

А.А. Белооков¹, ✉
О.В. Белоокова¹,
О.В. Горелик²,
М.Б. Ребезов^{2, 3}

¹ Южно-Уральский государственный аграрный университет, Троицк, Российская Федерация

² Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Российская Федерация

³ Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова Российской академии наук, Москва, Российская Федерация

✉ belookov@yandex.ru

Поступила в редакцию:
03.11.2022

Одобрена после рецензирования:
01.12.2022

Принята к публикации:
15.02.2023

Alexey A. Belookov¹, ✉
Oksana V. Belookova¹,
Olga V. Gorelik²,
Maksim B. Rebezov^{2, 3}

¹ South Ural State Agrarian University, Troitsk, Russian Federation

² Ural State Agrarian University, Yekaterinburg, Russian Federation

³ V.M. Gorbатов Federal Scientific Center of Food Systems of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

✉ belookov@yandex.ru

Received by the editorial office:
03.11.2022

Accepted in revised:
01.12.2022

Accepted for publication:
15.02.2023

Состав и свойства молока коров черно-пестрой породы разных генотипов

РЕЗЮМЕ

Актуальность. В работе представлены данные о зависимости между линейной принадлежностью коров черно-пестрой породы и их молочной продуктивностью, химическим составом и технологическими свойствами молока.

Результаты. По результатам проведенных исследований установлено, что по первой лактации лучшими по молочной продуктивности были потомки линии Монтвик Чифтейна (8272,0–95679 кг), что больше на 3,3–4,8%, чем у сверстниц из других линий. Самое высокое содержание жира в молоке отмечено у первотелок линии Аннас Адема 30587, которые отличались более низким удоем, но высоким содержанием жира в молоке. Жирность молока составила 4,99% и была выше, чем в молоке коров других линий, на 0,61–0,96%. Среди половозрастных животных наибольшая молочная продуктивность наблюдалась у потомков линии Монтвик Чифтейна 95679. По содержанию сухого вещества и жира в молоке коровы линии Аннас Адема 30587 превосходили животных других линий на 0,39–0,51% и 0,42–0,55% соответственно. Молоко коров линии Пабст Говернор 882933 содержало белка больше на 0,05–0,08%, чем молоко других групп.

Ключевые слова: скотоводство, порода, продуктивность, состав и свойства молока

Для цитирования: Белооков А.А., Белоокова О.В., Горелик О.В., Ребезов М.Б. Состав и свойства молока коров черно-пестрой породы разных генотипов. *Аграрная наука*. 2023; 368 (3): 62–69, <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-368-3-62-69>

© Белооков А.А., Белоокова О.В., Горелик О.В., Ребезов М.Б.

The composition and properties of the milk of black-and-white cows of different genotypes

ABSTRACT

Relevance. The paper presents data on the relationship between the linear affiliation of black-and-white cows and their milk productivity, chemical composition and technological properties of milk.

Results. According to the results of the conducted studies, it was found that for the first lactation, the descendants of the Montvik Chieftain line (8272.0–95679 kg) were the best in terms of milk productivity, which is 3.3–4.8% more than those of their peers from other lines. The highest fat content in milk was observed in the first heifers of the Annas Adema 30587 line, which differed in lower milk yield, but high fat content in milk. The fat content of milk was 4.99% and was higher than in the milk of cows of other lines by 0.61–0.96%. Among full-aged animals, the greatest milk productivity was observed in the descendants of the Montwick Chieftain 95679 line. In terms of the content of dry matter and fat in milk, cows of the Annas Adema 30587 line outperformed animals of other lines by 0.39–0.51% and 0.42–0.55% respectively. Milk of cows of the Pabst Governor 882933 line contained 0.05–0.08% more protein than milk of other groups.

Key words: cattle breeding, breed, productivity, composition and properties of milk

For citation: Belookov A.A., Belookova O.V., Gorelik O.V., Rebezov M.B. The composition and properties of the milk of black-and-white cows of different genotypes. *Agrarian science*. 2023; 368 (3): 62–69, <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-368-3-62-69> (In Russian).

© Belookov A.A., Belookova O.V., Gorelik O.V., Rebezov M.B.

Введение / Introduction

В современных условиях наиболее острой является проблема повышения продуктивных качеств коров в молочных стадах. Существенное повышение молочной продуктивности коров связано с интенсификацией молочного скотоводства, которая основана на высоком уровне племенной работы. В последние десятилетия в различных регионах России с учетом природно-климатических условий проводится работа по созданию новых типов черно-пестрой породы путем скрещивания местного скота с более высокопродуктивным и технологичным голштинским [1–3].

Принадлежность к определенной линии оказывает влияние на молочную продуктивность коров, состав и технологические свойства молока. На современном этапе экономического и социального развития России животноводство остается одной из важнейших отраслей сельского хозяйства. Увеличение производства животноводческой продукции служит показателем роста благосостояния народа. Исключительно важное значение придается качественному совершенствованию разводимых пород скота. Ориентация животноводства на интенсивный путь развития предъявляет повышенные требования к молочным породам скота, в том числе и к черно-пестрой [4–7].

При интенсификации молочного скотоводства усиливается межпородная конкуренция, которая ведет к расширению ареала и росту численности лучших пород животных. В связи с этим дальнейшее совершенствование черно-пестрой породы крупного рогатого скота в направлении повышения молочной и мясной продуктивности, пригодности к условиям современных технологий приобретает особую актуальность [8–10].

Для улучшения племенных и продуктивных качеств черно-пестрых животных наряду с применением мировых генетических ресурсов (в частности, голштинских производителей) немаловажное значение имеют внутрипородные ресурсы: высокая молочная продуктивность, хорошая акклиматизация, спокойный нрав и другие [11, 12].

Черно-пестрая порода скота молочного направления продуктивности занимает в России одно из ведущих мест по производству молока. Ареал ее распространения — Северо-Западный регион, центральные районы России, Урал и Сибирь, Крайний Север, Дальний Восток и другие [13, 14].

Для улучшения пригодности черно-пестрых животных к использованию на фермах с интенсивной технологией производства молока и мяса создаются новые методы и программы селекции.

Опыт свидетельствует, что качественное совершенствование черно-пестрого скота можно успешно проводить путем целенаправленной внутрипородной селекции. Одним из более эффективных методов совершенствования породы является разведение по линиям. Эта важная форма включает в себя такие методы, как отбор, подбор, родственное и неродственное спаривание, работу с линиями и семействами [15, 16].

В хозяйствах европейской части России, в том числе в Подмосковье, разводится несколько линий крупного рогатого скота черно-пестрой породы. Для эффективности повышения производства молока необходимо выявить среди черно-пестрой породы линии, способные лучше использовать корма, быть более жизнеспособными, отличаться большей продуктивностью и жирно-молочностью, иметь наилучшие морфофункциональные свойства вымени.

Следовательно, вопрос изучения молочной продуктивности, состава и свойств молока коров черно-пестрой голштинизированной породы разных линий в условиях Центрального региона России является актуальным, имеет большой научный и практический интерес.

Цель работы — сравнительное изучение химического состава, технологических свойств и полноценности молока коров черно-пестрой породы разных линий.

Материал и методы исследования / Material and methods

Научно-хозяйственный опыт был проведен в условиях ЗАО «Племрепродуктор «Васильевское»», состоящий из нескольких комплексов, расположенных по адресам:

- Московская обл., Сергиево-Посадский р-н, с. Васильевское, д. 26/1;
- Московская обл., Сергиево-Посадский р-н, с. Алферьево;
- Московская обл., Сергиево-Посадский р-н, д. Ярыгино;
- Московская обл., Сергиево-Посадский р-н, с. Озерцево.

Для проведения научно-хозяйственного опыта были сформированы три группы коров (по 15 голов в каждой) с учетом линейного происхождения, возраста и продуктивности. В 1-ю группу вошли коровы линии Аннас Адема 30587, во 2-ю — Монтвик Чифтейна 95679, в 3-ю — Пабст Говернор 882933 (рис. 1).

В период исследований животные находились в одинаковых условиях кормления и содержания. Использовали методики зоотехнических, биохимических и экономических исследований с применением современного сертифицированного оборудования.

Результаты опыта были обработаны биометрически при помощи персонального компьютера (программа Microsoft Office Excel) с применением критерия достоверности по Стьюденту с использованием приложения Excel из программного пакета Office XP и Statistica.

Рис. 1. Схема опыта

Fig. 1. Experience diagram



Результаты и обсуждение / Results and discussion

В таблице 1 представлены результаты оценки молочной продуктивности коров разных линий. Среди оцениваемых линий по первой лактации лучшими по удою оказались потомки линии Монтвик Чифтейна 95679. От них получили $8272 \pm 103,7$ кг, что больше на 267–381 кг, или на 3,3–4,8%, по сравнению со сверстницами из других линий. Самое большое содержание жира в молоке отмечено у первотелок линии Аннас Адема 30587. Этот показатель составлял $4,99 \pm 0,03\%$ и был выше на 0,96–0,61%, соответственно по линиям. При этом следует отметить высокий уровень достоверности $p \leq 0,001$ в пользу первотелок линии Аннас Адема 30587. Лучшие показатели по содержанию белка в молоке оказались в группе коров линии Монтвик Чифтейна 95679.

Животные этой линии имели более высокие показатели продуктивности и по второй лактации. Разница в их пользу составила 690 кг (Аннас Адема 30587) и 136 кг (Пабст Говернер 882933) соответственно. Установлена достоверная разница по удою за вторую лактацию между линией Монтвик Чифтейна 95679 и линией Аннас Адема 30587 в пользу первой при $p \leq 0,05$. По качественным показателям молока между линиями наблюдалась такая же закономерность, как и по первой лактации. Разница по содержанию жира в молоке была достоверной в пользу коров линии Аннас Адема 30587 при $p \leq 0,001$.

Среди половозрастных животных наибольшая продуктивность наблюдалась у потомков линии Монтвик Чифтейна 95679. Буквально на 16 кг молока за лактацию

Таблица 1. Молочная продуктивность коров разных линий ($X \pm Sx, n = 15$)

Table 1. Milk productivity of cows of different lines ($X \pm Sx, n = 15$)

Показатель	Линия		
	Аннас Адема 30587	Монтвик Чифтейн 95679	Пабст Говернор 882933
1-я лактация			
Число голов	68	132	136
Удой, кг	$7891 \pm 98,6$	$8272 \pm 103,7$	$8005 \pm 118,7$
МДЖ, %	$4,99 \pm 0,03$	$4,03 \pm 0,02$	$4,31 \pm 0,03$
МДБ, %	$3,21 \pm 0,02$	$3,25 \pm 0,02$	$3,21 \pm 0,01$
Живая масса, кг	$475,0 \pm 3,7$	$496,0 \pm 2,8$	$495,0 \pm 3,2$
2-я лактация			
Число голов	20	30	23
Удой, кг	$8212 \pm 121,6$	$8902 \pm 98,9$	$8766 \pm 132,5$
МДЖ, %	$4,84 \pm 0,04$	$4,16 \pm 0,04$	$4,44 \pm 0,04$
МДБ, %	$3,24 \pm 0,03$	$3,25 \pm 0,02$	$3,28 \pm 0,01$
Живая масса, кг	$533,0 \pm 3,2$	$526,0 \pm 4,1$	$523,0 \pm 3,1$
3-я лактация и старше			
Число голов	8	13	9
Удой, кг	$9652 \pm 123,4$	$9668 \pm 137,4$	$9229 \pm 106,3$
МДЖ, %	$4,99 \pm 0,04$	$4,23 \pm 0,03$	$4,14 \pm 0,03$
МДБ, %	$3,26 \pm 0,01$	$3,25 \pm 0,01$	$3,24 \pm 0,02$
Живая масса, кг	$559,0 \pm 3,9$	$542,0 \pm 3,2$	$538,0 \pm 3,4$
В среднем по линии			
Число голов	96	175	168
Удой, кг	$8585 \pm 99,5$	$8947 \pm 109,7$	$8667 \pm 112,4$
МДЖ, %	$4,97 \pm 0,04$	$4,15 \pm 0,04$	$4,31 \pm 0,03$
МДБ, %	$3,24 \pm 0,02$	$3,25 \pm 0,01$	$3,26 \pm 0,02$
Живая масса, кг	$539,0 \pm 3,3$	$537,0 \pm 4,2$	$529,0 \pm 2,9$

Таблица 2. Количество молочного жира и молочного белка, кг ($X \pm Sx, n = 15$)

Table 2. Amount of milk fat and milk protein, kg ($X \pm Sx, n = 15$)

Показатель	Линия		
	Аннас Адема 30587	Монтвик Чифтейн 95679	Пабст Говернор 882933
1-я лактация			
Количество молочного жира, кг	$394,0 \pm 6,09^{**}$	$333,0 \pm 6,16$	$345,0 \pm 1,55$
Количество молочного белка, кг	$253,0 \pm 3,11$	$269,0 \pm 4,06^{**}$	$257,0 \pm 4,12^*$
Сумма молочного жира и молочного белка, кг	$647,0 \pm 8,76^{**}$	$602,0 \pm 9,18$	$602,0 \pm 6,01$
Выход питательных веществ на 100 кг живой массы, кг	$136,0 \pm 2,10^{**}$	$121,0 \pm 3,71$	$121,0 \pm 1,61$
2-я лактация			
Количество молочного жира, кг	$397,0 \pm 6,08^*$	$370,0 \pm 3,23$	$389,0 \pm 2,10$
Количество молочного белка, кг	$266,0 \pm 6,88$	$289,0 \pm 3,15^{**}$	$288,0 \pm 2,48^{**}$
Сумма молочного жира и молочного белка, кг	$663,0 \pm 11,03$	$659,0 \pm 6,26$	$677,0 \pm 2,39^*$
Выход питательных веществ на 100 кг живой массы, кг	$124,0 \pm 3,90$	$125,0 \pm 2,85$	$129,0 \pm 2,16$
3-я лактация и старше			
Количество молочного жира, кг	$482,0 \pm 3,48^{***}$	$409,0 \pm 5,64^*$	$382,0 \pm 8,06$
Количество молочного белка, кг	$315,0 \pm 5,52^*$	$314,0 \pm 2,10^{**}$	$299,0 \pm 1,96$
Сумма молочного жира и молочного белка, кг	$797,0 \pm 4,29^{***}$	$723,0 \pm 4,12^{**}$	$681,0 \pm 4,89$
Выход питательных веществ на 100 кг живой массы, кг	$143,0 \pm 2,86^{***}$	$133,0 \pm 3,39^*$	$126,0 \pm 5,80$
В среднем по линии			
Количество молочного жира, кг	$427,0 \pm 7,45^{***}$	$371,0 \pm 3,00$	$374,0 \pm 4,77$
Количество молочного белка, кг	$278,0 \pm 1,54$	$290,0 \pm 2,75^*$	$289,0 \pm 4,42$
Сумма молочного жира и молочного белка, кг	$705,0 \pm 3,86^{***}$	$661,0 \pm 3,12$	$657,0 \pm 4,71$
Выход питательных веществ на 100 кг живой массы, кг	$131,0 \pm 3,65^{**}$	$123,0 \pm 1,24$	$124,0 \pm 1,97$

Примечания: * — $p \leq 0,05$; ** — $p \leq 0,01$; *** — $p \leq 0,001$

им уступали коровы линии Аннас Адема 30587. Между линиями Монтвик Чифтейн 95679 и Пабст Говернора 882933 была установлена достоверная разница по удою при $p \leq 0,05$.

Нами были проведены расчеты по выходу питательных веществ с молоком за лактацию (табл. 2). Как видно из данных таблицы по 1-й лактации, от коров линии Аннас Адема 30587 достоверно больше было получено молочного жира на 61,0 и 49 кг, чем от животных других линий, соответственно. По количеству молочного белка превосходство было на стороне коров линии Монтвик Чифтейн 95679.

С молоком коров этой линии получили 269,0 кг, в то время как в группе животных линии Аннас Адема 30587 этот показатель составил 253,0 кг, а Пабст Говернор 882933 — 257,0 кг. Выход питательных веществ на 100 кг живой массы коровы максимальным был у коров линии Аннас Адема 30587 и составил 136,0 кг, а у животных двух других линий он был меньше на 12,4%.

При анализе показателей животных по 2-й лактации установлено следующее: достоверно больше всего молочного жира было получено от животных линии Аннас Адема 30587 (397,0 кг), белка — от коров линии Монтвик Чифтейн 95679 (289,0 кг). Наибольший выход питательных веществ на 100 кг живой массы был у животных линии Пабст Говернор 882933 (129,0 кг), а наименьший — у коров линии Аннас Адема 30587 (124,0 кг).

По 3-й лактации и старше достоверно больше всего молочного жира было получено от коров линии Аннас Адема 30587 (482,0 кг), что больше, чем в других группах на 73,0 кг и 100 кг соответственно. По количеству молочного белка превосходство также было за животными линии Аннас Адема 30587 (315,0 кг), что выше, чем в других группах, на 1,0 кг и 16,0 кг соответственно. Выход питательных веществ на 100 кг живой массы достоверно наибольшим был у животных линии Аннас Адема 30587 (143,0 кг), а минимальным — у коров линии Пабст Говернор 882933 (126,0 кг), разница составила 13,5%.

Коэффициенты биологической эффективности коровы (БЭК) и биологической полноценности (КБП) показывают, насколько эффективно корова использует питательные вещества корма, перерабатывая и выделяя их с молоком в виде сухого вещества и СОМО (рис. 2).

Наиболее высокий коэффициент биологической эффективности коров установлен у линий Аннас Адема 30587 и Монтвик Чифтейна 95679, а коэффициент биологической полноценности — у линий Монтвик Чифтейна 95679 и Пабст Говернор 882933. Поскольку на коэффициенты наряду с удоем влияют также и показатели сухого вещества и СОМО молока, то можно сказать, что в молоке коров первых двух линий было большее содержание сухого вещества за счет повышенной массовой доли жира, а других двух линий — за счет СОМО, а именно двух составляющих — белка и лактозы.

Таким образом, можно сделать общий вывод: принадлежность к линии оказывает влияние на продуктивные качества коров. По удою лучшими оказались животные линии Монтвик Чифтейна 95679, а по качественным показателям отличалось молоко коров линии Аннас Адема 30587.

Состав и свойства молока обусловлены многими факторами, в том числе и наследственными. Изучение физико-химических показателей молока коров разных линий показало, что они незначительно отличались между собой (табл. 3).

В результате исследований были получены разные данные по содержанию сухого вещества и жира в молоке разных линий. Отмечено превосходство линии Аннас Адема 30587 над другими линиями по содержанию сухого вещества молока на 0,51% и 0,39% соответственно.

Таблица 3. Физико-химические показатели молока (n = 3, X ± Sx)
Table 3. Physico-chemical parameters of milk (n = 3, X ± Sx)

Показатель	Линия		
	Аннас Адема 30587	Монтвик Чифтейн 95679	Пабст Говернор 882933
Сухое вещество, %	13,74 ± 0,12	13,23 ± 0,09	13,35 ± 0,18
СОМО, %	8,93 ± 0,07	8,97 ± 0,08	8,96 ± 0,08
Жир, %	4,81 ± 0,04	4,26 ± 0,02	4,39 ± 0,03
Белок, %	3,23 ± 0,02	3,26 ± 0,03	3,31 ± 0,03
Плотность, г/см ³	1,030 ± 0,00	1,029 ± 0,002	1,028 ± 0,002
Кислотность, Т	16,2 ± 0,05	16,8 ± 0,03	17,0 ± 0,02

Рис. 2. Коэффициенты биологической эффективности и полноценности коров

Fig. 2. Coefficients of biological efficiency and usefulness of cows

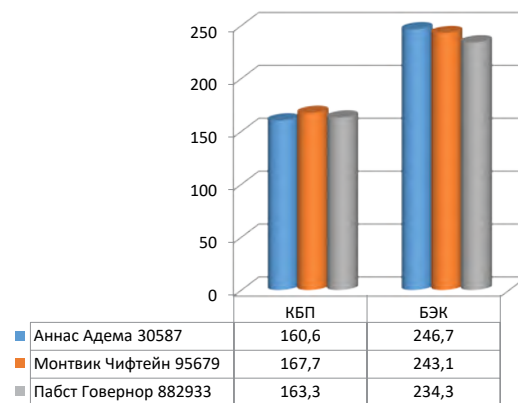
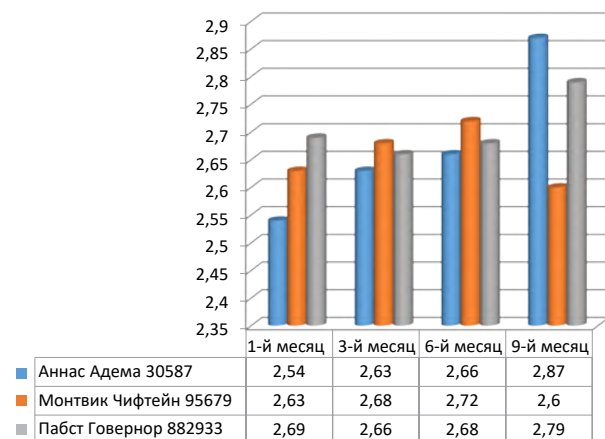


Рис. 3. Содержание казеина в молоке, %

Fig. 3. Casein content in milk, %



По массовой доле жира это превосходство линии Аннас Адема 30587 составляло от 0,55% (по сравнению с Монтвик Чифтейн 95679) до 0,42% (по сравнению с Пабст Говернор 882933).

По содержанию белка в молоке выгодно отличались коровы линии Пабст Говернор 882933, у которых оно было выше на 0,05–0,08%, чем в других группах.

По плотности и кислотности особых различий в молоке коров разных линий не наблюдалось, но выявлена тенденция улучшения этих показателей у коров линии Аннас Адема 30587. Таким образом, молоко коров разных линий отличается между собой.

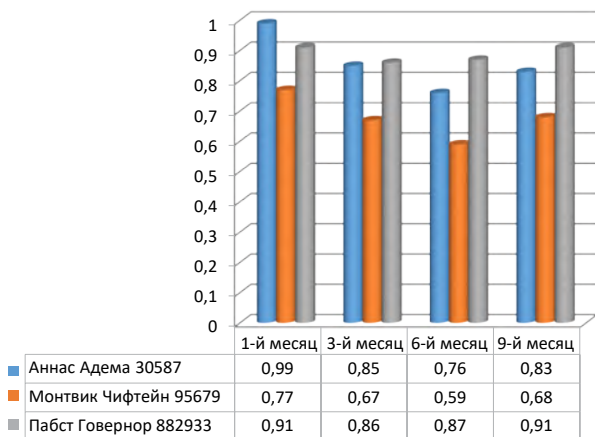
Наибольший интерес при использовании молока как сырья для сыроделия представляет казеин. Содержание его в молоке коров изменяется по периодам лактации (рис. 3).

Казеин — один из главных источников получения сыра. Чем больше его в молоке, тем выше выход сыра. В нашем опыте наибольшее содержание казеина было в молоке коров линии Пабст Говернор 882933 (2,71 ± 0,05% при p < 0,01), а более низкое — в молоке коров линии Аннас Адема 30587 (2,62 ± 0,12% при p < 0,05). Это объясняется общим содержанием белка в молоке коров опытных групп. Содержание казеина в молоке составляет 75–82% от общего белка молока.

Сывороточные белки не имеют большого значения при переработке молока, так как коагулируют под воздействием высоких температур (пастеризации). Однако

Рис. 4. Содержание сывороточных белков в молоке, %

Fig. 4. The content of whey proteins in milk, %



за счет их способности взаимодействовать с белковыми оболочками жировых шариков оказывает определенное влияние на выход молочных продуктов, то есть от их количества зависит выход продуктов (рис. 4).

Превосходство по содержанию сывороточных белков в молоке имели коровы линии Пабст Говернор 882933 ($0,89 \pm 0,01\%$ при $p < 0,001$). Они превосходили коров других групп на 0,07% и 0,13% соответственно.

Подобные данные получены при расчете содержания сывороточных белков в процентах к общему белку. По периодам лактации содержание сывороточных белков изменялось следующим образом: их количество уменьшалось с 1-го по 9-й месяц лактации, и лишь в молоке коров линии Аннас Адема 30587 и Монтвик Чифтейн 95679 их количество несколько увеличилось в 9-й месяц лактации в сравнении с 6-м месяцем.

Для производства сыра требуется молоко, которое наряду с нормальным физико-химическим составом и микробиологическими показателями характеризуется определенными технологическими свойствами [17].

Одно из главных технологических свойств молока при его переработке в сыр — способность свертываться под действием сычужного фермента.

Продолжительность свертывания молока животных опытных групп сычужным ферментом показала, что оно

Таблица 4. Сычужная свертываемость молока, мин., сек.
Table 4. Rennet coagulability of milk, min, sec

Показатель	Месяц лактации	Линия		
		Аннас Адема 30587	Монтвик Чифтейн 95679	Пабст Говернор 882933
Общая продолжительность	1-й	25'30"	35'45"	35'50"
	3-й	27'15"	32'35"	30'30"
	6-й	21'45"	28'20"	36'50"
	9-й	28'45"	32'45"	37'50"
	В среднем	25'56" ± 1,36***	32'11" ± 1,29*	35'35" ± 1,41
Фаза коагуляции	1-й	21'20"	26'45"	26'40"
	3-й	22'05"	28'40"	26'45"
	6-й	14'20"	20'45"	28'40"
	9-й	23'45"	28'05"	29'15"
	В среднем	20'15" ± 1,64***	26'09" ± 1,58*	28'00" ± 0,51***
Фаза гелеобразования	1-й	4'30"	7'10"	9'40"
	3-й	5'40"	4'25"	3'45"
	6-й	6'55"	7'35"	8'40"
	9-й	5'30"	4'45"	8'35"
	В среднем	5'46 ± 0,40	6'02" ± 0,97	7'35" ± 0,98

Примечания: * — $p \leq 0,05$; *** — $p \leq 0,001$

по этому показателю во все периоды лактации и в среднем за лактацию отнесено ко второму типу, наиболее пригодному для производства сыра (табл. 4).

Фаза коагуляции молока коров линии Аннас Адема 30587 была короче, чем в других группах ($p < 0,001$) на 5'54"–7'45", а более длительной — у молока коров линии Пабст Говернор 882933. Лучшей скоростью свертывания под действием сычужного фермента отличалось молоко коров Аннас Адема 30587. Общая продолжительность свертываемости молока в этой группе была меньше, чем в других группах, на 6'15"–9'39" ($p < 0,001$). Получена достоверная разница по сычужной свертываемости молока в группе коров линии Монтвик Чифтейн 95679, где общая продолжительность свертывания молока в присутствии сычужного фермента составила $32'18" \pm 1,29$ ($p < 0,05$). В группе коров линии Пабст Говернор 882933 она была выше — $35'35" \pm 1,41$ мин. Это объясняется различными размером и массой мицелл казеина, содержанием казеина в молоке, его фракционным составом, которые были лучшими в молоке коров линии Аннас Адема 30587.

Выявлены значительные различия в скорости свертывания молока под действием сычужного фермента по периодам лактации. Продолжительность свертывания молока снижалась с 1-го по 6-й месяц лактации. В 6-м месяце лактации отмечалась самая короткая фаза коагуляции, следовательно, и общая продолжительность свертываемости (исключение составляла лишь Пабст Говернор 882933). Это связано с тем, что с 1-го по 6-й месяц лактации растет средний размер мицелл казеина. В это время общая продолжительность свертывания молока под действием сычужного фермента уменьшилась у молока коров из линии Аннас Адема 30587 на 4'35", в молоке коров линии Монтвик Чифтейн 95679 — на 7'25". В молоке коров линии Пабст Говернор 882933 лучшие показатели сычужной свертываемости молока установлены в 3-й месяц лактации — 30'30".

Важное значение для характеристики пригодности молока в сыроделии имеет продолжительность фазы гелеобразования, от которой зависит качество сгустка. Чем короче фаза гелеобразования, тем плотнее сгусток. Наиболее короткой фазой гелеобразования характеризовалось молоко коров линии Аннас Адема 30587, в молоке коров линии Пабст Говернор 882933 фаза гелеобразования была высокой. В 3-й месяц лактации фаза гелеобразования уменьшилась в сравнении

с 1-м месяцем, соответственно, у молока коров линий Монтвик Чифтейн 95679 и Пабст Говернор 882933 на 2'45" и 5'25". В молоке коров линии Аннас Адема 30587 она увеличилась на 0'40". Затем в 6-й месяц лактации фаза гелеобразования увеличилась в сравнении с 3-м месяцем и к концу лактации уменьшилась.

Сычужная свертываемость молока, а также продолжительность фазы гелеобразования в значительной степени связаны с размером мицелл казеина и содержанием в нем α - и β -казеина. В молоке коров линии Аннас Адема 30587, вероятно, были самые крупные мицеллы казеина, и в самом казеине молока содержалось большее количество α - и β -фракции, чем в молоке коров линий Монтвик Чифтейн 95679 и Пабст Говернор 882933. Несмотря на то что в молоке коров линии Пабст Говернор 882933 отмечено большое количество α -казеина, мицеллы его, вероятно, самые мелкие, чем и объясняются худшие показатели сычужной свертываемости молока.

Различия в продолжительности образования сгустка в значительной мере повлияли на продолжительность обработки сырного зерна (табл. 5).

Так, длительность обработки сырного зерна была самой низкой в группе коров линии Аннас Адема 30587 при $p < 0,001$. У линии Монтвик Чифтейн 95679 продолжительность обработки была больше на 28 мин. По периодам лактации меньшая продолжительность обработки зерна наблюдалась в 1-й месяц. В остальные месяцы лактации она была почти одинакова. Исключение составляло молоко коров Монтвик Чифтейн 95679, где продолжительность обработки зерна возрастала с ходом лактации, хотя скорость формирования сгустка не увеличивалась. Это объясняется тем, что из молока коров этой группы образовывался очень слабый сгусток.

В таблице 6 представлены данные о технологических показателях нормализованного молока, использованного для выработки сыра в зависимости от линейной принадлежности животных.

Для свертывания 100 кг молока всех подопытных коров требовалось различное количество сычужного фермента одинаковой крепости. Меньше всего фермента израсходовали на свертывание молока от коров Аннас Адема 30587. В других группах количество сычужного фермента на свертывание 100 кг молока было больше на 3,5–41,5 мл, или на 1,9–2,3%.

Степень использования сухого вещества, жира из нормализованного молока была выше у молока коров Аннас Адема 30587 — 39,7% и 84,2% соответственно. Низкие показатели по использованию сухого вещества молока отмечены в молоке коров линии Монтвик Чифтейн 95679, а жира — Пабст Говернор 882933. Однако разница между группами статистически недостоверна. Молоко коров Аннас Адема 30587 характеризовалось во все периоды лактации и в среднем за лактацию большим диаметром и массой мицелл казеина, большим содержанием α - и β -казеина. Все эти показатели дают в целом возможность лучше использовать белок молока. Что же касается жира нормализованной смеси, то низкий процент использования его из молока коров линии Монтвик Чифтейн 95679 объясняется тем, что в нем много жировых шариков небольшого диаметра.

Важнейшим показателем, характеризующим технологические свойства молока, является расход нормализованного молока на 1 кг зрелого сыра. Исследования показывают, что наименьший расход смеси на 1 кг готового продукта был в группе коров линии Аннас Адема 30587. У молока коров линии Монтвик Чифтейн 95679 и Пабст Говернор 882933 расход смеси был выше на 1,2–2,2 кг относительно линии Аннас Адема 30587.

Анализируя полученные результаты, можно сделать заключение, что молоко коров линии Аннас Адема 30587 характеризовалось лучшей свертываемостью под воздействием сычужного фермента, сгусток из молока коров этой группы отличался плотностью и эластичностью. Лучшим для сыроделия оказалось молоко, полученное в середине лактации. Расход нормализованного молока на 1 кг готового сыра был более низким в группе коров линии Аннас Адема 30587.

В ходе опыта был проведен расчет экономической эффективности производства молока (табл. 7). Приведенные материалы выполнены в расчете на одну корову.

Средняя цена реализации, сложившаяся в хозяйстве в 2021 г., составляла 26 руб. 70 коп. за 1 кг молока, себестоимость 1 кг молока была на уровне 23,8 руб.

Таблица 5. Продолжительность технологических операций при выработке сыра, мин.
Table 5. Duration of technological operations during cheese production, min.

Операция	Месяц лактации	Линия		
		Аннас Адема 30587	Монтвик Чифтейн 95679	Пабст Говернор 882933
Продолжительность свертывания молока	1-й	18	34	33
	3-й	18	56	36
	6-й	19	48	35
	9-й	18	48	51
	В среднем	18 ± 0,03***	46 ± 2,91**	3913,47*
Обработка зерна	1-й	43	63	58
	3-й	48	71	68
	6-й	50	83	76
	9-й	49	85	80
	В среднем	48 ± 1,37***	76 ± 4,50	71 ± 4,21*

Примечания: * — $p \leq 0,05$; ** — $p \leq 0,01$; *** — $p \leq 0,001$

Таблица 6. Технологические свойства нормализованного молока
Table 6. Technological properties of normalized milk

Показатель	Линия		
	Аннас Адема 30587	Монтвик Чифтейн 95679	Пабст Говернор 882933
Количество сычужного фермента одинаковой крепости на 100 кг молока, мл	180,5	184,0	222,0
Степень использования сухого вещества, %	39,7	32,6	35,9
Степень использования жира, %	84,2	79,4	78,6
Расход нормализованного молока на 1 кг зрелого сыра, кг	12,20	14,40	13,40

Таблица 7. Эффективность производства молока коровами разных линий
Table 7. Efficiency of milk production by cows of different lines

Показатель	Линия		
	Аннас Адема 30587	Монтвик Чифтейн 95679	Пабст Говернор 882933
Удой за лактацию, кг	8585	8947	8667
МДЖ, %	4,97	4,15	4,31
МДБ, %	3,24	3,25	3,26
Удой в пересчете на базисную жирность (3,4%), кг	12 549	10 921	10 986
Себестоимость молока от одной коровы, руб.	225 301	201 437	201 620
Выручка от реализации молока от одной коровы, руб.	269 804	224 972	226 312
Прибыль от реализации молока от одной коровы, руб.	44 501	23 535	24 692
Уровень рентабельности, %	19,8	11,7	12,5

Как видно из данных таблицы 6, при одинаковой себестоимости и цене реализации прибыль, полученная от коров в зависимости от принадлежности к линии, различалась. Самую большую прибыль в денежном выражении получили от коров линии Аннас Адема 30587. Она составила 269 804 руб., что больше, чем от коров

других линий, на 19 809–20 966 руб. На втором месте оказались коровы из линии Пабст Говернор 882933. В этих группах была выше и рентабельность производства молока.

Наименьший уровень рентабельности производства молока был в группе коров, принадлежащих линии Монтвик Чифтейн 95679, — 11,7%, а наибольший — в группе Аннас Адема 30587 (19,8%).

В соответствии с полученными данными можно сделать вывод: линейная принадлежность оказывает влияние на эффективность производства молока, что отражается на уровне рентабельности.

Выводы / Conclusion

Изучение влияния происхождения на молочную продуктивность, состав и технологические свойства молока коров голштинизированного черно-пестрого скота в условиях разведения Центрального федерального округа показало, что принадлежность их к линии оказывает достоверное влияние на продуктивные качества коров.

Потомки линии Монтвик Чифтейн 95679 по первой лактации показали лучшие удои ($8272 \pm 103,7$ кг) по сравнению с аналогами других линий. Разница составила 267–381 кг, или на 3,3–4,8%.

Первотелки линии Аннас Адема 30587 отличались более низким удоем, но высоким содержанием жира в молоке (4,99%), что больше на 0,96–0,61% по сравнению с двумя другими линиями при $p \leq 0,001$.

Лучшие показатели по массовой доле белка в молоке оказались в группе коров линии Монтвик Чифтейн 95679.

Среди половозрастных животных наибольшая продуктивность наблюдалась у потомков линии Монтвик Чифтейн 95679. Коровы линии Аннас Адема 30587 значительно уступали им по удою. Между линиями Монтвик Чифтейн 95679 и Пабст Говернор 882933 была установлена достоверная разница по удою в пользу первой при $p \leq 0,05$.

В молоке коров линии Аннас Адема 30587 содержание сухого вещества на 0,51% и 0,39%, а содержание жира — на 0,55% и 0,42 % было больше, чем в молоке других линий.

По содержанию белка в молоке выгодно отличались коровы линии Пабст Говернор 882933, у которых оно было выше на 0,05–0,08%, чем в других группах.

Продолжительность свертывания молока животных опытных групп сычужным ферментом показала, что оно по этому показателю во все периоды лактации и в среднем за лактацию отнесено ко второму типу, наиболее пригодному для производства сыра. Фаза коагуляции у молока коров линии Аннас Адема 30587 была короче, чем в других группах ($p < 0,001$), на 5'54"–7'45", а более длительной — у молока коров линии Пабст Говернор 882933. Лучшей скоростью свертывания под действием сычужного фермента отличалось молоко коров Аннас Адема 30587. Общая продолжительность свертываемости молока в этой группе была меньше, чем в других группах, на 6'15"–9'39" ($p < 0,001$).

Самую большую прибыль в денежном выражении получили от коров линии Аннас Адема 30587. На втором месте оказались коровы линии Пабст Говернор 882933. В этих группах была выше и рентабельность производства молока.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors have made an equal contribution to this scientific work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ранделин А.В., Бармина Т.Н., Суркова С.А., Кайдулина А.А., Мохов А.С. Влияние линейной принадлежности на молочную продуктивность коров голштинской породы. *Разработка инновационных технологий производства животноводческого сырья и продуктов питания на основе современных биотехнологических методов. Материалы Международной научно-практической конференции.* 2016; 47–51. eLIBRARY ID: 26115606
2. Истранин Ю.В., Кишкевич О.М. Влияние линейной принадлежности и возраста отёла на молочную продуктивность коров-первотёлочек. *Зоотехническая наука Беларуси.* 2019; 54(2): 172–181. eLIBRARY ID: 42317615
3. Харлап С.Ю., Ребезов М.Б., Гриценко С.А., Сафронов С.Л., Бобылева И.В., Журавель В.В. Динамика воспроизводительных качеств коров в зависимости от длительности использования. *Аграрная наука.* 2022; 7–8: 93–97. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-93-97>
4. Кишкевич О.М. Влияние линейной принадлежности на молочную продуктивность коров-первотелочек. *Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. Материалы XXII Международной студенческой научной конференции.* 2019; 111–113. eLIBRARY ID: 43770728
5. Лебедева Е.С. Влияние линейной принадлежности на молочную продуктивность коров. *Современные направления развития науки в животноводстве и ветеринарной медицине. Материалы Международной научно-практической конференции.* 2021; 1: 138–142. eLIBRARY ID: 45772996
6. Довыденкова М.В. Изучение резистентности коров при заболелении маститом в зависимости от возраста лактации. *Аграрная наука.* 2021; 11–12(354): 27–31. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-354-11-12-27-31>
7. Игнатиева Н.Л., Немцева Е.Ю., Лаврентьев А.Ю. Зависимость молочной продуктивности голштинизированных коров черно-пестрой породы от их линейной принадлежности. *Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии.* 2018; 2(5): 32–36.

REFERENCES

1. Randelin A.V., Barmina T.N., Surkova S.A., Kaidulina A.A., Mokhov A.S. The influence of linear affiliation on the dairy productivity of Holstein cows. *Development of innovative technologies for the production of animal raw materials and food products based on modern biotechnological methods. Materials of the International Scientific and Practical Conference.* 2016; 47–51. eLIBRARY ID: 26115606 (In Russian).
2. Istranin Y.V., Kishkevich O.M. Effect of linear affiliation and calving age on dairy performance of first-calf cows. *Zootechnical science of Belarus.* 2019; 54(2): 172–181. eLIBRARY ID: 42317615 (In Russian).
3. Kharlap S.Yu., Rebezov M.B., Gritsenko S.A., Safronov S.L., Bobyleva I.V., Zhuravel V.V. Dynamics of reproductive qualities of cows depending on the productive longevity. *Agrarian science.* 2022; 7–8: 93–97. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-93-97> (In Russian).
4. Kishkevich O.M. The influence of linear affiliation on the dairy productivity of first-calf cows. *Actual problems of intensive development of animal husbandry. Materials of the XXII International Student Scientific Conference.* 2019; 111–113. eLIBRARY ID: 43770728 (In Russian).
5. Lebedeva E.S. The influence of linear affiliation on the dairy productivity of cows. *Modern trends in the development of science in animal husbandry and veterinary medicine. Materials of the International Scientific and practical conference.* 2021; 1: 138–142. eLIBRARY ID: 45772996 (In Russian).
6. Dovydenkova M.V. Study of the resistance of cows with mastitis depending on the age of lactation. *Agrarian science.* 2021; 11–12(354): 27–31. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-354-11-12-27-31> (In Russian).
7. Ignatieva N.L., Nemtseva E.Yu., Lavrentiev A.Yu. Milk yield of holsteinized cows in black-motley breed depending on their linear supplies. *Vestnik Chuvash Agricultural Academy.* 2018; 2(5): 32–36. (In Russian).

8. Fedoseeva N.A., Gorelik O.V., Gorelik A.S., Belookov A.A., Mizheviki-na A.S. Evaluation of the efficiency of using black-mottled cows of the Ural type. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall*. 2021; 677: 22105. eLIBRARY ID: 45275843
9. Gorelik O. *et al.* Effect of bio-preparation on physiological status of dry cows *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*. 2019; 8(7): 559–62.
10. Басонов О.А., Воробьева Н.В., Тайгунов М.Е., Басонова С.С. Молочная продуктивность голштинизированного черно-пестрого скота. *Зоотехния*. 2010; 7: 15–17. eLIBRARY ID: 15110748
11. Терентьева Е.А. Характеристика молочной продуктивности полновозрастных голштинизированных коров черно-пестрой породы. *Идеи молодых ученых — агропромышленному комплексу: зоотехния, ветеринария и технология переработки сельскохозяйственной продукции. Материалы студенческой научной конференции Института ветеринарной медицины*. 2019; 304–309. eLIBRARY ID: 38515363
12. Алексеева Е.И., Лещук Т.Л., Сиюткина Г.А. Селекционно-генетические параметры молочного стада черно-пестрой породы. *Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий. Сборник VI Всероссийской (национальной) научной конференции с международным участием*. Новосибирск. 2021; 252–255. eLIBRARY ID: 47328676
13. Танана Л.А., Петрушко И.С., Вертинская О.В. Особенности мясной продуктивности чистопородного черно-пестрого и герефорд х черно-пестрого молодняка. *Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства*. 2011; 14-2: 42–50. eLIBRARY ID: 37692225
14. Лефлер Т.Ф., Нагибина А.А., Сидоренкова И.В. Влияние генетических факторов на белкомолочность коров черно-пестрой породы красной породы. *Проблемы и перспективы устойчивого развития агропромышленного комплекса. Материалы II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием*. 2020; 127–135. eLIBRARY ID: 44219824
15. Gorelik O. *et al.* Studying the biochemical composition of the blood of cows fed with immune corrector biopreparation. *AIP Conference Proceedings*. 2020; 2207: 020012. DOI: 10.1063/5.0000317
16. Gorelik O.V., Harlap S.Yu., Vinogradova N.D., Lykasova I.A., Belookova O.V. Evaluation of the relationship between milk yield and the service period duration of cows. *В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall*. 2021; 32019. eLIBRARY ID: 45275979
17. Мусаев Ф.А. Технология производства молочных продуктов по стандартам России. *Монография. Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева*. 2009; 326. eLIBRARY ID: 18926699

8. Fedoseeva N.A., Gorelik O.V., Gorelik A.S., Belookov A.A., Mizheviki-na A.S. Evaluation of the efficiency of using black-mottled cows of the Ural type. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall*. 2021; 677: 22105. eLIBRARY ID: 45275843
9. Gorelik O. *et al.* Effect of bio-preparation on physiological status of dry cows *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*. 2019; 8(7): 559–62.
10. Bassonov O.A., Vorobieva N.V., Taigunov M.E., Basonova S.S. Milk productivity of Holsteinized black-and-white cattle. *Zootechhnics*. 2010; 7: 15–17. eLIBRARY ID: 15110748 (In Russian).
11. Terentyeva E.A. Characteristics of milk productivity of full-aged Holstein cows of the Black-and-White breed. *Ideas of young scientists — to the agro-industrial complex: zootechnics, veterinary medicine and technology for processing agricultural products. Materials of the student scientific conference of the Institute of Veterinary Medicine*. 2019; 304–309. eLIBRARY ID: 38515363 (In Russian).
12. Alekseeva E.I., Leshchuk T.L., Siyutkina G.A. Breeding and genetic parameters of the dairy herd of the Black-and-White breed. *The role of agricultural science in the sustainable development of rural areas. Collection of the VI All-Russian (national) scientific conference with international participation*. Novosibirsk. 2021; 252–255. eLIBRARY ID: 47328676 (In Russian).
13. Tanana L.A., Petrushko I.S., Vertinskaya O.V. Features of meat productivity of purebred black-and-white and Hereford x black-and-white young animals. *Actual problems of intensive development of animal husbandry*. 2011; 14-2: 42–50. eLIBRARY ID: 37692225 (In Russian).
14. Lefler T.F., Nagibina A.A., Sidorenkova I.V. Influence of genetic factors on the protein-milk content of black-and-white cows of the Krasnoyarsk type. *Problems and prospects of sustainable development of the agro-industrial complex. Materials of the II All-Russian scientific-practical conference with international participation*. 2020; 127–135. eLIBRARY ID: 44219824 (In Russian).
15. Gorelik O. *et al.* Studying the biochemical composition of the blood of cows fed with immune corrector biopreparation. *AIP Conference Proceedings*. 2020; 2207: 020012. DOI: 10.1063/5.0000317
16. Gorelik O.V., Harlap S.Yu., Vinogradova N.D., Lykasova I.A., Belookova O.V. Evaluation of the relationship between milk yield and the service period duration of cows. *In the collection: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science Krasnoyarsk Science and Technology City Hall*. 2021; 32019. eLIBRARY ID: 45275979
17. Musaev F.A. Technology of dairy products production according to Russian standards. *Monograph. Ryazan: Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev*. 2009; 326. eLIBRARY ID: 18926699 (In Russian).

ОБ АВТОРАХ:

Алексей Анатольевич Белооков,
доктор сельскохозяйственных наук, доцент,
Южно-Уральский государственный аграрный университет,
ул. им. Ю.А. Гагарина, 13, Троицк, Челябинская область,
457103, Российская Федерация
belookov@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1083-5832>

Оксана Владимировна Белоокова,
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
Южно-Уральский государственный аграрный университет,
ул. им. Ю.А. Гагарина, 13, Троицк, 457103, Челябинская
область, Российская Федерация
belookov@yandex.ru

Ольга Васильевна Горелик,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
Уральский государственный аграрный университет,
ул. Карла Либкнехта, 42, Екатеринбург, 620075,
Российская Федерация
olgao205en@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9546-2069>

Максим Борисович Ребезов,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор:
— Уральский государственный аграрный университет,
ул. Карла Либкнехта, 42, Екатеринбург, 620075,
Российская Федерация;
— Федеральный научный центр пищевых систем
им. В.М. Горбатова Российской академии наук,
ул. Талалихина, 26, Москва, 109316,
Российская Федерация
rebezov@ya.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0857-5143>

ABOUT THE AUTHORS:

Alexey Anatolyevich Belookov,
Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor,
South Ural State Agrarian University,
13 Gagarin Str., Troitsk, Chelyabinsk Region, 457103,
Russian Federation
belookov@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1083-5832>

Oksana Vladimirovna Belookova,
Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,
South Ural State Agrarian University,
13 Gagarin Str., Troitsk, Chelyabinsk Region, 457103,
Russian Federation
belookov@yandex.ru

Olga Vasilyevna Gorelik,
Doctor of Agricultural Sciences, Professor,
Ural State Agrarian University,
42 Karl Liebknecht Str., Yekaterinburg, 620075,
Russian Federation
olgao205en@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9546-2069>

Maksim Borisovich Rebezov,
Doctor of Agricultural Sciences, Professor:
— Ural State Agrarian University,
42 Karl Liebknecht Str., Yekaterinburg, 620075,
Russian Federation;
— V.M. Gorbatov Federal Scientific Center of Food Systems of the
Russian Academy of Sciences,
26 Talalikhin Str., Moscow, 109316,
Russian Federation
rebezov@ya.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0857-5143>