

АНАТОЛИЙ ЕФРЕМОВИЧ БОЛГОВ

доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой зоотехнии, рыбоводства и товароведения агротехнического факультета, Петрозаводский государственный университет (Петрозаводск, Российская Федерация)

bolg@petrsu.ru

ИРИНА ПЕТРОВНА КОМЛЫК

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры зоотехнии, рыбоводства и товароведения агротехнического факультета, Петрозаводский государственный университет (Петрозаводск, Российская Федерация)

irinakoml@rambler.ru

ПАВЕЛ ИВАНОВИЧ КАЛИНИН

главный зоотехник, ОАО «Мегрега» (Петрозаводск, Российская Федерация)

bolg@petrsu.ru

СТАТИСТИКО-БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ СОСТАВА И СВОЙСТВ МОЛОКА КОРОВ АЙРШИРСКОЙ ПОРОДЫ В УСЛОВИЯХ ПРОМЫШЛЕННОЙ ТЕХНОЛОГИИ*

Повышение качества и безопасности молочного сырья, молока и молочных продуктов имеет важное производственное, экономическое, селекционное и социальное значение. Целью работы было изучить изменчивость, распределение и взаимосвязь показателей качества молока коров в условиях индустриального производства в процессе ежемесячного мониторинга. Установлено, что исследованные показатели обладают биометрическими и селекционными параметрами, необходимыми для контроля состава и свойств молока при его реализации и проведении селекции в стаде. Дан анализ изменчивости содержания в молоке жира, белка, сухого вещества (СВ), сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО), лактозы, мочевины, температуры замерзания и количества соматических клеток у коров с удоем более 7300 кг молока при беспривязном и беспастбищном содержании. Низкой изменчивостью обладают СВ (6,7 %), СОМО (4,7 %) и лактоза (5,8 %), повышенной – содержание жира (15,7 %), белка (10,3 %), мочевины (19,6 %) и очень высокой – количество соматических клеток (315,3 %). Расчеты и сравнение величин средней арифметической (\bar{X}), медианы (Me), моды (Mo), коэффициентов асимметрии (As) и эксцесса (Ex) показали, что распределение коров по содержанию в молоке СОМО фактически полностью согласуется с нормальной кривой. Распределение по содержанию жира и белка отличается малой величиной моды, положительными коэффициентами асимметрии и эксцесса и фактически отклоняется от нулевой гипотезы. Полностью не подчиняется нормальному закону распределение коров по количеству соматических клеток в молоке из-за больших различий в величине средней арифметической (292 тыс.), медианы (57 тыс.) и моды (25 тыс.), очень высоких положительных коэффициентов асимметрии и эксцесса. Рекомендуется использовать показатель содержания мочевины в молоке как индикатор состояния здоровья коров, добиваться снижения количества соматических клеток до 200 тыс./см³ и менее.

Ключевые слова: айрширская порода, состав молока, соматические клетки, изменчивость и взаимосвязь показателей молока

ВВЕДЕНИЕ

Оптимизация показателей качества молока при высокой продуктивности коров (7000 кг молока и более), индустриализации процессов их обслуживания, необходимость повышения «технологичности» молока является актуальной проблемой [1], [5], [7], [8]. Обеспечение рентабельной работы молочных комплексов также во многом зависит от качества производимого молочного сырья. Все это обуславливает необходимость систематического мониторинга качества молока как для повышения эффективности производства, так и в селекционных целях. Однако существующие

системы контроля и структура показателей нуждаются в дальнейших исследованиях для поиска путей более эффективного их использования в практической работе специалистов.

В молочном скотоводстве проводится систематическая работа, целью которой являются повышение продуктивности животных и улучшение состава молока.

Научный интерес представляет изучение изменчивости и взаимосвязи комплекса признаков молочной продуктивности. Такие показатели химического состава молока, как содержание жира, белка, используются в селекционной ра-

боте, другие (точка замерзания) оцениваются только в сборном молоке, являясь критериями его натуральности. Наличие продуктов белкового обмена веществ в молоке (мочевина и др.) исследуют обычно выборочно для контроля сбалансированности рационов молочных животных. Количество соматических клеток в молоке является показателем здоровья стада. По экономическим соображениям на сельхозпредприятиях используют косвенные методы диагностики мастита лактирующих коров, а на перерабатывающих предприятиях исследуют только сборное молоко. Все указанные показатели в комплексе характеризуют органолептические, биологические, химические, физические и технологические свойства молока [2], [4], [9], [11]. Их индивидуальный учет при селекции и эксплуатации животных важен.

Цель исследования – изучить изменчивость и взаимосвязь показателей молока коров в условиях индустриального производства в процессе ежемесячного мониторинга.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Работа проведена в стаде айрширской породы на племенном заводе «Мегрега» (Республика Карелия). Животные содержатся на молочном комплексе без привязи и без пастбища, доение – в доильном зале DeLaval на установке типа «ЕвроПараллель» на 32 коровы, с автоматизированной раздачей кормов. Средний удой коров за лактацию был равен 7305 кг молока с 3,97 % жира и 3,28 % белка (бонитировка за 2014 год). Анализ проведен по результатам контрольных доек 992 коров в апреле 2015 года. Молоко исследовали в лаборатории ООО «НПЦ “Селекция”» методом лазерной инфракрасной спектрометрии. Были учтены следующие показатели химического состава: массовая доля жира (МДЖ), белка (МДБ), лактозы (МДЛ), мочевины, содержание сухого вещества (СВ) и сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО). Определены также точка

замерзания и количество соматических клеток (КСК).

Проведена биометрическая обработка данных с помощью программы Excel. Рассчитаны распределение, средние значения признаков ($\bar{X} \pm m_{\bar{x}}$), мода (Mo), медиана (Me), а также среднее квадратическое отклонение (σ), коэффициент изменчивости (Cv), корреляция ($r \pm m_r$), коэффициенты асимметрии (As) и эксцесса (Ex).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

По результатам нашего исследования установлена типичная величина содержания в молоке сухого вещества (12,59 %) и СОМО (8,61 %) (табл. 1). По литературным данным [2], среднее содержание СВ составляет 12,5 % при колебаниях признака от 10,0 до 16,5 %, СОМО – 8,7 % (от 6,6 до 10,3 %).

Следует отметить, что в данном высокопродуктивном стаде содержание жира в молоке недостаточно высокое (4,02 %) и не достигает стандарта породы.

Содержание белка в молоке достаточно высокое (3,30 %).

Лактоза важна при кормлении детей, однако ее присутствие в рационах взрослых часто нежелательно из-за ее непереносимости. Содержание лактозы имеет технологическое значение, так как она незаменима при производстве кисломолочных продуктов. При среднем содержании лактозы в молоке исследуемых животных 4,72 % изменчивость была низкой и составила 5,8 %, что объяснимо: на величину этого показателя генетические и паратипические факторы оказывают незначительное влияние.

Мочевина относится к небелковым азотистым веществам и является продуктом белкового обмена веществ. Нормальное содержание мочевины в молоке 15–30 мг% [3], [4]. И низкий, и высокий уровень мочевины нежелателен. В молоке айрширских коров на племзаводе «Мегрега» при среднем содержании мочевины (30,36 мг %),

Изменчивость показателей суточной пробы молока

Таблица 1

Показатели	n	lim	$\bar{X} \pm m_{\bar{x}}$	σ	Cv, %
Суточный удой, кг	397	3–46	$22,9 \pm 0,4$	7,6	33,1
Сухое вещество, %	992	10,41–16,49	$12,59 \pm 0,03$	0,84	6,7
в т. ч. СОМО, %	992	7,27–10,07	$8,61 \pm 0,01$	0,40	4,7
МДЖ, %	992	2,32–7,61	$4,02 \pm 0,02$	0,63	15,7
МДБ, %	992	2,33–4,89	$3,30 \pm 0,01$	0,34	10,3
МДЛ, %	992	3,12–5,22	$4,72 \pm 0,01$	0,27	5,8
Мочевина, мг%	992	4,90–51,50	$30,36 \pm 0,19$	5,96	19,6
Точка замерзания, °C	992	от –0,435 до –0,550	$-0,5073 \pm 0,0003$	0,0104	2,05
КСК, тыс./см ³	988	2–9999	292 ± 29	920	315,3

соответствующем норме, колебания составили от 4,90 до 51,50 мг%. Высокий верхний уровень связан, на наш взгляд, с нарушением белкового обмена веществ в организме коров из-за несбалансированности рациона и высокого содержания концентрированных кормов, что может привести к кетозам, нарушению воспроизводства и раннему выбытию из стада коров, часто наиболее продуктивных.

К соматическим клеткам относятся эпителиальные клетки молочной железы, клетки крови и др. КСК является одним из показателей благополучия стада в отношении воспалительных процессов в вымени. В норме КСК не должно превышать 100–200 тыс./см³. Например, в Финляндии КСК в молоке коров айрширской породы в среднем равно 164 тыс./см³, голштинской – 187 тыс./см³. В Великобритании у коров семи молочных пород в целом по стране этот показатель варьирует от 149 до 192 тыс./см³ [14]. При реализации на перерабатывающие предприятия России в молоке высокого качества КСК не должно превышать 400 тыс./см³. Не подлежит реализации молоко с КСК более 1 млн/см³. Существуют различные методы определения КСК, однако в основном они применяются именно для сборного молока. На племязаводе «Мегрега» среднее содержание соматических клеток было на уровне 292 тыс./см³, что соответствует высшему сорту при сдаче молока на перерабатывающие предприятия. При этом КСК в индивидуальных пробах молока варьирует от 2 тыс. до 9,99 млн/см³. Как указывалось ранее, очень высокое содержание КСК свидетельствует о восприимчивости коров к маститу. Низкое КСК не всегда желательно, поскольку в сборном молоке может свидетельствовать о фальсификации. Причины снижения содержания соматических клеток в молоке коров, особенно в отношении индивидуальных проб, недостаточно изучены.

При анализе величин коэффициентов изменчивости показателей молока установлено, что низкая изменчивость характерна для сухого вещества, СОМО и лактозы – 6,7 %; 4,7 %; 5,8 % соответственно. Повышенная изменчивость зафиксирована по содержанию жира, белка и мочевины – 15,7 %; 10,3 %; 19,6 % соответственно. Средняя изменчивость содержания жира в молоке коров наиболее распространенных пород в РФ – от 5 до 14 %, белка – от 2,5 до 9,3 % [12], [13]. Очень высокой изменчивостью характеризуется КСК – 315,3 %. Это является отражением больших различий в восприимчивости разных коров к воспалительным процессам в вымени.

Для оценки характера распределения коров по показателям молока были построены гистограммы. При проверке гипотезы нормальности распределения исходили из того, что оно подчиняется нормальному закону, если средняя арифметическая (\bar{X}), медиана (Me) и мода (Mo) признака одинаковы или близки по величине [6]. Были определены также коэффициенты асимметрии (As) и эксцесса (Ex). Распределение оценивали как соответствующее нормальному закону при величине t_{As} и $t_{Ex} < 3,0$.

Расчеты показали, что почти полностью согласуется с нормальной кривой распределение коров по содержанию в молоке СОМО ($\bar{X} = 8,61$; Me = 8,62; Mo = 8,69 %). В основном соответствует нормальному распределению коров по содержанию в молоке мочевины (30,36; 30,35; 29,50 мг%, рис. 1) и по температуре замерзания (–0,507; –0,507; –0,509 °C, рис. 2). Кривые по этим признакам можно охарактеризовать как симметричные ($t_{As} < 3$) островершинные ($t_{Ex} = +0,84$; $t_{Ex} = 5,4$ и $t_{Ex} = +2,97$; $t_{Ex} = 19,1$ соответственно). Что касается основных компонентов сухого вещества молока, то распределение коров по содер-

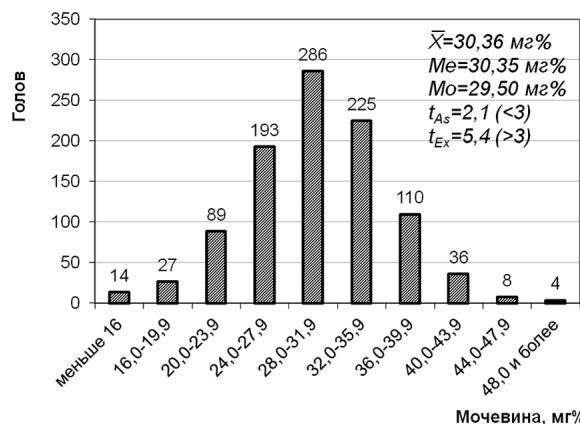


Рис. 1. Распределение коров по массовой доле мочевины в молоке

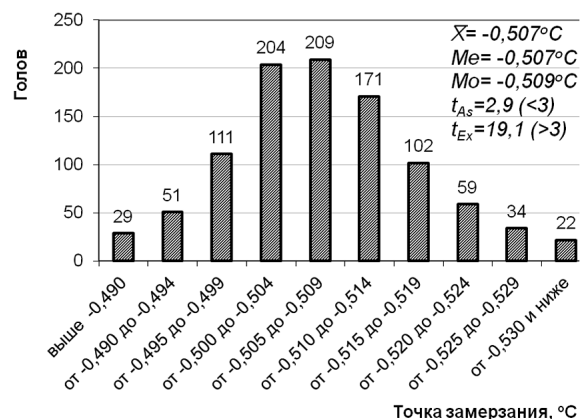


Рис. 2. Распределение коров по точке замерзания молока

жанию жира (4,02; 3,93; 3,58 %) и белка (3,30; 3,25; 3,08 %) отличается малой величиной моды, положительными коэффициентами асимметрии (+0,86 и +0,75 соответственно, $t_{As} > 3$) и эксцесса (+1,70 и +0,99 соответственно, $t_{Ex} > 3$) и фактически отклоняется от нулевой гипотезы. Данная особенность объясняется, на наш взгляд, высокой отрицательной корреляцией удоя с содержанием жира и белка в молоке, которая обуславливает проявление положительной асимметрии.

Полностью не подчиняется нормальному закону распределение коров по количеству соматических клеток в молоке (рис. 3). Установлены большие различия в величинах средней арифметической (292 тыс.), медианы (57 тыс.) и моды (25 тыс.). Асимметрия положительная ($As = +6,31$; $t_{As} = 81,2$), кривая островершинная ($Ex = +45,33$; $t_{Ex} = 291,6$). В данном случае асимметрия и эксцесс проявляются вследствие, как мы считаем, еще более сильных систематически действующих на признак факторов – выявления и лечения больных маститом коров, что приводит к снижению КСК и существенному искажению картины нормального распределения.

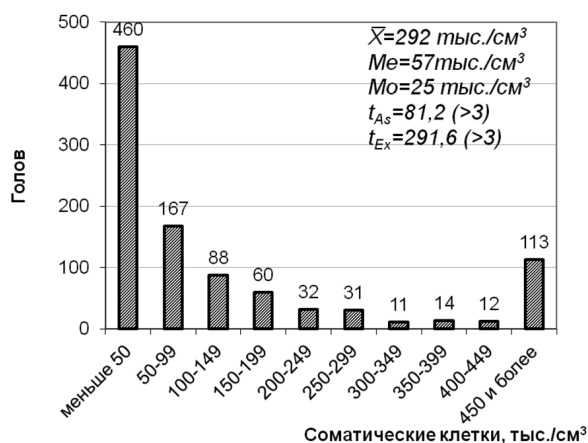


Рис. 3. Распределение коров по КСК в молоке

В табл. 2 представлены вычисленные коэффициенты корреляции между исследованными признаками. Выявлена высокая отрицательная связь величины суточного удоя с уровнем в молоке сухих веществ, СОМО, жира и белка (г от $-0,416$ до $-0,640$) и слабая отрицательная корреляция с КСК ($-0,120$), что согласуется с литературными данными [10]. Точка замерзания молока в высокой степени коррелирует с суточным удоём (+0,569), а на уровень мочевины величина удоя не влияет (+0,073). Количество лактозы в молоке в определенной степени зависит от величины удоя (+0,357) и СОМО (+0,412), но находится в обратной корреляции с содержанием белка ($-0,312$) и жира ($-0,175$). Количество мочевины в молоке антагонистически взаимодействует в невысокой степени с сухим веществом ($-0,099$), СОМО ($-0,178$), уровнем белка ($-0,254$).

Точка замерзания молока отрицательно коррелирует с главными компонентами сухих веществ (г от $-0,275$ до $-0,562$), за исключением лактозы, повышение уровня которой обуславливает рост температуры замерзания молока (+0,357). Точка замерзания молока фактически не зависит от количества в нем мочевины ($-0,010$). Количество соматических клеток из всех исследованных компонентов молока больше всего влияет на уровень лактозы, находясь с ним в обратной связи ($-0,295$). Снижение КСК предрасполагает к более высоким показателям СОМО и мочевины, но намного слабее ($-0,072$ и $-0,079$).

С другой стороны, некоторое повышение КСК происходит, очевидно, на фоне роста содержания в молоке жира (+0,074) и белка (+0,140). Увеличение КСК в молоке может в небольшой степени обусловить снижение точки замерзания ($-0,126$). В исследовании В. А. Другаковой [5] установлено, что с ростом КСК снижается жирность, увеличивается белковость, снижается содержание лактозы, повышается точка замерзания.

Таблица 2

Коэффициенты корреляции между показателями молока в суточном удое

Коррелируемые показатели	СВ, %	СОМО, %	МДЖ, %	МДБ, %	МДЛ, %	Мочевина, мг%	Точка замерзания, °С	КСК, тыс./см³
Суточный удой, кг	$-0,568^{***}$	$-0,416^{***}$	$-0,552^{***}$	$-0,640^{***}$	$+0,357^{***}$	0,073	$+0,569^{***}$	$-0,120^*$
СВ, %	x	$+0,764^{***}$	$+0,910^{***}$	$+0,736^{***}$	$+0,067^*$	$-0,099^{**}$	$-0,477^{***}$	0,017
СОМО, %	x	x	$+0,430^{***}$	$+0,732^{***}$	$+0,412^{***}$	$-0,178^{***}$	$-0,275^{***}$	$-0,072^*$
МДЖ, %	x	x	x	$+0,566^{***}$	$-0,175^{***}$	$-0,009$	$-0,498^{***}$	$+0,074^*$
МДБ, %	x	x	x	x	$-0,312^{***}$	$-0,254^{***}$	$-0,562^{***}$	$+0,140^{***}$
МДЛ, %	x	x	x	x	x	$+0,104^{**}$	$+0,357^{***}$	$-0,295^{***}$
Мочевина, мг%	x	x	x	x	x	x	$-0,01$	$-0,079^*$
Точка замерзания, °С	x	x	x	x	x	x	x	$-0,126^{***}$

Примечание. * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, исследованные показатели качества молока в суточном удое коров в условиях молочного комплекса характеризуются объективностью, обладают биологическими и селекционными параметрами, необходимыми для контроля состава и свойств молока при его реализации и

проведении селекции в стаде. Целесообразно рассматривать и использовать показатель содержания мочевины в молоке как индикатор состояния обмена веществ в организме коров и их здоровья. Необходимо усовершенствовать систему обслуживания животных с целью снижения количества соматических клеток в молоке до 200 тыс./см³ и менее.

* Работа выполнена при поддержке Программы стратегического развития ПетрГУ в рамках реализации комплекса мероприятий по развитию научно-исследовательской деятельности на 2012–2016 гг.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андреев О. Д. Молочная продуктивность, химический состав и технологические свойства молока коров краснопестрой породы – дочерей голштинских быков голландской селекции: Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. Саранск, 2012. 20 с.
2. Барабанщиков Н. В., Шуварики А. С. Молочное дело. М.: Изд-во МСХА, 2000. 348 с.
3. Букаров Н. Г., Кисель Е. Е., Белякова А. Н. Оценка состояния обмена веществ дойных коров по составу молока // Молочное и мясное скотоводство. 2015. № 4. С. 16–18.
4. Горбатова К. К. Биохимия молока и молочных продуктов. СПб.: ГИОРД, 2003. 320 с.
5. Другакова В. А. Организационно-технологические приемы управления качеством молока в молочном скотоводстве: Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. Горки, 2013. 22 с.
6. Лакин Г. Ф. Биометрия: Учеб. пособие. М.: Высш. шк., 1990. 352 с.
7. Мухаметгалиев Н. Н. Использование генетической и паратипической изменчивости белкового состава молока коров для улучшения технологических свойств сырья и повышения качества молочных продуктов: Автореф. дисс. ... д-ра биол. наук. Казань, 2006. 47 с.
8. Сычева О. В. Научно-практическое обоснование основных факторов, формирующих качество молока-сырья в современном производстве: Автореф. дисс. ... д-ра с.-х. наук. Казань, 2006. 47 с.
9. Хаертдинов Р. А., Гатауллин А. М. Селекция на повышение белковости и улучшение технологических свойств молока. Казань: Матбугат йорты, 2000. 132 с.
10. Чекменева Н. Ю. Уровень соматических клеток в молоке коров айрширской породы // Сборник научных трудов ВНИИГРЖ. СПб., 2011. С. 82–86.
11. Шидловская В. П. Органолептические свойства молока и молочных продуктов: Справочник. М.: КолосС, 2004. 360 с.
12. Эйсерн Ф. Ф. Использование селекционных признаков в скотоводстве. Киев: Урожай, 1976. 136 с.
13. Эрнст Л. К. Генетические основы и методы разведения крупного рогатого скота. М.: Россельхозиздат, 1977. С. 130–170.
14. CDI, Breed Performance Statistics, 2011. Available at: <http://www.brownswiss.org/forms/CDI%20stats%202011.pdf> (accessed 20.11.2015).

Bolgov A. E., Petrozavodsk State University (Petrozavodsk, Russian Federation)
Komlyk I. P., Petrozavodsk State University (Petrozavodsk, Russian Federation)
Kalinin P. I., OAO "Megrega" (Petrozavodsk, Russian Federation)

STATISTICAL AND BIOMETRIC PARAMETERS OF MILK COMPOSITION AND PROPERTIES OF AYRSHIRE BREED COWS IN CONDITIONS OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY

Improvement of quality and safety of raw milk, milk and dairy products has important production, economic, selection and social value. The purpose of this work was to study variability, distribution and relationship of milk quality indexes in the conditions of industrial production in the course of monthly monitoring. It is established that the studied indexes exhibit the biometric and selection parameters necessary to control milk structure and properties and to carry out selection in herd. The analysis shows variability of fat, protein, solids, nonfat milk solids, lactose, urea content in milk, temperature of freezing and quantity of somatic cells for cows with milk yield of more than 7300 kg kept in yard housing and with zero grazing. Low variability is characteristic for milk solids (6,7 %), nonfat milk solids (4,7 %) and lactoses (5,8 %), raised one – for fat (15,7 %), protein (10,3 %), urea (19,6 %) content and very high one – for quantity of somatic cells (315,3 %). Calculations and comparison of sizes of arithmetic average (X), medians (Me), modes (Mo), skewness (As) and kurtosis (Ex) showed that distribution of cows according to nonfat milk solids actually completely coordinates with a normal curve. Distribution according to the content of fat and protein differs in the small size of mode, with positive skewness and kurtosis and actually deviates from zero hypothesis. Distribution of cows by quantity of somatic cells in milk does follow the normal law of distribution because of large distinctions in values of the arithmetic average (292 thousand), medians (57 thousand), mode (25 thousand), with very high positive coefficients of skewness and kurtosis. It is recommended to use milk urea content index as a cow's health indicator, to achieve decrease of somatic cells quantity up to 200 thousand/cm³ and less.

Key words: Ayrshire breed, composition of milk, somatic cells, variability and relationship of indicators of milk

REFERENCES

1. Andreev O. D. *Molochnaya produktivnost', khimicheskiy sostav i tekhnologicheskie svoystva moloka korov krasno-pestroy porody – docherey golshtinskih bykov gollandskoy seleksii: Avtoref. diss. ... kand. s.-kh. nauk* [Milk productivity, chemical composition and technological properties of red-and white breed cows – daughters of holstein bulls of dutch selection: PhD. agricultural sci. diss.]. Saransk, 2012. 20 p.
2. Barabanshchikov N. V., Shuvarikov A. S. *Molochnoe delo* [Dairy science]. Moscow, 2000. 348 p.
3. Bukarov N. G., Kisel' E. E., Belyakova A. N. Assessment of metabolism in dairy cows by milk composition [Otsenka sostoyaniya obmena veshchestv doynykh korov po sostavu moloka]. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo*. 2015. № 4. P. 16–18.
4. Gorbatova K. K. *Biokhimiya moloka i molochnykh produktov* [Biochemistry of milk and dairy products]. St. Petersburg, GIOR Publ., 2003. 320 p.
5. Drugakova V. A. *Organizatsionno-tekhnologicheskie priemy upravleniya kachestvom moloka v molochnom skotovodstve: Avtoref. diss. ... kand. s.-kh. nauk* [Organizational and technological methods of milk quality management in dairy cattle breeding: PhD. agricultural sci. diss.]. Gorki, 2013. 22 p.
6. Lakin G. F. *Biometriya* [Biometrics]. Moscow, 1990. 352 p.
7. Mukhametgaliev N. N. *Ispol'zovanie geneticheskoy i paratipicheskoy izmenchivosti belkovogo sostava moloka korov dlya uluchsheniya tekhnologicheskikh svoystv syr'ya i povysheniya kachestva molochnykh produktov: Avtoref. diss. ... d-ra biol. nauk* [Using the genetic and paratypic variability of protein composition of milk to improve the technological properties of raw milk and improve the quality of dairy products: PhD. biol. sci.]. Kazan', 2006. 47 p.
8. Sycheva O. V. *Nauchno-prakticheskoe obosnovanie osnovnykh faktorov, formiruyushchikh kachestvo moloka-syr'ya v sovremennom proizvodstve: Avtoref. diss. ... d-ra s.-kh. nauk* [Scientific and practical substantiation of the main factors shaping the quality of raw milk in modern production: PhD. agricultural sci. diss.]. Kazan', 2006. 47 p.
9. Khaertdinov R. A., Gataullin A. M. *Seleksiya na povyshenie belkovosti i uluchshenie tekhnologicheskikh svoystv moloka* [Breeding to increase the protein content and improve the technological properties of milk]. Kazan', 2000. 132 p.
10. Chekmeneva N. Yu. Level of somatic cells in milk of ayrshire breed cows [Uroven' somaticheskikh kletok v moloke korov ayrshirskoy porody]. *Sbornik nauchnykh trudov VNIIGRZH*. St. Petersburg, 2011. P. 82–86.
11. Shidlovskaya V. P. *Organolepticheskie svoystva moloka i molochnykh produktov* [Organoleptic properties of milk and dairy products]. Moscow, 2004. 360 p.
12. Eysner F. F. *Ispol'zovanie selektsionnykh priznakov v skotovodstve* [Using of selection indicators in the cattle breeding]. Kiev, 1976. 136 p.
13. Ernst L. K. *Geneticheskie osnovy i metody razvedeniya krupnogo rogatogo skota* [Genetic basis and methods of cattle breeding]. Moscow, 1977. P. 130–170.
14. CDI, Breed Performance Statistics, 2011. Available at: <http://www.brownswiss.org/forms/CDI%20stats%202011.pdf>. (accessed 20.11.2015).

Поступила в редакцию 24.12.2015