



Реализация генетического потенциала коров голштинской породы разных генеалогических линий в зависимости от полиморфизма гена каппа-казеина

© 2026. О. А. Басонов ✉, Д. В. Борисанова, А. С. Кулаткова, А. О. Басонов
ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный агротехнологический университет имени Л. Я. Флорентьева», г. Нижний Новгород, Российская Федерация

В статье приведены результаты продуктивных показателей коров голштинской породы в зависимости от полиморфизма гена каппа-казеина и принадлежности их к линиям Вис Бэк Айдиал и Рефлексин Соверинг в условиях племенного репродуктора ООО «Бармино» Лысковского муниципального округа Нижегородской области. Степень реализации генетического потенциала продуктивных показателей коров определена на основании оценки самого пробанда, его предков, согласно чему рассчитаны индексы. Установлено, что полиморфизм гена каппа-казеина и линейная принадлежность коров влияют на продуктивные показатели животных. Выявлено, что исследуемые животные по удою превосходят своих женских предков по матери, при дисперсионном анализе степень влияния матерей на молочную продуктивность дочерей составила 0,39–0,45, а матерей отцов – 0,32–0,33. В условиях данного племенного хозяйства наиболее полно реализован генетический потенциал дочерей линии Вис Бэк Айдиал по удою – 111,6 %. Доказано, что при наибольшей молочной продуктивности матерей быков и наименьшей продуктивности матерей коров, животные с генотипом CSN3^{AA} дают лучшие значения по молоку среди сверстниц по другим генотипам CSN3, что подтверждает влияние отцовских и материнских предков на уровень реализации генетического потенциала.

Ключевые слова: генотип, молочная продуктивность, родительский индекс коров, удой, массовая доля жира, массовая доля белка.

Благодарности работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный агротехнологический университет имени Л. Я. Флорентьева» (№1024032000163-2-4.2.1 по теме «Создание нижегородского типа голштинского скота методом улучшения его генетического потенциала»).

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Басонов О. А., Борисанова Д. В., Кулаткова А. С., Басонов А. О. Реализация генетического потенциала коров голштинской породы разных генеалогических линий в зависимости от полиморфизма гена каппа-казеина. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2026;27(4):935–944. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2026.27.4.935-944>

Поступила: 02.03.2026

Принята к публикации: 20.08.2026

Доработана после рецензирования: 18.04.2026

Опубликована онлайн: 31.08.2026

Realization of the genetic potential of Holstein cows of different genealogical lines depending on the polymorphism of the kappa-casein gene

© 2026. Orest A. Basonov ✉, Daria V. Borisanova, Anna S. Kulatkova,
Andrey O. Basonov

Nizhny Novgorod State Florentyev Agrotechnological University, Nizhny Novgorod,
Russian Federation

The article presents the results of the productive indicators of Holstein cows depending on the polymorphism of the kappa-casein gene and their belonging to lines Vis Back Ideal and Reflection Sovereign in the conditions of the breeding reproducer of LLC "Barmino", Lyskovsky municipal district of Nizhny Novgorod region. The degree of realization of the genetic potential of productive indicators of cows is determined based on the assessment of the proband itself, its ancestors, on the basis of which the indices are calculated. It has been established that the polymorphism of the kappa-casein gene and the lineage of cows affect the productive performance of animals. It was revealed that the studied animals surpass their female maternal ancestors in milk yield; in the analysis of variance, the degree of influence of mothers on the milk productivity of daughters was 0.39–0.45, and that of fathers' mothers was 0.32–0.33. In the conditions of this breeding farm, the genetic potential in milk yield of the daughters of the Vis Back Ideal line has been most fully realized and reached 111.6 %. It has been proved that with the highest milk productivity of bull mothers and the lowest productivity of cow mothers, animals with the CSN3^{AA} genotype give the best milk values among their peers for other CSN3 genotypes, which confirms the influence of paternal and maternal ancestors on the level of realization of genetic potential.

Keywords: genotype, milk productivity, parental cow index, milk yield, mass fraction of fat, mass fraction of protein.

Acknowledgements: the research was carried out under the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the state assignment of the Nizhny Novgorod State Florentyev Agrotechnological University (No. 1024032000163-2-4.2.1 on the topic "Creation of the Nizhny Novgorod type of Holstein cattle by improving its genetic potential").

The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

Conflict of interest: the authors stated that there was no conflict of interest.

For citation: Basonov O. A., Borisanova D. V., Kulatkova A. S., Basonov A. O. Realization of the genetic potential of Holstein cows of different genealogical lines depending on the polymorphism of the kappa-casein gene. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = *Agricultural Science Euro-North-East*. 2026;27(4):935–944. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2026.27.4.935-944>

Received: 02.03.2026

Revised: 18.04.2026

Accepted for publication: 20.08.2026

Published online: 31.08.2026

Современная селекция характеризуется высокой степенью сложности, требующей всестороннего анализа методик оценки племенных качеств, принципов отбора и подбора животных, а также способов прогнозирования ожидаемых результатов [1]. Отбор животных по результатам геномной оценки на ранних этапах развития признан наиболее точным в прогнозировании племенной ценности крупного рогатого скота и дает объективную характеристику генетического потенциала коров [2, 3, 4, 5].

Одним из ключевых направлений развития молочного скотоводства является грамотное ведение племенного дела. Для этого совершенствуются методики в области изучения полиморфизма генов и реализации наследственных задатков животных [6, 7].

Продуктивность коров зависит от совокупности факторов, одним из которых является генотип – он влияет на проявление хозяйственно полезных признаков животного [8]. Среди факторов, определяющих продуктивные и биологические особенности животных, немало важным остается линейная принадлежность крупного рогатого скота [9, 10].

Главным показателем племенной ценности стада является молочная продуктивность коров, которая дает возможность установить степень реализации биологического резерва животных [11, 12, 13, 14]. По мнению ряда авторов, главенствующую роль в процессе реализации генетической возможности стада играет продуктивность отцовских и материнских предков [15, 16].

Реализация генетического потенциала дает комплексный экономический и производственный эффект в молочном животноводстве. С точки зрения экономической эффективности позволяет снизить себестоимость продукции за счет роста выхода молока на 1 фуражную корову и увеличить выручку при тех же затратах на содержание.

Цель исследования – определить степень реализации наследственных задатков продуктивности коров голштинской породы линий Вис Бэк Айдиал и Рефлекшн Соверинг в зависимости от полиморфизма гена каппа-казеина.

Для достижения поставленной цели решены следующие задачи:

- изучены продуктивные показатели животных и их генеалогических предков в зависимости от различных генотипов по гену каппа-казеина (*CSN3*);
- рассчитан родительский индекс коров (РИК) по показателям молочной продуктивности;
- определен генетический потенциал молочной продуктивности и возможности совершенствования племенных качеств коров с разными генотипами по гену каппа-казеина (*CSN3*).

Научная новизна – впервые в Нижегородской области изучен биологический потенциал и определен уровень его реализации, рассчитан родительский индекс первотелок разных генотипов в зависимости от полиморфизма гена каппа-казеина коров нижегородской селекции голштинского скота.

Материал и методы. Научно-хозяйственные опыты были организованы и проведены на базе племенного репродуктора ООО «Бармино» Лысковского муниципального округа Нижегородской области и на кафедре частной зоотехнии и разведения сельскохозяйственных животных ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный агротехнологический университет имени Л. Я. Флорентьева» в период с 2021 по 2025 гг.

В период исследования коров содержали в одинаковых условиях при нормированном сбалансированном кормлении. В зависимости от линейной принадлежности и генотипа *CSN3* было сформировано 10 групп животных: 5 – с генотипами *CSN3* линии Рефлекшн Соверинг (*CSN3^{AA}*, *CSN3^{AB}*, *CSN3^{BB}*, *CSN3^{AE}*, *CSN3^{BE}*) и 5 – с генотипами *CSN3* линии Вис Бэк Айдиал (*CSN3^{AA}*, *CSN3^{AB}*, *CSN3^{BB}*, *CSN3^{AE}*, *CSN3^{BE}*). Общее количество исследуемых коров – 181, из них 84 – линии Вис Бэк Айдиал и 87 – Рефлекшн Соверинг. Показатели молочной продуктивности исследуемых коров и их предков взяты из данных программы ИАС «Селэкс» – Молочный скот.

Для генотипирования коров по гену каппа-казеина использовали метод ПЦР-(dPCR) в молекулярно-генетической лаборатории геномного центра ООО «Мираторг-Генетика»

с помощью системы QuantStudio 12K Flex, с использованием чипов OpenArray plate. Материалом являлась венозная кровь исследуемых животных.

Родительский индекс коров рассчитывали по формуле, предложенной Н. А. Кравченко (1969) как сумма удвоенного значения продуктивности матери (М), матери матери (ММ) и матери отца (МО), деленная на четыре. Степень реализации генетического потенциала (РГП) определяли как отношение фактической

продуктивности к ожидаемой продуктивности по РИК, выраженное в процентах.

Полученные данные обработаны с помощью общепринятых статистических методов (Е. К. Меркурьева, 1970) с применением программного обеспечения «Microsoft Office», достоверность показателей оценивали с помощью t-критерия Стьюдента.

Результаты и их обсуждение. Данные о молочной продуктивности предков в разрезе генеалогических линий приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Молочная продуктивность коров за 305 дней лактации по женским предкам в разрезе генеалогических линий /

Table 1 – Dairy productivity of cows for 305 days of lactation by female ancestors in the context of genealogical lines

Показатель / Indicator	Линия / Line	
	Вис Бэк Айдиал / Vis Back Ideal	Рефлекшн Соверинг / Reflection Sovereign
	n = 87	n = 84
Продуктивность дочерей, кг / Productivity of daughters, kg	10619,4±173,8	10874,2±181,2
Продуктивность матерей (М), кг / Maternal productivity (M), kg	9367,9±153,9***	9051,8±145,4***
Продуктивность матери матерей (ММ), кг / Maternal productivity of mothers (MM), kg	8678,8±209,6***	9015,6±182,0***
Продуктивность матери отцов (МО), кг / Productivity of mothers of fathers (MF), kg	10930,9±160,8	12308,5±152,0

*** – статистическая значимость различий указана в сравнении с продуктивностью дочерей при $p < 0,001$ /

*** – the statistical significance of the differences is indicated in comparison with the productivity of daughters at $p < 0.001$

Анализ данных таблицы 1 показал, что удои за 305 дней лактации МО в линии Рефлекшн Соверинг превосходил матерей пробанда на 3256,7 кг, или 26,4 %, а ММ – на 3292,9 кг, или 26,7 %. В сравнительной характеристике продуктивность дочерей превосходит продуктивность матерей: по удою на 1822,4 кг, или 20,1 %, а ММ – на 1858,6 кг, или 20,6 % при значимой разнице ($p < 0,001$).

Продуктивность матерей быков линии Вис Бэк Айдиал превышала продуктивность матерей на 1563,0 кг, или 16,7 %, продуктивность ММ – на 2252,1 кг, или 25,9 %. Продуктивность дочерей линии Вис Бэк Айдиал превосходила продуктивность матерей на 1251,5 кг, или 13,4 % ($p > 0,001$), а продуктивность ММ – на 1940,6 %, или 22,4 % при достоверной разнице ($p < 0,001$).

Расчеты показывают, что исследуемые животные по удою превосходят своих женских предков по матери, следовательно, на уровень их молочной продуктивности повлияли матери отцов. По результатам дисперсионного анализа, статистически значимой зависимости между продуктивностью матерей отцов и продуктив-

ностью их дочерей коров линии Вис Бэк Айдиал в разрезе генотипов по каппа-казеину (CSN3) не выявлено.

Таким образом, высокие показатели молочной продуктивности у женских предков быков-производителей увеличивают вероятность, что они передадут потомству ценные генетические качества.

С целью прогноза и составления наследственной программы потомства рассчитали РИК для оценки реализации генетических возможностей (табл. 2).

Анализ данных таблицы 2 показывает, что уровень фактической продуктивности животных превышает родительский индекс коров, рассчитанный на основе продуктивности материнских и отцовских предков. При беспривязном содержании и доении в доильном зале типа «Елочка», коровы с потенциалом удоя свыше 9500 кг реализуют его более чем на 110 %. Родительский индекс коров был наибольшим в группе животных линии Рефлекшн Соверинг – 9856,9 кг, что на 270,6 кг, или 2,8 % больше родительского индекса в группе животных линии Вис Бэк Айдиал при значимой разнице ($p < 0,05$).

Таблица 2 – Генетический потенциал и его реализация по молочной продуктивности у коров голштинской породы разных генеалогических линий /

Table 2 – Genetic potential and its realization by milk productivity in Holstein cows of different genealogical lines

Показатель / Indicator	Линия / Line	
	Вис Бэк Айдиал / Vis Back Ideal	Рефлекшн Соверинг / Reflection Sovereign
	n = 87	n = 84
Родительский индекс коровы / Parent cow index:		
по удою, кг / by milk yield, kg	9586,4±114,5*	9856,9±107,1
по массовой доле жира, % / by mass fraction of fat, %	3,83±0,02	3,77±0,01***
по массовой доле белка, % / by mass fraction of protein, %	3,26±0,01	3,26±0,01
Фактическая продуктивность / Actual productivity:		
удой, кг / milk yield, kg	10619,4±173,8	10874,2±181,2
массовая доля жира, % / mass fraction of fat, %	4,03±0,03	4,01±0,03
массовая доля белка, % / mass fraction of protein, %	3,30±0,01	3,29±0,01
Реализация генетического потенциала, % / Realization of genetic potential, %		
по удою / by milk yield	111,6±1,9	110,9±1,8
по массовой доле жира / by mass fraction of fat	105,5±0,89	106,5±1,01
по массовой доле белка / by mass fraction of protein	101,2±0,43	100,8±0,44

* – Статистическая значимость различий указана в сравнении показателей между группами линий Вис Бэк Айдиал и Рефлекшн Соверинг при $p < 0,05$, *** – $p < 0,001$ /

* – The statistical significance of the differences is indicated between the groups of Vis Back Ideal and Reflection Sovereign lines at $p < 0.05$, *** – $p < 0.001$

Наивысший показатель удоя зафиксирован у потомков быков линии Рефлекшн Соверинг (10874,2 кг). Данное значение превышает продуктивность сверстниц линии Вис Бэк Айдиал на 254,8 кг или 2,4 %, разница оказалась статистически не значимой. По показателям массовой доли жира и белка в молоке значимых различий между сравниваемыми линиями не обнаружено.

Максимально полно генетические резервы в условиях племенного репродуктора были использованы у дочерей линии Вис Бэк Айдиал по удою – 111,6 %. Для достижения высокого уровня реализации генетического потенциала необходимо уделять особое внимание отбору быков-производителей, учитывая при этом геномную оценку.

В таблице 3 представлены данные по продуктивности женских предков коров линии Вис Бэк Айдиал в зависимости от полиморфизма гена каппа-казеина.

Анализ данных таблицы 3 показывает, что среди фактических показателей молочной продуктивности по генотипам каппа-казеина в линии Вис Бэк Айдиал наибольшего значения (11188,1 кг) достигли коровы с аллельным вариантом $CSN3^{AA}$, что превысило молочную продуктивность животных с генотипом $CSN3^{AB}$ на 648,0 кг, или 6,1 %. При анализе продуктивности матерей исследуемых коров максимальный удой получен по генотипу $CSN3^{AE}$ – 10107,7 кг, что превосходит сверстниц с генотипом $CSN3^{AA}$

на 1082,1 кг, или 12,0 % при достоверной разнице ($p < 0,05$).

Продуктивность матерей отцов в линии Вис Бэк Айдиал отмечена наибольшей у генотипа $CSN3^{AA}$ и составила 11386,2 кг, что выше удоя матерей быков у животных с генотипом $CSN3^{BE}$ на 1157 кг, или 11,3 % при достоверной разнице ($p < 0,01$).

Таким образом, животные линии Вис Бэк Айдиал с генотипом $CSN3^{AA}$ показали наибольшую молочную продуктивность, и их женские предки по отцу также имели высокие показатели продуктивности, следовательно, при отборе необходимо учитывать племенную ценность быков и уровень продуктивности их матерей.

Показатели молочной продуктивности коров по предкам линии Рефлекшн Соверинг приведены в таблице 4.

Высоким удоем (табл. 4) отличились животные с генотипом $CSN3^{AA}$ – 11198,8 кг, что на 935,8 кг, или 9,0 % больше продуктивности коров с генотипом $CSN3^{BE}$. При расчете уровня реализации генетического потенциала удой матерей коров имеет важное значение. Наибольший удой матерей коров получен у животных с генотипом $CSN3^{AE}$ – 9320,6 кг, что на 547 кг, или 6,0 % больше продуктивности матерей коров с генотипом $CSN3^{AA}$. По продуктивности матерей матерей отличились коровы с генотипом $CSN3^{AE}$, что на 1215,6 кг, или 13,9 % больше продуктивности генотипа

$CSN3^{AB}$ при достоверной разнице ($p < 0,05$). Матери быков линии Рефлекшн Соверинг показали наибольшие значения молочной продуктивности. Наивысший уровень продуктивности матерей отцов отмечен у коров с генотипом

$CSN3^{AA}$ – 12595,4 кг, видимо генотип $CSN3^{AE}$ в условиях данного хозяйства не проявил себя. Данный результат достоверно превышает аналогичный показатель коров с генотипом $CSN3^{BB}$ на 1182 кг, или 10,3 % ($p < 0,01$).

Таблица 3 – Молочная продуктивность коров по предкам линии Вис Бэк Айдиал в зависимости от полиморфизма гена каппа-казеина, кг /

Table 3 – Dairy productivity of cows according to the ancestors of the Vis Back Ideal line, depending on the polymorphism of the kappa-casein gene, kg

Показатель / Indicator	Генотип $CSN3$ / Genotype $CSN3$				
	$CSN3^{AA}$	$CSN3^{AB}$	$CSN3^{BB}$	$CSN3^{AE}$	$CSN3^{BE}$
	$n = 19$	$n = 17$	$n = 29$	$n = 9$	$n = 10$
Продуктивность дочерей / Productivity of daughters	11188,1±436,7	10540,1±276,7	10629,3±683,3	10558,0±397,9	10554,4±572,2
Продуктивность матерей (М) / Maternal productivity (M)	9025,6±381,8*	9108,7±280,3*	9890,8±627,9	10107,7±386,6	9355,4±353,4
Продуктивность матери матерей (ММ) / Maternal productivity of mothers (MM)	8725,1±450,8	8350,5±410,5	8930,9±958,9	9154,7±461,9	8670,2±648,1
Продуктивность матери отцов (МО) / Productivity of mothers of fathers (MF)	11386,2±473,2	10887,3±262,0	10623,4±626,6	10872,7±457,3	10228,8±33,8**

Примечания: статистическая значимость различий указана в сравнении показателей продуктивности матерей по генотипам $CSN3^{AA}$ и $CSN3^{AE}$ (* $p < 0,05$) и $CSN3^{AB}$ и $CSN3^{AE}$ (* $p < 0,05$); показателей продуктивности матерей отцов по генотипам $CSN3^{AA}$ и $CSN3^{BE}$ (** $p < 0,01$) /

Notes: the statistical significance of the differences is indicated in comparison of maternal productivity indicators for genotypes $CSN3^{AA}$ and $CSN3^{AE}$ (* $p < 0,05$) and $CSN3^{AB}$ and $CSN3^{AE}$ (* $p < 0,05$); maternal productivity indicators for fathers for genotypes $CSN3^{AA}$ and $CSN3^{BE}$ (** $p < 0,01$)

Таблица 4 – Молочная продуктивность коров по предкам линии Рефлекшн Соверинг в зависимости от полиморфизма гена каппа-казеина, кг /

Table 4 – Dairy productivity of cows according to the ancestors of the Reflection Sovereign line, depending on the polymorphism of the kappa-casein gene, kg

Показатель / Indicator	Генотип $CSN3$ / Genotype $CSN3$				
	$CSN3^{AA}$	$CSN3^{AB}$	$CSN3^{BB}$	$CSN3^{AE}$	$CSN3^{BE}$
	$n = 19$	$n = 17$	$n = 29$	$n = 9$	$n = 10$
Продуктивность дочерей / Productivity of daughters	11198,8±282,6	10592,1±351,0	10781,7±631,4	10822,2±397,7	10263,0±864,1
Продуктивность матерей (М) / Maternal productivity (M)	8773,5±285,4	9226,1±246,9	9038,5±524,7	9320,6±325,6	9042,2±451,7
Продуктивность матери матерей (ММ) / Maternal productivity of mothers (MM)	8891,0±414,8	8695,6±243,7*	9211,5±548,9	9911,2±403,4	9273,5±382,8
Продуктивность матери отцов (МО) / Productivity of mothers of fathers (MO)	12595,4±281,1	12153,8±271,2	11413,4±265,6**	12459,7±368,3	12088,0±1210,8

Примечания: статистическая значимость различий указана – в сравнении показателей продуктивности матери матерей по генотипам $CSN3^{AB}$ и $CSN3^{AE}$ (* $p < 0,05$); показателей продуктивности матерей отцов по генотипам $CSN3^{AA}$ и $CSN3^{BB}$ (** $p < 0,01$) /

Notes: the statistical significance of the differences is indicated in comparison of maternal productivity indicators for genotypes $CSN3^{AB}$ and $CSN3^{AE}$ (* $p < 0,05$); maternal productivity indicators for fathers for genotypes $CSN3^{AA}$ and $CSN3^{BB}$ (** $p < 0,01$)

Влияние удоя матерей отцов на продуктивность коров линии Рефлекшн Соверинг в разрезе генотипов по каппа-казеину ($CSN3$) оказалось значимым у коров с генотипами $CSN3^{AA}$, $CSN3^{AB}$ и $CSN3^{AE}$ ($p < 0,05$), а $CSN3^{BB}$, и $CSN3^{BE}$ – незначима.

Результаты исследования свидетельствуют о том, что носители генотипа $CSN3^{AA}$ демонстрируют превосходство по удою над сверстницами с другими вариантами гена. Также это наблюдается, когда продуктивность матерей коров была минимальной, а у матерей

быков – максимальной. Вышеуказанное доказывает существенное влияние отцовских предков на раскрытие генетического потенциала и подтверждает ассоциацию полиморфизма каппа-казеина с уровнем молочной продуктивности.

Данные по уровню реализации генетического потенциала молочной продуктивности коров в линии Вис Бэк Айдиал в разрезе генотипов по каппа-казеину представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Генетический потенциал и его реализация по молочной продуктивности у коров разных генотипов каппа-казеина линии Вис Бэк Айдиал /

Table 5 – Genetic potential and its realization by milk productivity in cows of different kappa casein genotypes of the Vis Back Ideal line

Показатель / Indicator	Генотипы CSN3 / Genotype CSN3				
	CSN3 ^{AA}	CSN3 ^{AB}	CSN3 ^{BB}	CSN3 ^{AE}	CSN3 ^{BE}
	n = 19	n = 17	n = 29	n = 9	n = 10
Родительский индекс коровы / Parent cow index:					
по удою, кг / by milk yield, kg	9758,4±241,9	9675,5±389,6	9825,4±115,9	10253,1±233,3	9861,5±541,4
по массовой доле жира, % / by mass fraction of fat, %	3,77±0,03	3,84±0,04	3,75±0,03***	3,77±0,04	3,87±0,01
по массовой доле белка, % / by mass fraction of protein, %	3,25±0,01**	3,26±0,02	3,26±0,01	3,26±0,01	3,36±0,04
Фактическая продуктивность / Actual productivity:					
удой, кг / milk yield, kg	11198,9±282,6	10781,7±631,5	10592,1±351,0	10822,2±397,7	10263,0±864,1
массовая доля жира, % / mass fraction of fat, %	4,01±0,06	3,96±0,13	4,07±0,07	4,00±0,08	3,99±0,20
массовая доля белка, % / mass fraction of protein, %	3,28±0,03	3,35±0,06	3,28±0,03	3,29±0,03	3,29±0,10
Реализация генетического потенциала, % / Realization of genetic potential, %:					
по удою / by milk yield	115,8±2,9	111,4±4,7	107,9±3,4	106,9±4,9	103,9±4,9*
по массовой доле жира, % / by mass fraction of fat, %	106,6±1,7	103,4±3,4	108,6±1,9	106,4±2,6	103,1±5,1
по массовой доле белка, % / by mass fraction of protein, %	100,7±0,7	102,6±1,9	100,5±0,9	100,9±0,9	97,9±1,8

Примечания: статистическая значимость различий указана – в сравнении показателей родительского индекса коров по массовой доле жира между генотипами CSN3^{BE} и CSN3^{BB} (***p<0,001), родительского индекса коров по массовой доле белка между генотипами CSN3^{BE} и CSN3^{AA} (**p<0,01), реализации генетического потенциала по генотипам CSN3^{AA} и CSN3^{BE} (* p<0,05) /

Notes: the statistical significance of the differences is indicated by comparing the indicators of the parental cow index in terms of mass fat fraction between the CSN3^{BE} and CSN3^{BB} genotypes (***p<0.001), of the parental cow index in terms of mass protein fraction between the CSN3^{BE} and CSN3^{AA} genotypes (**p<0.01), the realization of the genetic potential of the CSN3^{AA} and CSN3^{BE} genotypes (* p<0.05)

Анализ данных таблицы 5 показывает, что среди генотипов каппа-казеина в линии Вис Бэк Айдиал наибольший показатель родительского индекса коров получен у генотипа CSN3^{AE} – 10253,1 кг, что превышает значение РИК у генотипа CSN3^{AB} на 577,6 кг, или 6,0 % при недостоверной разнице. При этом родительский индекс по содержанию массовой доли жира в молоке получили наибольшим у генотипа CSN3^{BE} и составил 3,87 %, что превышает показатель РИК у генотипа CSN3^{BB} на 0,12 % при достоверной разнице (p<0,001). Наибольший родительский индекс коров по массовой доле белка в молоке также получен у генотипа

CSN3^{BE} и превосходит аналогичный показатель группы CSN3^{AA} на 0,11 % при достоверной разнице (p<0,01).

Фактическая продуктивность коров в линии Вис Бэк Айдиал выявлена наибольшей у генотипа CSN3^{AA} – 11198,9 кг, что превышает показатель у генотипа CSN3^{BE} на 935,8 кг или 9,1 % при недостоверной разнице. Фактическое содержание массовой доли жира в молоке оказалось наибольшим у генотипа CSN3^{BB} – 4,07 %, что превысило аналогичный показатель у генотипа CSN3^{AB} на 0,11 %. Максимальное содержание белка зафиксировано у носителей

генотипа $CSN3^{AB}$ – 3,35 %. Превышение над группами $CSN3^{AA}$ и $CSN3^{BB}$ составило 0,07 %, но не имело статистической достоверности.

С целью оценки влияния продуктивности материнских предков на молочную продуктивность коров нами провели дисперсионный анализ. Степень влияния материнских предков матерей коров линии Вис Бэк Айдиал составила 0,45, а матерей отцов на продуктивность дочерей быков – 0,32.

Таблица 6 – Генетический потенциал и его реализация по молочной продуктивности у коров разных генотипов каппа-казеина линии Рефлекшн Соверинг /

Table 6 – Genetic potential and its realization by milk productivity in cows of different kappa-casein genotypes of the Reflection Sovereign line

Показатель / Indicator	Генотип $CSN3$ / $CSN3$ genotype				
	$CSN3^{AA}$	$CSN3^{AB}$	$CSN3^{BB}$	$CSN3^{AE}$	$CSN3^{BE}$
	$n = 19$	$n = 17$	$n = 29$	$n = 9$	$n = 10$
Родительский индекс коровы / Parent cow index:	9540,7±284,8	9363,9±211,3*	9834,0±503,0	10060,8±236,2	9402,4±240,6
по удою, кг / by milk yield, kg					
по массовой доле жира, % / by mass fraction of fat, %	3,87±0,05	3,82±0,03	3,82±0,04	3,82±0,02	3,82±0,09
по массовой доле белка, % / by mass fraction of protein, %	3,28±0,02	3,24±0,01	3,27±0,03	3,28±0,02	3,27±0,03
Фактическая продуктивность / Actual productivity:	11188,1±436,7	10540,1±276,7	10629,3±683,3	10558,0±397,9	10554,4±572,3
удой, кг / milk yield, kg					
массовая доля жира, % / mass fraction of fat, %	4,10±0,09	3,90±0,04**	4,11±0,13	4,22±0,11	3,96±0,08
массовая доля белка, % / mass fraction of protein, %	3,28±0,03	3,30±0,02	3,32±0,05	3,32±0,04	3,27±0,03
Реализация генетического потенциала, % / Realization of genetic potential, %	118,4±5,0	113,6±3,3	108,3±5,7	104,9±2,9*	112,5±5,9
по удою / by milk yield					
по массовой доле жира / by mass fraction of fat	105,9±2,0	102,5±1,5*	107,7±3,8	110,4±2,7	103,9±2,5
по массовой доле белка / by mass fraction of protein	100,1±1,1	102,0±0,7	101,4±1,9	101,2±1,3	99,8±1,3

Примечания: статистическая значимость различий указана – в сравнении показателей родительского индекса коров по удою между генотипами $CSN3^{AE}$ и $CSN3^{AB}$ (* $p < 0,05$), по фактической массовой доле жира между генотипами $CSN3^{AE}$ и $CSN3^{AB}$ (** $p < 0,01$), реализации генетического потенциала по удою между генотипами $CSN3^{AA}$ и $CSN3^{AE}$ (* $p < 0,05$), по массовой доле жира между генотипами $CSN3^{AE}$ и $CSN3^{AB}$ (* $p < 0,05$) /

Notes: the statistical significance of the differences is indicated in comparison of the indicators of the parental index of cows in milk yield between genotypes $CSN3^{AE}$ and $CSN3^{AB}$ (* $p < 0,05$), in terms of the actual mass fraction of fat between genotypes $CSN3^{AE}$ and $CSN3^{AB}$ (** $p < 0,01$), the realization of the genetic potential in milk yield between genotypes $CSN3^{AA}$ and $CSN3^{AE}$ (* $p < 0,05$), by the mass fraction of fat between the genotypes $CSN3^{AE}$ and $CSN3^{AB}$ (* $p < 0,05$)

В разрезе линии Рефлекшн Соверинг (табл. 6) среди генотипов каппа-казеина наибольший родительский индекс получен у генотипа $CSN3^{AE}$ – 10060,8 кг, что превосходит показатель родительского индекса коров у генотипа $CSN3^{AB}$ на 696,9 кг, или 7,4 % при достоверной разнице ($p < 0,05$). Родительский индекс коров по содержанию массовой доли жира в молоке наибольшим зафиксирован у генотипа $CSN3^{AA}$ и составил 3,87 %, что превос-

Таким образом, наивысшая степень реализации генетического потенциала по удою зафиксирована у генотипа $CSN3^{AA}$ – 115,8 %, наименьшая у генотипа $CSN3^{BE}$ с разницей 11,9 %, при этом результаты статистически значимы ($p < 0,05$).

Данные по уровню реализации генетического потенциала молочной продуктивности коров в линии Рефлекшн Соверинг в разрезе генотипов по каппа-казеину представлены в таблице 6.

ходит аналогичный показатель у всех остальных генотипов на 0,05 % при недостоверной разнице. Тенденция к более высокой молочной продуктивности прослеживается у животных генотипа $CSN3^{AA}$ – фактический удой достиг 11188,1 кг, что на 6,1 % (648 кг) превосходит результат генотипа $CSN3^{AB}$ при отсутствии статистической достоверности различий. Наибольшее фактическое содержание жира в молоке у генотипа $CSN3^{AE}$ составляет 4,22 %, что на 0,05 % превышает показатель у остальных генотипов.

что на 0,32 % больше аналогичного показателя генотипа $CSN3^{AB}$ при достоверной разнице ($p < 0,01$). В фактической массовой доле белка молока коров генотипов линии Рефлекшн Соверинг нет статистически значимой разницы.

Результаты дисперсионного анализа показали, что доля влияния продуктивности материнских предков на молочную продуктивность коров линии Рефлекшн Соверинг составляет 0,39, а влияние продуктивности матерей отцов – 0,33.

Таким образом, в линии Рефлекшн Соверинг наибольшей реализации генетического потенциала достигли животные с генотипом $CSN3^{AA}$ (118,4 %), что на 13,5 % больше уровня реализации генетического потенциала генотипа $CSN3^{AE}$ при достоверной разнице ($p < 0,05$). При этом у генотипа $CSN3^{AE}$ получен наибольший показатель реализации генетического потенциала по массовой доле жира в молоке – 110,4 %, что на 7,9 % больше аналогичного показателя генотипа $CSN3^{AB}$ при достоверной разнице ($p < 0,05$). Генетический потенциал по массовой доле белка достиг наибольшего показателя у генотипа $CSN3^{AB}$ – 102,0 %, что больше уровня реализации генетического потенциала у генотипа $CSN3^{BE}$ на 2,2 % при недостоверной разнице.

Заключение. Доказано, что наибольшая фактическая продуктивность была получена у коров линии Рефлекшн Соверинг и составила 10874,2 кг, что превышает аналогичный показатель сверстниц линии Вис Бэк Айдиал на 254,8 кг, или 2,3 %, данные статистически незначимы.

Выявлено, что при наибольшей молочной продуктивности матерей быков и наименьшей

продуктивности матерей коров животные с генотипом $CSN3^{AA}$ дали лучшие показатели по молоку среди сверстниц по другим генотипам $CSN3$, что подтверждает влияние отцовских предков на уровень реализации генетического потенциала, а также устанавливает взаимосвязь между полиморфизмом гена каппа-казеина и молочной продуктивностью животных.

В линии Вис Бэк Айдиал реализация генетического потенциала по удою выявлена наивысшей у генотипа $CSN3^{AA}$ – 115,8 %, наименьшая у генотипа $CSN3^{BE}$ – 103,9 %) с разницей 11,9 %.

В линии Рефлекшн Соверинг наибольшей реализации генетического потенциала по удою достигли животные с генотипом $CSN3^{AA}$ (118,4 %), что на 13,5 % больше уровня реализации генетического потенциала генотипа $CSN3^{AE}$. При этом у генотипа $CSN3^{AE}$ получен наибольший показатель реализации генетического потенциала по массовой доле жира в молоке – 110,4 %, что на 8,4 % больше аналогичного показателя генотипа $CSN3^{AB}$ при достоверной разнице ($p < 0,05$).

Доказано, что зависимость между продуктивностью матерей отцов и продуктивностью их дочерей – коров линии Вис Бэк Айдиал в разрезе генотипов по каппа-казеину ($CSN3$) не была выявлена, а у коров линии Рефлекшн Соверинг она оказалась значимой с генотипами $CSN3^{AA}$, $CSN3^{AB}$ и $CSN3^{AE}$ ($p < 0,05$). Дисперсионный анализ показал, что степень влияния материнских предков матерей коров составила 0,39–0,45, а матерей отцов на продуктивность дочерей быков – 0,32–0,33.

Список литературы

1. Мартынова Е. Н., Любимов А. И., Кислякова Е. М., Исупова Ю. В., Якимова В. Ю. Связь иммуногенетических показателей крови с молочной продуктивностью коров. Аграрный научный журнал. 2024;(6):75–81. DOI: <https://doi.org/10.28983/asj.y2024i6pp75-81> EDN: CDAIOG
2. Исупова Ю. В., Ачкасова Е. В., Васильева М. И. Эффективность геномной оценки племенной ценности быков-производителей. Аграрный научный журнал. 2025;(6):51–56. DOI: <https://doi.org/10.28983/asj.y2025i6pp51-56> EDN: XLJIEF
3. Кислякова Е. М., Владыкина Е. Л. Реализация генетического потенциала коров по качественным показателям молока в разных технологических условиях. Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2023;(2(74)):11–17. DOI: https://doi.org/10.48012/1817-5457_2023_2_11-17 EDN: UFOFPQ
4. Кислякова Е. М., Исупова Ю. В. Экономическая оценка реализации геномного прогноза молочной продуктивности коров в разных технологических условиях. Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2025;(4(114)):265–271. DOI: <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2025-114-4-265-271> EDN: MWNXYU
5. Цыганок В. О., Цыганок Е. О., Бахарев А. А. Использование геномной оценки в совершенствовании продуктивных качеств коров голштинской породы. Аграрный вестник Урала. 2024;24(2):218–231. DOI: <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2024-24-02-218-231> EDN: YPCEBW
6. Афанасьева А. И., Сарычев В. А., Кондрашкова И. С. Оценка племенных и продуктивных качеств крупного рогатого скота голштинской породы в зависимости от полиморфизма гена каппа-казеина ($CSN3$). Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). 2025;(1(74)):134–141. DOI: <https://doi.org/10.31677/2072-6724-2025-74-1-134-141> EDN: YYTFPW
7. Басонов О. А., Клипова А. В., Шкилев Н. П., Елфимова И. А. Роль быков-производителей в повышении уровня реализации генетического потенциала молочных стад. М.: ООО "Русайнс", 2023. 118 с.

8. Milostiviy R. V., Karlova L. V., Sanzhara R. A. Qualitative composition of milk of Holstein cows depending on the paratypic's and genetic factors. *Naukovi Visnyk L'vivs'kogo natsional'nogo universytetu veterynarnoyi medytsyny ta biotekhnolohiy im. S. Z. Gzhyts'koho*. 2017;19(82):125–131. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kachestvennyy-sostav-moloka-golshtinskih-korov-v-zavisimosti-ot-paratipicheskikh-i-geneticheskikh-faktorov>
9. Афонина Д. А., Горелик О. В., Новицкая К. В. Влияние генотипа каппа-казеина на пищевую и биологическую ценность молока коров голштинской породы. *Аграрный вестник Урала*. 2025;25(11):1822–1829. DOI: <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2025-25-11-1822-1829> EDN: APVMGB
10. Sanchez M. P., Govignon-Gion A., Ferrand M., Gelé M., Pourchet D., Amigues Y. et al. Whole-genome scan to detect quantitative trait loci associated with milk protein composition in 3 French dairy cattle breeds. *Journal of Dairy Science*. 2016;99(10):8203–8215. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11437>
11. Лемякин А. Д., Баданина Л. С., Сабетова К. Д., Чаицкий А. А., Щеголев П. О. Реализация генетического потенциала коров черно-пестрой породы различных генотипов по гену каппа-казеина. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2023;24(6):1021–1028. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2023.24.6.1021-1028> EDN: VVPTAV
12. Дунин И. М., Мещеров Ш. Р., Тяпугин С. Е., Мещеров Р. К., Ходыков В. П., Шестакова Г. Л., Грашин А. А. Взаимосвязь экстерьерных признаков коров голштинской породы с их молочной продуктивностью. *Аграрно-пищевые инновации*. 2026;(1(33)):23–34. DOI: <https://doi.org/10.31208/2618-7353-2026-33-23-34> EDN: UQXGLI
13. Михалев Е. В. Сравнение молочной продуктивности коров – первотёлок разных линий. *Инновации в отрасли животноводства и ветеринарии: Мат-лы Международ. научн.-практ. конф., Брянск, 15–16 апреля 2021 года. Т. Часть 2. Брянск: Брянский ГАУ, 2021. С. 260–264.*
14. Прохоренко П. Н. Методы повышения генетического потенциала продуктивности и его реализация в молочном скотоводстве. *Вестник аграрной науки*. 2008;11(2):11–13.
Режим доступа: <https://elibrary.ru/kwatiz?ysclid=mm3hb4qmg6456426494> EDN: KWATIZ
15. Новоселова К. С. Реализация генетического потенциала коров в ООО «Пригородное» Уржумского района Кировской области. *Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства: мат-лы международ. научн.-практ. конф., Йошкар-Ола, 16–17 марта 2022 года. Т. Выпуск XXIV. Йошкар-Ола: Марийский ГУ, 2022. С. 345–348.*
Режим доступа: <https://elibrary.ru/kqwfvg?ysclid=mm3hquy646174275096> EDN: KQWFVG
16. Прахов А. Л., Басонов О. А. Молочная продуктивность и селекционно-генетические параметры черно-пестрых коров отечественной и датской селекции. *Аграрная наука*. 2005;(3):22–24.
Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=18312383> EDN: PKSZGF

References

1. Martynova E. N., Lyubimov A. I., Kislyakova E. M., Isupova Yu. V., Yakimova V. Yu. The relationship of immunogenetic blood parameters with dairy productivity of cows. *Agrarnyy nauchnyy zhurnal* = The Agrarian Scientific Journal. 2024;(6):75–81. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.28983/asj.v2024i6pp75-81>
2. Isupova Yu. V., Achkasova E. V., Vasilyeva M. I. The effectiveness of genomic analysis of the breeding value of bulls. *Agrarnyy nauchnyy zhurnal* = The Agrarian Scientific Journal. 2025;(6):51–56. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.28983/asj.v2025i6pp51-56>
3. Kislyakova E. M., Vladykina E. L. Realization of the genetic potential of cows according to the milk quality indicators in different technological conditions. *Vestnik Izhevskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* = The Bulletin of Izhevsk State Agricultural Academy. 2023;(2(74)):11–17. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.48012/1817-5457_2023_2_11-17
4. Kislyakova E. M., Isupova Yu. V. Economic assessment of the implementation of the genomic prediction of dairy productivity of cows in different technological conditions. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = Izvestia Orenburg State Agrarian University. 2025;(4(114)):265–271. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2025-114-4-265-271>
5. Tsyganok V. O., Tsyganok E. O., Bakharev A. A. The use of genomic assessment in improving the productive qualities of holstein cows. *Agrarnyy vestnik Urala* = Agrarian Bulletin of the Urals. 2024;24(2):218–231. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2024-24-02-218-231>
6. Afanasyeva A. I., Sarychev V. A., Kondrashkova I. S. Assessment of breeding and productive qualities of holsteinized cattle depending on polymorphism of the kappa-casein gene (CSN3). *Vestnik NGAU (Novosibirskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet)* = Vestnik University of biotechnologies. 2025;(1):134–141. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.31677/2072-6724-2025-74-1-134-141>
7. Basonov O. A., Klipova A. V., Shkilev N. P., Elfimova I. A. The role of sire bulls in enhancing the realization of the genetic potential of dairy herds. Moscow: *ООО "Rusayns"*, 2023. 118 p.
8. Milostiviy R. V., Karlova L. V., Sanzhara R. A. Qualitative composition of milk of Holstein cows depending on the paratypic's and genetic factors. *Naukovi Visnyk L'vivs'kogo natsional'nogo universytetu veterynarnoyi medytsyny ta biotekhnolohiy im. S. Z. Gzhyts'koho*. 2017;19(82):125–131. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kachestvennyy-sostav-moloka-golshtinskih-korov-v-zavisimosti-ot-paratipicheskikh-i-geneticheskikh-faktorov>
9. Afonina D. A., Gorelik O. V., Novitskaya K. V. The influence of the kappa casein genotype on the nutritional and biological value of milk from holstein cows. *Agrarnyy vestnik Urala* = Agrarian Bulletin of the Urals. 2025;25(11):1822–1829. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2025-25-11-1822-1829>
10. Sanchez M. P., Govignon-Gion A., Ferrand M., Gelé M., Pourchet D., Amigues Y. et al. Whole-genome scan to detect quantitative trait loci associated with milk protein composition in 3 French dairy cattle breeds. *Journal of Dairy Science*. 2016;99(10):8203–8215. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11437>

11. Lemyakin A. D., Badanina L. S., Sabetova K. D., Chaitskiy A. A., Schiogolev P. O. Realizing the genetic potential of black-and-white cows of different genotypes by the kappa-casein gene. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2023;24(6):1021–1028. (In Russ.).

DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2023.24.6.1021-1028>

12. Dunin I. M., Meshcherov Sh. R., Tyapugin S. E., Meshcherov R. K., Khodykov V. P., Shestakova G. L., Grashin A. A. Correlation between exterior traits and milk productivity of holstein cows. *Agrarno-pishchevye innovatsii* = Agrarian-and-Food Innovations. 2026;(1(33)):23–34. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.31208/2618-7353-2026-33-23-34>

13. Mikhalev E. V. Comparison of milk productivity of first – calf cows of different lines. Innovations in the livestock and veterinary sectors: Proceedings of the International scientific and practical conference, Bryansk, April 15–16, 2021. Vol. Part 2. Bryansk: *Bryanskiy GAU*, 2021. pp. 260–264.

14. Prokhorenko P. N. Methods for enhancing the genetic potential for productivity and its implementation in dairy cattle breeding. *Vestnik agrarnoy nauki* = Bulletin of agrarian science. 2008;11(2):11–13. (In Russ.).

URL: <https://elibrary.ru/kwatiz?ysclid=mm3hb4qmg6456426494>

15. Novoselova K. S. Realization of the genetic potential of cows in LLC “Prigorodnoye” of the Urzhum district of the Kirov Region. Current problems of improving the technology of production and processing of agricultural products: Proceedings of the international scientific and practical conference, Yoshkar-Ola, March 16–17, 2022. Vol. Issue XXIV. Yoshkar Ola: *Mariyskiy GU*, 2022. pp. 345–348. URL: <https://elibrary.ru/kqwfvg?ysclid=mm3hqyy646174275096>

16. Prakhov A. L., Basonov O. A. Milk productivity and selection-genetic parameters of black-spotted cows of the local and danish selection. *Agrarnaya nauka*. 2005;(3):22–24. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=18312383>

Вклад авторов: Басонов О. А., Борисанова Д. В. – концепция и план исследования, анализ данных, подготовка рукописи; Кулаткова А. С. – стилистическая правка, подготовка рукописи, редактирование текста; Басонов А. О. – анализ данных.

Сведения об авторах

✉ **Басонов Орест Антипович**, доктор с.-х. наук, профессор, Советник при ректорате – руководитель Центра Агробиотехнологий, зав. кафедрой «Частная зоотехния и разведение сельскохозяйственных животных», ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный агротехнологический университет имени Л. Я. Флорентьева», Гагарина пр., д. 97, г. Нижний Новгород, Российская Федерация, 603107, e-mail: kancel-nnsatu@bk.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7916-4774>, e-mail: bassonov.64@mail.ru

Борисанова Дарья Валерьевна, аспирант 3 года обучения кафедры «Частная зоотехния и разведение сельскохозяйственных животных», ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный агротехнологический университет имени Л. Я. Флорентьева», Гагарина пр., д. 97, г. Нижний Новгород, Российская Федерация, 603107, e-mail: kancel-nnsatu@bk.ru

Кулаткова Анна Сергеевна, кандидат с.-х. наук, доцент кафедры «Частная зоотехния и разведение сельскохозяйственных животных», ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный агротехнологический университет имени Л. Я. Флорентьева», Гагарина пр., д. 97, г. Нижний Новгород, Российская Федерация, 603107, e-mail: kancel-nnsatu@bk.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5972-1932>

Басонов Андрей Орестович, соискатель кафедры «Частная зоотехния и разведение сельскохозяйственных животных», ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный агротехнологический университет имени Л. Я. Флорентьева», Гагарина пр., д. 97, г. Нижний Новгород, Российская Федерация, 603107, e-mail: kancel-nnsatu@bk.ru

Author contributions: Basonov O. A., Borisanova D. V. – study conception and design, data analysis, manuscript preparation, Kulatkova A. S. – stylistic editing, manuscript preparation, text editing, Basonov A. O. – data analysis.

Information about the authors

✉ **Orest A. Basonov**, DSc in Agricultural Science, professor, advisor to the Rector's Office, Head of the Center for Agrobiotechnology, Head of the Department of Private Animal Husbandry and Breeding of Farm Animals, Nizhny Novgorod State Florentyev Agrotechnological University, Gagarin Ave., 97, Nizhny Novgorod, Russian Federation, 603107, e-mail: kancel-nnsatu@bk.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7916-4774>, e-mail: bassonov.64@mail.ru

Daria V. Borisanova, 3rd year postgraduate student, the Department of Private Animal Husbandry and Breeding of Farm Animals, Nizhny Novgorod State Florentyev Agrotechnological University, Gagarin Ave., 97, Nizhny Novgorod, Russian Federation, 603107, e-mail: kancel-nnsatu@bk.ru

Anna S. Kulatkova, PhD in Agricultural Science, associate professor, the Department of Private Animal Husbandry and Breeding of Farm Animals, Nizhny Novgorod State Florentyev Agrotechnological University, Gagarin Ave., 97, Nizhny Novgorod, Russian Federation, 603107, e-mail: kancel-nnsatu@bk.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5972-1932>

Andrey O. Basonov, applicant, the Department of Private Animal Husbandry and Breeding of Farm Animals, Nizhny Novgorod State Florentyev Agrotechnological University, Gagarin Ave., 97, Nizhny Novgorod, Russian Federation, 603107, e-mail: kancel-nnsatu@bk.ru

✉ – Для контактов / Corresponding author