D. Change of milk yield and milk composition of mares during the day. *Vestnik of Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics"*. 2016, no. 1 (5), pp. 61–65.

#### About the authors

**Ukhov Maxim Stanislavovich**, managing a farm of OOO «Belkumysprom», Minsk, the Republic of Belarus, uhov@kumys.by

**Onegov Andrey Vladimirovich**, Candidate of Biology, Associate Professor, Mari State University, Yoshkar-Ola, a.onegov@mail.ru

**Chirgin Evgeny Dmitrievich**, Candidate of Biology, Associate Professor, Mari State University, Yoshkar-Ola, chirgindmitrievich@gmail.com