



*Костромская порода,  
быки-производители,  
генотипы, каппа-  
казеин, бета-казеин,  
оплодотворяющая  
способность*

*Kostroma breed, bull-sires,  
genotypes, kappa-casein,  
beta-casein, fertilizing  
ability*

DOI 10.35694/YARCX.2021.54.2.009

## ОЦЕНКА БЫКОВ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ КОСТРОМСКОЙ ПОРОДЫ ПО ГЕНОТИПАМ КАЗЕИНА И ОПЛОДОТВОРЯЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ

А. А. Королев (фото)

селекционер-зоотехник лаборатории информационного обеспечения селекционно-племенной работы регионального информационно-селекционного центра

Н. С. Баранова

д-р с.-х. наук, профессор, заведующая кафедрой частной зоотехнии, разведения и генетики

ФГБОУ ВО Костромская ГСХА, пос. Караваяево

В современных условиях развития животноводства одним из важных направлений научно-технического прогресса является эффективное использование отечественного генофонда. Племенные ресурсы – это стратегический капитал, представляющий большое национальное богатство, а также залог продовольственной и генетической безопасности государства, её силы влияния на мировом рынке [1].

В структуре породного состава подконтрольного крупного рогатого скота молочного направления продуктивности за 2019 год в России костромская порода составляет 0,3% от общего поголовья [2].

По данным бонитировки 2020 года в Костромской области разводят пять пород молочного и молочно-мясного направления продуктивности, на долю костромской породы приходится 39,6%, чёрно-пёстрой – 53,1%, ярославской – 5,8%, айрширской – 0,6%, холмогорской – 0,9% [3].

Главная проблема, которая требовала решения для сохранения генофонда костромской породы – это получение быков-производителей продолжателей заводских линий.

В целях сохранения генофонда породы и повышения генетического разнообразия за 2017–2020 годы в АО «Головной центр по воспроизводству сельскохозяйственных животных» в результате заказных спариваний поставлено на накопление семени 15 быков из племзавода СПК «Гридино» Костромской области: шесть быков линии Ладка 2537, три – линии Каро 1494, два – линии Бархата 2336, один – линии Курса 3722, один – линии Салата 1216 и два – родственной группы Мастера 106902 [4].

В ОАО «Ярославское» по племенной работе за 2018–2020 годы поставлено на накопление семени 5 быков-производителей костромской породы: Березняк 770, Лайт 390 (линия Ладка 2537), Залив 9220 (родственная группа Меридиана 90827), Буран 95 (родственная группа Мастера 106902) и Маневр 8589 (родственная группа Концентрата 106157) из двух племзаводов (СПК «Гридино», СПК «Колхоз «Родина») и племрепродуктора (ООО «Агрофирма «Планета») [5].

Все быки-производители, поставленные на накопление семени за 2017–2020 годы, имеют геномные паспорта. Наличие данных молекулярно-генетических исследований позволило гарантированно ставить быков с отрицательным статусом носительства моногенных заболеваний и летальных гаплотипов, а анализ белков молока позволяет делать грамотное закрепление для улучшения качественных характеристик молока для производства молочных продуктов [6].

В результате геномной паспортизации у быков-производителей костромской породы были выявлены ценные генотипы по каппа- и бета-казеину.

Большое значение имеет пищевое молоко животных с генотипом по бета-казеину А2. Отличие между А1 и А2 заключается в точечной мутации в гене коровьего бета-казеина, приведшей к замене пролина на гистидин в позиции 67 белка бета-казеина [7; 8].

Организм человека чувствителен именно к казеину типа А1, то есть у некоторых людей в организме не вырабатывается или вырабатывается недостаточно фермента, способного расщепить продукт распада казеина А1 – БКМ-7 (бета-казоморфин-7). Особенно к нему чувствительны младенцы, находящиеся на искусственном вскармливании [9].

Исследованиями S. Jianqin, X. Leiming и др. [10] установлено, что у людей, употреблявших молоко с β-казеином А2, отмечалось меньше случаев расстройства кишечника, чем у людей, употреблявших молоко с β-казеином А1.

С. В. Гуськова [11] отмечает, что у животных бурых пород А2 аллель встречается гораздо чаще, чем у чёрно-пёстрых. Так, среди быков-производителей чёрно-пёстрой группы пород (чёрно-пёстрая, голштинская, холмогорская, ярославская, тагильская) частота встречаемости носителей генотипа А2А2 составила 33%, А1А1 – 16%. У быков-производителей бурых и палевых пород (костромская, швицкая, джерсейская, симментальская, монбельярдская) частота встречаемости носителей А2А2 генотипа составила 41%, А1А1 – всего 6%.

Наиболее ценным генотипом по каппа-казеину считается генотип ВВ, который признан европейской ассоциацией животноводов экономически важным критерием для специализированных молочных пород, так как В-аллель является генетическим маркером пригодности молока для производства сыра [12].

Важным селекционным признаком является также оплодотворяющая способность семени быков-производителей, которая влияет на эффективность воспроизводства в стаде.

Согласно практическим исследованиям, соотношение между бычками и тёлочками на 100

отёлов должно составлять 52 : 48 [13]. Результативность осеменений считается отличной, если индекс равен 1,5; хорошей – 1,6–1,8; удовлетворительной – 1,9–2,0; низкой – более 2,0 [14].

Процент зачатий от первого осеменения тёлочек должен быть на уровне от 60 до 70%, лактирующих коров – соответственно от 50 до 60%. Если этот показатель ниже 40%, то в хозяйстве имеется проблема с оплодотворяемостью животных [15].

Поэтому в племенных хозяйствах большое значение имеет уровень воспроизводства стада, который зависит не только от конкретных условий содержания животных, но и от оплодотворяющей способности семени быков-производителей.

На эффективность производства молочных продуктов оказывают влияние качественные показатели молока. Поэтому важно заранее знать какого быка-производителя лучше использовать для этих целей.

Цель исследования – провести анализ носительства ценных генотипов по каппа-казеину (ВВ) и бета-казеину (А2А2) у быков-производителей костромской породы и изучить их оплодотворяющую способность.

#### *Материалы и методы*

Материалом для исследования послужили племенные свидетельства, геномные паспорта на быков-производителей костромской породы, а также базы СЕЛЭКС племенных хозяйств СПК «Гридино» и СПК «Колхоз «Родина» Красносельского района Костромской области. Для характеристики оплодотворяющей способности семени брали данные по быкам, семенем которых осеменено не менее 80–100 коров и тёлочек. В достаточном количестве осеменено животных быками Заливом 9220 (коров n = 197, тёлочек n = 102), Бураном 95 (коров n = 128, тёлочек n = 69) и Лечо 770 (коров n = 144).

В процессе работы использованы общезоотехнические и вариационно-статистические методы исследований.

#### *Результаты исследования*

В таблице 1 представлены указанные в геномном паспорте данные оценки быков по генотипам белков молока по каппа- и бета-казеину, которые дают возможность селекционерам осуществлять научно обоснованную селекцию по качественным показателям молока, необходимым для производства сыра и молочных продуктов.

Быки заводских линий имеют относительно невысокую кровность по бурой швицкой породе – от 7 до 41%. Носителями ценного генотипа каппа-казеина для производства сыра (ВВ) являются 11 быков (55,0%), 7 из них относятся к заводским линиям (два к линии Ладка 2537, один – Каро 1494, два – Бархата 2336). Носителями ценного

Таблица 1 – Генотипы по К- и В-казеину быков-производителей костромской породы и их структура

| № п/п        | Кличка, инв. № быка | Линия, родственная группа | Кровность по бурой швицкой породе | Генотип по К-казеину |      | Генотип по В-казеину |      |
|--------------|---------------------|---------------------------|-----------------------------------|----------------------|------|----------------------|------|
|              |                     |                           |                                   | АВ                   | ВВ   | А1А2                 | А2А2 |
| 1            | Березняк 770        | Ладок 2537                | 7                                 | АВ                   | -    | -                    | А2А2 |
| 2            | Лакей 463           | Ладок 2537                | 30                                | АВ                   | -    | А1А2                 | -    |
| 3            | Лечо 667            | Ладок 2537                | 22                                | -                    | ВВ   | -                    | А2А2 |
| 4            | Лексус 695          | Ладок 2537                | 25                                | -                    | ВВ   | А1А2                 | -    |
| 5            | Нестор 857          | Ладок 2537                | 39                                | АВ                   | -    | -                    | А2А2 |
| 6            | Найд 36             | Ладок 2537                | 36                                | -                    | ВВ   | А1А2                 | -    |
| 7            | Нектар 270          | Ладок 2537                | 19                                | -                    | ВВ   | А1А2                 | -    |
| 8            | Лайт 390            | Ладок 2537                | 25                                | АВ                   |      |                      | А2А2 |
| 9            | Сикрон 858          | Каро 1494                 | 19                                | -                    | ВВ   | А1А2                 | -    |
| 10           | Слёт 117            | Каро 1494                 | 22                                | АВ                   | -    | А1А2                 | -    |
| 11           | Счёт 94             | Каро 1494                 | 7                                 | АВ                   | -    | А1А2                 | -    |
| 12           | Крутой 109          | Курс 3722                 | 32                                | АВ                   | -    | -                    | А2А2 |
| 13           | Ручей 183           | Салат 1216                | 41                                | АВ                   | -    | А1А2                 | -    |
| 14           | Водород 883         | Бархат 2336               | 25                                | -                    | ВВ   | А1А2                 | -    |
| 15           | Вагон 184           | Бархат 2336               | 31                                | -                    | ВВ   | А1А2                 | -    |
| 16           | Буран 95            | Мастер 106902             | 53                                | АВ                   | -    | А1А2                 | -    |
| 17           | Клим 996            | Мастер 106902             | 47                                | -                    | ВВ   | -                    | А2А2 |
| 18           | Кагор 41            | Мастер 106902             | 59                                | -                    | ВВ   | -                    | А2А2 |
| 19           | Залив 9220          | Меридиан 90827            | 58                                | -                    | ВВ   | -                    | А2А2 |
| 20           | Маневр 8589         | Концентрат 106157         | 53                                | -                    | ВВ   | -                    | А2А2 |
| Структура, % |                     |                           |                                   | 45,0                 | 55,0 | 55,0                 | 45,0 |

генотипа по бета-казеину А2А2 являются 9 быков (45,0%). У быков-производителей Лечо 667, Кагора 41, Клим 996, Залива 9220, Маневра 8589 выявлено одновременное носительство ценных генотипов по каппа- и бета-казеину (ВВ; А2А2).

Очень важно учитывать показатели оплодотворяющей способности у новых быков-производителей, используемых в стаде (табл. 2).

В СПК «Гридино» высокий индекс осеменения коров у быка Залива 9220 – 1,6, что достоверно превосходит показатели других быков ( $P < 0,01$ ). У быков-производителей Бурана 95 и Залива 9220 высокий процент зачатия от первого осеменения тёлочек (на уровне 68–69%). Худший показатель в СПК «Гридино» наблюдается по проценту осеменения от первого зачатия коров у быка Лечо 667 –

Таблица 2 – Оплодотворяющая способность быков-производителей костромской породы

| Кличка, инв. № быка  | Линия, родственная группа | Количество потомков, гол. |                  |    |                 |    | Оплодотворяющая способность быка |         |                       |         |      |    |
|----------------------|---------------------------|---------------------------|------------------|----|-----------------|----|----------------------------------|---------|-----------------------|---------|------|----|
|                      |                           | всего                     | в. т. ч. тёлочек | %  | в. т. ч. бычков | %  | индекс осеменения                |         | от первого осеменения |         |      |    |
|                      |                           |                           |                  |    |                 |    | коров                            | тёлочек | коров                 | тёлочек | гол. | %  |
| СПК «Гридино»        |                           |                           |                  |    |                 |    |                                  |         |                       |         |      |    |
| Буран 95             | Мастер 106902             | 128                       | 56               | 44 | 72              | 56 | 1,8±0,1                          | 1,5±0,1 | 78                    | 61      | 47   | 68 |
| Залив 9220           | Меридиан 90827            | 86                        | 40               | 47 | 46              | 53 | 1,6±0,1**                        | 1,5±0,1 | 51                    | 59      | 49   | 69 |
| Лечо 667             | Ладок 2537                | 144                       | 67               | 47 | 77              | 53 | 2,0±0,1                          | -       | 68                    | 47      | -    | -  |
| СПК «Колхоз «Родина» |                           |                           |                  |    |                 |    |                                  |         |                       |         |      |    |
| Залив 9220           | Меридиан 90827            | 111                       | 53               | 48 | 58              | 52 | 2,0±0,1                          | 1,6±0,2 | 47                    | 42      | 21   | 68 |

47%. В СПК «Колхоз «Родина» у быка Залива 9220 хороший индекс осеменения тёлков – 1,6, но удовлетворительный – коров (2,0) и, соответственно, низкий процент зачатий от первого осеменения (42%). Соотношение рождения тёлочек и бычков близко к норме – 48 : 52. Только у быка Бурана 95 на 4 % больше рождается бычков.

#### **Выводы**

1. У быков-производителей Климат 996, Кагора 41, Залива 9220, Манёвра 8589, относящихся к родственным группам, чаще встречается одновременное носительство ценных гомозиготных генотипов по каппа-казеину (BB) и бета-казеину (A2A2). Из быков заводских линий такой генотип имеет только Лечо 770. У быков костромской породы отсутствуют генотипы по каппа-казеину (AA) и бета-казеину (A1A1). У быков-производителей заводских линий чаще всего, если имеется гомозиготный генотип по каппа-казеину (BB), то генотип по бета-казеину гетерозиготный (A1A2), что отме-

чено у быков Лексуса 695, Найда 36, Нектара 270, Сикрона 858, Водорода 883, Вагона 184; у быков Березняка 770, Нестора 857, Лайта 390, Крутого 109, наоборот, при гомозиготном генотипе по бета-казеину (A2A2), гетерозиготный – по каппа-казеину (AB).

2. У быков-производителей нового поколения Бурана 95 и Залива 9220, используемых для осеменения тёлков, индексы осеменения на уровне 1,5–1,6, что свидетельствует о хорошей оплодотворяющей способности этих производителей. Удовлетворительный показатель индекса осеменения (2,0) в СПК «Колхоз «Родина» у быка Залива 9220 свидетельствует о том, что имеются проблемы с воспроизводительной способностью коров, так как у тёлков в этом хозяйстве индекс осеменения хороший – 1,6. В СПК «Гридино» по индексу осеменения коров хороший показатель у быка Залива 9220 – 1,6, что превосходит показатели других быков – Бурана 95 (на 0,2) и Лечо 667 (на 0,4) (разность статистически достоверна,  $P < 0,01$ ).

#### **Литература**

1. Баранова, Н. С. Сохранение генофонда крупного рогатого скота Костромской породы / Н. С. Баранова, А. В. Баранов, А. А. Королев. – Текст : непосредственный // Аграрный вестник Верхневолжья. – 2018. – № 4 (25). – С. 69–78. – ISSN 2307-5872.
2. Ежегодник по племенной работе в молочном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации (2019) / Г. И. Шичкин, В. В. Чернов, Г. Ф. Сафина [и др.]. – Москва : Изд-во «ФГБНУ ВНИИплем», 2020. – 271 с. – Текст : непосредственный.
3. Королева, Е. А. Анализ итогов бонитировки крупного рогатого скота молочного направления продуктивности Костромской области за 2020 год / Е. А. Королева. – Кострома : Изд-во Костромской ГСХА, 2021. – 20 с. – Текст : непосредственный.
4. Каталог быков-производителей / АО «Головной центр по воспроизводству сельскохозяйственных животных». – Московская область, г. о. Подольск, поселок Быково. – Электрон. дан. : Каталог быков производителей 2020 года. – URL: <https://oaohcr.ru/wp-content/uploads/2021/03/katalog2020.pdf>. – Текст : электронный.
5. Каталог быков-производителей. 2020–2021 / ОАО «Ярославское» по племенной работе. – Ярославль. – URL: [http://www.yarplem.ru/useruploads/files/2020-2021\\_итог.pdf](http://www.yarplem.ru/useruploads/files/2020-2021_итог.pdf). – Текст : электронный.
6. Королев, А. А. Ожидаемая племенная ценность и генотипы по фракциям казеина новых быков-производителей костромской породы / А. А. Королев, Н. С. Баранова. – Текст : непосредственный // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства : Сборник научных трудов Национальной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора биологических наук, профессора Е. П. Ващекина. – Брянск : Изд-во Брянский государственный аграрный университет, 2020. – С. 17–22.
7. Milk protein polymorphism: Detection and diffusion of the genetic variants in Bos genus / P. Formaggioni, A. Summer, M. Malacarne et al. – Text : unmediated // Ann. Fac. Med. Vet. Univ. Parma. – 1999. – № 19. – P. 127, 165.
8. Comparative evaluation of cow  $\beta$ -casein variants (A1/A2) consumption on Th2-mediated inflammatory response in mouse gut / M. R. Haq, R. Kapila, R. Sharma et al. – Text : unmediated // Eur J Nutr. – 2014. – Jun, 53 (4). – P. 1039–1049.
9. Гвин, А. Молоко A2 – что это за продукт? / А. Гвин. – Текст : электронный // Нутрициолог. – 2018. – URL: <https://zen.yandex.ru/media/gwyn/moloko-a2-cto-eto-za-produkt-5bf03e8b76ad8300a93e3971>.
10. Jianqin, S. Effects of milk containing only A2 beta casein versus milk containing both A1 and A2 beta casein proteins on gastrointestinal physiology, symptoms of discomfort, and cognitive behavior of people with self-reported intolerance to traditional cows' milk / S. Jianqin, X. Leiming. – Text : electronic // Nutrition Journal. – 2016. – P. 5–8. – URL: <https://nutritionj.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12937-016-0147-z>.
11. Гуськова, С. В. A2-молоко – продукт для детского питания / С. В. Гуськова. – Текст : непосредственный // Информационный бюллетень национального союза племенных организаций. – 2018. – № 1. – С. 61.



12. Использование ДНК технологий в животноводстве / Ф. С. Сибгатуллин, Т. Х. Фаизов, Г. С. Шарафутдинов [и др.]. – Текст : непосредственный // Вестник казанского государственного аграрного университета. – 2010. – № 1. – С. 131. – ISSN 2073-0462.

13. Абылкасымов, Д. А. Молочное скотоводство: сущность, факторы, резервы устойчивого и продуктивного развития : монография / Д. А. Абылкасымов, Ю. И. Шмидт. – Тверь : Изд-во ООО «Научноёмкие технологии», 2018. – 175 с. – Текст : непосредственный.

14. Маленьких, В. А. В помощь специалистам по воспроизводству стада крупного рогатого скота / В. А. Маленьких, В. Ф. Жуков, И. Н. Янчуков. – Москва : Изд-во Минсельхозпрод МО, 2011– 76 с. – Текст : непосредственный.

15. Власова, Я. Как повысить процент зачатий у продуктивных коров / Я. Власова. – URL: <https://www.vetandlife.ru/vizh/sobytiya/kak-povyisit-protsent-zachatij-u-produkti/>. – Текст : электронный.

#### References

1. Baranova, N. S. Sohranenie genofonda krupnogo rogatogo skota Kostromskoj porody / N. S. Baranova, A. V. Baranov, A. A. Korolev. – Текст : neposredstvennyj // Agrarnyj vestnik Verhnevolzh'ja. – 2018. – № 4 (25). – S. 69–78. – ISSN 2307-5872.

2. Ezhegodnik po plemennoj rabote v molochnom skotovodstve v hozjajstvax Rossijskoj Federacii (2019) / G. I. Shichkin, V. V. Chernov, G. F. Safina [i dr.]. – Moskva : Izd-vo «FGBNU VNIIPlem», 2020. – 271 s. – Текст : neposredstvennyj.

3. Koroleva, E. A. Analiz itogov bonitirovki krupnogo rogatogo skota molochnogo napravlenija produktivnosti Kostromskoj oblasti za 2020 god / E. A. Koroleva. – Kostroma : Izd-vo Kostromskoj GSHA, 2021. – 20 s. – Текст : neposredstvennyj.

4. Katalog bykov-proizvoditelej / AO «Golovnoj centr po vosproizvodstvu sel'skohozjajstvennyh zhivotnyh». – Moskovskaja oblast', g. o. Podol'sk, poselok Bykovo. – Jelektron. dan. : Katalog bykov proizvoditelej 2020 goda. – URL: <https://oaohcr.ru/wp-content/uploads/2021/03/katalog2020.pdf>. – Текст : jelektronnyj.

5. Katalog bykov-proizvoditelej. 2020–2021 / OAO «Jaroslavskoe» po plemennoj rabote. – Jaroslavl'. – URL: [http://www.yarplem.ru/useruploads/files/2020-2021\\_itog.pdf](http://www.yarplem.ru/useruploads/files/2020-2021_itog.pdf). – Текст : jelektronnyj.

6. Korolev, A. A. Ozhidaemaja plemennaja cennost' i genotipy po frakcijam kazeina novyh bykov-proizvoditelej kostromskoj porody / A. A. Korolev, N. S. Baranova. – Текст : neposredstvennyj // Aktual'nye problemy intensivnogo razvitija zhivotnovodstva : Sbornik nauchnyh trudov Nacional'noj nauchno-prakticheskoj konferencii, posvjashhennoj pamjati doktora biologicheskikh nauk, professora E. P. Vashhekina. – Brjansk : Izd-vo Brjanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2020. – S. 17–22.

7. Milk protein polymorphism: Detection and diffusion of the genetic variants in Bos genus / P. Formaggioni, A. Summer, M. Malacarne et al. – Text : unmediated // Ann. Fac. Med. Vet. Univ. Parma. – 1999. – № 19. – P. 127, 165.

8. Comparative evaluation of cow  $\beta$ -casein variants (A1/A2) consumption on Th2-mediated inflammatory response in mouse gut / M. R. Haq, R. Kapila, R. Sharma et al. – Text : unmediated // Eur J Nutr. – 2014. – Jun, 53 (4). – P. 1039–1049.

9. Gvin, A. Moloko A2 – chto jeto za produkt? / A. Gvin. – Текст : jelektronnyj // Nutriciolog. – 2018. – URL: <https://zen.yandex.ru/media/gwyn/moloko-a2-chto-eto-za-produkt-5bf03e8b76ad8300a93e3971>.

10. Jianqin, S. Effects of milk containing only A2 beta casein versus milk containing both A1 and A2 beta casein proteins on gastrointestinal physiology, symptoms of discomfort, and cognitive behavior of people with self-reported intolerance to traditional cows' milk / S. Jianqin, X. Leiming. – Text : electronic // Nutrition Journal. – 2016. – P. 5–8. – URL: <https://nutritionj.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12937-016-0147-z>.

11. Gus'kova, S. V. A2-moloko – produkt dlja detskogo pitaniya / S. V. Gus'kova. – Текст : neposredstvennyj // Informacionnyj bjulleten' nacional'nogo sojuza plemennyh organizacij. – 2018. – № 1. – S. 61.

12. Ispol'zovanie DNK tehnologij v zhivotnovodstve / F. S. Sibgatullin, T. Kh. Faizov, G. S. Sharafutdinov [i dr.]. – Текст : neposredstvennyj // Vestnik kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2010. – № 1. – S. 131. – ISSN 2073-0462.

13. Abylkasymov, D. A. Molochnoe skotovodstvo: sushhnost', faktory, rezervy ustojchivogo i produktivnogo razvitija : monografija / D. A. Abylkasymov, Yu. I. Shmidt. – Tver' : Izd-vo ООО «Naukojomkie tehnologii», 2018. – 175 s. – Текст : neposredstvennyj.

14. Malen'kikh, V. A. V pomoshh' specialistam po vosproizvodstvu stada krupnogo rogatogo skota / V. A. Malen'kikh, V. F. Zhukov, I. N. Yanchukov. – Moskva : Izd-vo Minsel'hozprod MO, 2011– 76 s. – Текст : neposredstvennyj.

15. Vlasova, Ya. Kak povysit' procent zachatij u produktivnyh korov / Ya. Vlasova. – URL: <https://www.vetandlife.ru/vizh/sobytiya/kak-povyisit-protsent-zachatij-u-produkti/>. – Текст : jelektronnyj.