

УДК 636.03: 636.234.1

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-355-1-60-63>

Оригинальное исследование/Original research

Юмагузин И.Ф.,
Аминова А.Л.,
Седых Т.А.

Башкирский НИИСХ УФИЦ РАН, г. Уфа, ул. Рихарда Зорге, 19
E-mail: jumagusin@mail.ru

Ключевые слова: продуктивное долголетие, пожизненная продуктивность, причина выбытия, каппа-казеин

Для цитирования: Юмагузин И.Ф., Аминова А.Л., Седых Т.А. Продуктивное долголетие и пожизненная продуктивность дочерей голштинских быков-производителей с разными вариантами генотипа каппа-казеина. *Аграрная наука.* 2022; 355 (1): 60–63.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-355-1-60-63>

Конфликт интересов отсутствует

Idris F. Jumagusin,
Albina L. Aminova,
Tatiana A. Sedykh

BRIA UFRC RAS, Ufa, Richard Zorge st., 19
E-mail: jumagusin@mail.ru

Key words: productive longevity, lifelong productivity, reason for retirement, kappa-casein

For citation: Jumagusin I.F., Aminova A.L., Sedykh T.A. Productive longevity and lifelong productivity of daughters of Holstein bulls-producers with different variants of kappa-casein genotype. *Agrarian Science.* 2022; 355 (1): 60–63. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-355-1-60-63>

There is no conflict of interests

Продуктивное долголетие и пожизненная продуктивность дочерей голштинских быков-производителей с разными вариантами генотипа каппа-казеина

РЕЗЮМЕ

Снижение возраста хозяйственного использования крупного рогатого скота является одной из проблем современного скотоводства. Одним из вариантов повышения производительности в скотоводстве является селекция на продуктивное долголетие посредством поиска и использования генетических маркеров. В качестве генетического маркера нами выбран генотип белка каппа-казеина. Если влияние аллельных форм данного гена на молочную продуктивность достаточно хорошо изучено, то вопрос о взаимодействии его с пожизненными показателями продуктивности остается открытым. Целью наших исследований являлось определение влияния генотипа каппа-казеина быков-производителей голштинской породы на долголетие и пожизненную продуктивность их дочерей. В анализ вошли показатели 1476 животных, имеющих не менее одной законченной лактации. В зависимости от линейной принадлежности и генотипа по гену каппа-казеина быков-производителей их дочери были разбиты на 4 группы. Частота встречаемости аллеля CSN3^A у изучаемых быков составила 81,91%, аллеля CSN3^B — 18,09%. Наивысшая частота встречаемости желательного аллеля CSN3^B была у быков-производителей линии Рефлекшн Соверинг — 20,83%, что на 3,69% больше, чем у быков линии Вис Бэк Айдиал. Анализ продолжительности жизни животных показал, что наиболее длительной она оказалась у дочерей быков из линии Рефлекшн Соверинг (2,46 лактации) и особенно с генотипом CSN3^{AB} — 2,59 лактации. Наибольшим пожизненным удоем (18 490 кг) характеризовались дочери быков с генотипом CSN3^{AB} линии Рефлекшн Соверинг. Их превосходство над животными из той же линии, но с генотипом CSN3^{AA}, составило 1004 кг, линии Вис Бэк Айдиал с генотипом CSN3^{AA} — 1472 кг и с генотипом CSN3^{AB} — 1343 кг. Наиболее высокий средний удой на 1 день жизни коровы был также у животных линии Рефлекшн Соверинг с генотипом CSN3^{AB} — 9,05 кг.

Productive longevity and lifelong productivity of daughters of Holstein bulls-producers with different variants of kappa-casein genotype

ABSTRACT

Reducing age of economic use of cattle is one of the problems of modern cattle breeding. One of the options for increasing productivity in cattle breeding is breeding for productive longevity, through the search and use of genetic markers. We have selected the genotype of the kappa-casein protein as a genetic marker. If the influence of allelic forms of this gene on milk productivity is well studied, then the question of its interaction with lifelong productivity indicators remains open. The purpose of our research was to determine the effect of the kappa-casein genotype of Holstein bulls on the longevity and lifelong productivity of their daughters. The analysis included the indicators of 1,476 animals with at least one completed lactation. Depending on the linear affiliation and genotype of the kappa-casein gene of the breeding bulls, their daughters were divided into 4 groups. The frequency of occurrence of the CSN3^A allele in the studied bulls was 81.91%, the CSN3^B allele — 18.09%. The highest frequency of occurrence of the desired CSN3^B allele was in bulls of the Reflection Sovering line — 20.83%, which is 3.69% more than in bulls of the Vis Back Ideal line. The analysis of the life expectancy of animals showed that it turned out to be the longest in the daughters of bulls from the Reflection Sovering line (2.46 lactation) and especially with the CSN3^B genotype — 2.59 lactation. The greatest lifetime milk yield (18,490 kg) was characterized by the daughters of bulls with the CSN3^{AB} genotype in the Reflection Sovering line. Their superiority over animals from the same lineage, but with the CSN3^{AA} genotype, was 1004 kg, the Vis Back Ideal line with the CSN3^{AA} genotype was 1472 kg and with the CSN3^{AB} genotype was 1343 kg. The highest average milk yield in 1 day of a cow's life was also in animals of the Reflection Sovering line with the CSN3^{AB} genotype — 9.05 kg.

Поступила: 13 декабря
Принята к публикации: 10 января

Received: 13 December
Accepted: 10 January

Введение

Длительность производственного использования молочных коров — категория не только биологическая, но и экономическая, так как целесообразность ведения молочной отрасли зависит не только от величины надоев, но и продолжительности продуктивного периода коров. Для коров молочных пород характерен довольно большой биологический обусловленный период продуктивного использования — 8–10 и более лактаций. Однако в зарубежных странах и регионах нашей страны с высоким уровнем развития молочного скотоводства продолжительность хозяйственного использования высокопродуктивных коров, как правило, не превышает 2,5–3 лактаций [1, 2].

При преждевременном выбытии коров из стада повышается себестоимость молочной продукции из-за требующихся больших материальных затрат для выращивания молодняка. Продолжительность продуктивного долголетия является определяющим фактором, так как она напрямую оказывает действие на пожизненный надой молока, количество телят и, тем самым, на прогресс популяции и породы в целом. Поэтому в современном молочном скотоводстве исключительно главное значение имеют высокопродуктивные коровы с длительным хозяйственным использованием [3].

В последние десятилетия тема продуктивного долголетия коров молочных пород пользуется повышенным вниманием как среди ученых, так и среди производителей. Наследуемость продуктивного долголетия очень низкая и основаниями варирования данного признака могут быть многочисленные генетические и паратипические факторы [4].

В настоящее время собран обширный объем знаний по использованию различных способов увеличения продуктивного долголетия животных путем применения различных зоотехнических и селекционных приемов. Выявлено влияние на срок хозяйственного использования таких факторов, как возраст первого отела, величина надоя за первую лактацию, сезон отела, а также линейная принадлежность, кровность, быки-производители и др. [5]. При этом нередко разные ученые достигают взаимопротиворечивых результатов, что осложняет плодотворное использование их на производстве [6].

Наряду с этими в литературе все чаще появляются материалы о влиянии на срок продуктивного использования крупного рогатого скота генетических факторов [7]. Прогнозировать продуктивное долголетие возможно с использованием информации о структуре субпопуляций по полиморфным локусам [8, 9]. Молекулярные маркеры, связанные с репродуктивными особенностями и продолжительностью использования животных, применяют в геномной селекции [10, 11]. Поиск и использование генетических маркеров продуктивного долголетия крупного рогатого скота является актуальным направлением молекулярно-генетических исследований.

В качестве генетического маркера нами выбран ген молочного белка каппа-казеина (CSN3). Если влияние аллельных форм данного гена на молочную продуктивность достаточно хорошо изучено, то вопрос о взаимодействии его с пожизненными продуктивными показателями остается открытым.

Цель наших исследований заключалась в определении влияния генотипа быков-производителей голштинской породы на долголетие и пожизненную продуктивность их дочерей.

Материал и методика

Исследования выполнены по материалам первичного зоотехнического учета программы СЕЛЭКС бывших коров голштинской породы с 2013 по 2019 гг. в стаде племенного репродуктора ООО «Агрофирма Байрамгул» Учалинского района Республики Башкортостан. В обработку были включены данные о 1476 животных, имеющих не менее одной законченной лактации. В зависимости от линейной принадлежности и генотипа по гену каппа-казеина быков-производителей их дочери были разбиты на 4 группы.

Частоту встречаемости генотипа определяли по формуле (Е.К. Меркурьева, 1977):

$$h = \frac{n}{N} \cdot 100,$$

где h — частота генотипа; n — частота особей, имеющих определенный генотип; N — общее число обследованных животных.

Частоту аллелей определяли по формуле Р. Фишера (Е.К. Меркурьева, 1977):

$$p(A) = \frac{2nAA + nAB}{2n};$$

$$q(B) = \frac{2nBB + nAB}{2n},$$

где p — частота аллеля А; q — частота аллеля В; n — количество особей, имеющих определенный генотип; N — общее число особей.

Были изучены следующие хозяйственно-полезные показатели коров: удой, жирномолочность и выход молочного жира за 305 дней лактации, живая масса, возраст и причины выбытия, а также продолжительность продуктивного использования коров, пожизненный удой и удой на 1 день жизни.

Полученные результаты научных исследований были обработаны методом вариационной статистики (Н.А. Плохинский, 1969; Е.К. Меркурьева, 1983) с применением программного приложения Microsoft Excel из программного пакета Microsoft Office 2003. Достоверность полученных результатов определяли по таблице Стьюдента.

Результаты

Анализ генотипов у 47 быков-производителей по каппа-казеину показал, что желательный генотип CSN3^{BB} идентифицирован не был ни у одного животного (табл. 1). Генотип CSN3^{AA} имели 30 гол. (63,83%) и генотип CSN3^{AB} — 17 гол. (36,17%). Наибольшая частота встречаемости генотипа CSN3^{AB} зафиксирована у быков-производителей линии Рефлексн Соверинг — 41,67%, что на 7,38% выше встречаемости его у животных линии Вис Бэк Айдиал.

Частота встречаемости аллеля CSN3^A у изучаемых быков составила 81,91%, аллеля CSN3^B — 18,09%. Наивысшая частота встречаемости желательного аллеля CSN3^B была также у быков-производителей линии Рефлексн Соверинг — 20,83%, что на 3,69% больше, чем у быков линии Вис Бэк Айдиал.

Для эффективного ведения селекционно-племенной работы важное значение имеет знание основных причин выбытия животных из стада, которое в дальнейшем позволит снизить выбраковку за счет проведения организационных, технологических и специальных ветеринарных мероприятий. Пользуясь документами

зоотехнической и ветеринарной отчетности, мы проанализировали основные причины выбытия коров из стада (табл. 2).

Изучая причины выбраковки дочерей быков-производителей линии Вис Бэк Айдиала, наблюдаем, что животные выбывают при нарушении воспроизводительной функции (28,3%), из-за болезней конечностей (25,0%), заболеваний вымени (20,2%), низкой продуктивности (15,9%) и прочих причин (10,6%). Рассматривая причины выбытия в разрезе генотипов по гену каппа-казеина, видим, что дочери быков с генотипом CSN3^{AA} чаще выбывают по причине нарушений воспроизводительной функции — на 2,4%, низкой продуктивности — на 1,6% и заболеваний вымени — на 1,2%. При этом выбытие дочерей быков с генотипом CSN3^{AB} чаще случается по причине заболеваний конечностей (+2,8%) и прочих причин (+2,4%).

К основным причинам выбытия дочерей быков линии Рефлекшн Соверинг также относятся нарушение воспроизводительной функции (24,6%), болезни ног (24,0%), заболевания вымени (22,5%), низкая продуктивность (16,5%) и прочие причины (12,4%). Дочери быков с генотипом CSN3^{AA} чаще выбывают из стада по причине болезней ног — на 6,4% и низкой продуктивности — на 1,1%, а выбытие дочерей быков с генотипом CSN3^{AB} чаще происходит из-за гинекологических заболеваний (+3,2%), болезней вымени (+2,9) и прочих причин (+1,4%).

Таблица 1. Полиморфизм гена каппа-казеина (CSN3) у быков

Table 1. Polymorphism of the kappa-casein gene (CSN3) in bulls

Линия быков	Количество (n), гол.	Частота генотипа, %			Частота аллелей, %	
		AA	AB	BB	A	B
Вис Бэк Айдиал	35	65,71	34,29	0	82,86	17,14
Рефлекшн Соверинг	12	58,33	41,67	0	79,17	20,83
Итого	47	63,83	36,17	0	81,91	18,09

Таблица 2. Основные причины выбытия дочерей быков-производителей в зависимости от линейной принадлежности и генотипа гена каппа-казеина

Table 2. The main reasons for the retirement of the daughters of breeding bulls, depending on the linear affiliation and genotype of the kappa-casein gene

Причина выбытия	Вис Бэк Айдиал			Рефлекшн Соверинг		
	всего	в том числе		всего	в том числе	
		CSN3 ^{AA}	CSN3 ^{AB}		CSN3 ^{AA}	CSN3 ^{AB}
Группа	–	I	II	–	III	IV
Количество (n), гол.	1089	891	198	387	298	89
Низкая продуктивность, %	15,9	16,2	14,6	16,5	16,8	15,7
Гинекологические заболевания, %	28,3	28,7	26,3	24,6	23,8	27,0
Заболевания вымени, %	20,2	20,4	19,2	22,5	21,8	24,7
Болезни ног, %	25,0	24,5	27,3	24,0	25,5	19,1
Прочие причины, %	10,6	10,2	12,6	12,4	12,1	13,5

Таблица 3. Продуктивное использование дочерей быков-производителей в зависимости от линейной принадлежности и генотипа гена каппа-казеина (M+m)

Table 3. Productive use of the daughters of breeding bulls depending on the linear affiliation and genotype of the kappa-casein gene (M+m)

Показатель	Вис Бэк Айдиал			Рефлекшн Соверинг		
	всего	в том числе		всего	в том числе	
		CSN3 ^{AA}	CSN3 ^{AB}		CSN3 ^{AA}	CSN3 ^{AB}
Группа	–	I	II	–	III	IV
Количество (n), гол.	1089	891	198	387	298	89
Продолжительность жизни, лактация	2,41+0,048	2,43+0,045	2,31+0,057	2,46+0,065	2,42+0,061	2,59+0,080
Пожизненная продуктивность, кг	17041+227,9	17018+240,1	17147+359,5	17717+325,2	17486+319,0	18490+462,4
Среднее содержание жира, %	3,83+0,005	3,83+0,005	3,82+0,006	3,82+0,007	3,82+0,007	3,81+0,009
Выход пожизненного молочного жира, кг	652,4+8,67	651,8+9,24	655,0+13,30	676,4+10,42	668,0+11,91	704,5+16,04
Удой за наивысшую лактацию, кг	8370+69,8	8347+71,4	8471+106,2	8557+80,3	8571+97,0	8509+122,1
Удой на 1 день жизни, кг	8,47+0,081	8,49+0,089	8,40+0,125	8,76+0,133	8,67+0,106	9,05+0,150

Анализ продолжительности жизни животных показал, что наиболее длительной она оказалась у дочерей быков из линии Рефлекшн Соверинг (2,46 лактации) и особенно с генотипом CSN3^{AB} — 2,59 лактации (IV группа) (табл. 3).

Коровы из этой группы по изучаемому показателю превосходили своих сверстниц линии Рефлекшн Соверинг с генотипом CSN3^{AA} на 0,17 лактации, а из линии Вис Бэк Айдиал с генотипом CSN3^{AA} — на 0,16 лактации и с генотипом CSN3^{AB} — на 0,28 лактации.

В производственных условиях большое значение имеет показатель пожизненного удоя коров. Наибольшим пожизненным удоём (18490 кг) характеризовались дочери быков с генотипом CSN3^{AB} линии Рефлекшн Соверинг. Их превосходство над животными из той же линии, но с генотипом CSN3^{AA}, составило 1004 кг, линии Вис Бэк Айдиал с генотипом CSN3^{AA} — 1472 кг и с генотипом CSN3^{AB} — 1343 кг.

Линейная принадлежность быков-производителей и генотип каппа-казеина не повлияли на содержание жира в молоке их дочерей. В исследуемых группах оно колебалось от 3,81 до 3,83%.

Наивысший показатель пожизненного выхода молочного жира имели также животные IV группы — 704,5 кг, что больше I группы на 52,7 кг, II группы — на 49,5 кг и III группы — на 36,5 кг.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Коновалова Л.В., Шарко Г.Н., Мачульская Е.В. Сравнительный полиморфизм локуса лептина в популяциях крупного рогатого скота красной степной и швицкой пород. Эффективное животноводство. 2018. 5: 52-54. [Konovalova L.V., Shariko G.N., Machulskaya E.V. Comparative polymorphism of the leptin locus in populations of cattle of the Red Steppe and Shvitskaya breeds. Efficient animal husbandry. 2018. 5: 52-54. (In Russ.).]
2. Jumaguzin I.F., Aminova A.L. Longevity of cows depending on age at first service. Reproduction in Domestic Animals. 2019. 54. S3: 105.
3. Суровцев В.Н., Никулина Ю.Н. Экономические аспекты продуктивного долголетия молочных коров. Молочное и мясное скотоводство. 2014. 8: 2-5. [Surovtsev V.N., Nikulina Yu.N. Economic aspects of productive longevity of dairy cows. Dairy and beef cattle breeding. 2014. 8: 2-5. (In Russ.).]
4. Ковалюк Н.В., Сацук В.Ф., Мачульская Е.В., Морковкина Н.А., Шахназарова Ю.Ю. Использование полиморфизма локуса LEP в селекции черно-пестрого скота. Молочное и мясное скотоводство. 2017. 3: 14-16. [Kovalyuk N.V., Satsuk V.F., Machulskaya E.V., Morkovkina N.A., Shakhnazarova Yu.Yu. The use of polymorphism of the LEP locus in the breeding of black-and-white cattle. Dairy and beef cattle breeding. 2017. 3: 14-16. (In Russ.).]
5. Алтухов Ю.П., Салменкова Е.А. Полиморфизм ДНК в популяционной генетике. Генетика. 2002. 9: 1173-1195. [Altukhov Yu.P., Salmenkova E.A. DNA polymorphism in population genetics. Genet. 2002. 9: 1173-1195. (In Russ.).]
6. Комендант Т.М., Епишко О.А., Чебуранова Оптимизация методов выявления полиморфизмов гена лептина (LEP), влияющего на продуктивное долголетие крупного рогатого скота. Сборник научных трудов «Сельское хозяйство – проблемы и перспективы». Гродно: Гродненский государственный аграрный университет, 2017: 99-105. [Commandant T.M., Epishko O.A., Cheburanova Optimization of the methodology for detecting polymorphisms of the leptin gene (LEP) affecting

Максимальный удой за лактацию зафиксирован у дочерей быков с генотипом CSN3^{AA} линии Рефлекшн Соверинг — 8571 кг, что больше на 62 кг, чем у животных с генотипом CSN3^{AB} той же линии и на 224 и 100 кг больше, чем у коров линии Вис Бэк Айдиал с генотипами, соответственно, CSN3^{AA} и CSN3^{AB}.

Одним из главных показателей продуктивного долголетия коров является показатель удоя на 1 день жизни, который включает в себя непродуктивный период использования животных в течение лактации. Наиболее высокий средний удой на 1 день жизни коровы был у животных IV группы — 9,05 кг. Животные данной группы превосходили своих сверстниц из I, II и III групп соответственно на 0,56 кг, 0,65 кг и 0,38 кг.

Выводы

Исследование долголетия и пожизненной продуктивности у дочерей голштинских быков-производителей с разными вариантами генотипа каппа-казеина показало, что животные линии Рефлекшн Соверинг, имеющие в своем генотипе аллель CSN3^B, проявляли тенденцию к увеличению продолжительности жизни и пожизненной продуктивности. Следовательно, генотипирование крупного рогатого скота по генотипу белка каппа-казеина можно считать перспективным направлением селекционной работы с целью увеличения пожизненных показателей молочной продуктивности.

the productive longevity of cattle. Collection of scientific papers "Agriculture - problems and prospects". Grodno: Grodno State Agrarian University, 2017: 99-105. (In Russ.).]

7. Юдина О.П., Усова Т.П., Сапегина Е.В. Продуктивное долголетие коров голштинской породы в зависимости от генотипа быка по гену каппа-казеина и страны происхождения. Известия Са-марской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. 3: 64-69. [Yudina O.P., Usova T.P., Sapagina E.V. Productive longevity of Holstein cows depending on the genotype of the bull by the kappa-casein gene and the country of origin. Proceedings of the Sa-mara State Agricultural Academy. 2019. 3: 64-69. (In Russ.).]

8. Немцов А.А., Зиновьева Н.А., Юмагузин И.Ф., Горяминский В.П., Гарипова Н.Ш. Полиморфизм гена каппа-казеина симментальских животных отечественной и австрийской селекции. Достижения науки и техники АПК. 2007. 2: 31-33. [Nemtsov A.A., Zinovieva N.A., Jumaguzin I.F., Goryaminsky V.P., Garipova N.S. Polymorphism of the kappa-casein gene of Simmental animals of domestic and Austrian breeding. Achievements of science and technology APK. 2007. 2: 31-33. (In Russ.).]

9. Zhang Q., Guldbrandtsen B., Thomasen J.R., Lund M.S., Sahana G. Genome-wide association study for longevity with whole-genome sequencing in 3 cattle breeds. Journal of Dairy Science. 2016. 99(9): 7289-7298.

10. Седых Т.А., Калашникова Л.А., Гизатуллин Р.С., Косилов В.И. Влияние полиморфизма гена лептина на продуктивность мясного скота. Российская сельскохозяйственная наука. 2020. 5: 54-58. [Sedykh T.A., Kalashnikova L.A., Gizatullin R.S., Kosilov V.I. The effect of leptin gene polymorphism on the productivity of beef cattle. Russian agricultural science. 2020. 5: 54-58. (In Russ.).]

11. Engle B.N., Herring A.D., Sawyer J.E., Riley D.G., Sanders J.O., Gill C.A. Genome-wide association study for stayability measures in Nel-lore-Angus crossbred cows. Journal of Animal Science, 2016. 94 (suppl. 4): 142.

ОБ АВТОРАХ:

Юмагузин Идрис Фидаяевич, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела животноводства
Аминова Альбина Ленаровна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела животноводства
Седых Татьяна Александровна, доктор биологических наук, заместитель директора по научной работе

ABOUT THE AUTHORS:

Yumaguzin Idris Fidayevich, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher of the Department of Animal Husbandry
Aminova Albina Lenarovna, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher of the Department of Animal Husbandry
Sedykh Tatiana Alexandrovna, Doctor of Biological Sciences, Deputy Director for Scientific Work