



Научная статья
УДК 636.2.034:636.2.082
doi:10.35694/YARCX.2021.56.4.006

ОЦЕНКА УРОВНЯ РЕАЛИЗАЦИИ БИОЛОГИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА У КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА КОСТРОМСКОЙ ПОРОДЫ С РАЗЛИЧНЫМИ АЛЛЕЛЬНЫМИ ВАРИАНТАМИ ГЕНА КАППА-КАЗЕИНА

А. А. Чаицкий¹ (фото)
аспирант факультета ветеринарной медицины и зоотехнии
Н. С. Баранова¹
д-р с.-х. наук, профессор, заведующая кафедрой частной
зоотехнии, разведения и генетики
¹ФГБОУ ВО Костромская ГСХА, п. Караваево

*Костромская порода,
биологический
потенциал, БЭЖ,
КБП, FCR, GFE, сухое
вещество, СОМО,
каппа-казеин*

*The Kostroma breed,
biological potential,
BEC, BUC, FCR, GFE,
dry matter, SOMO,
kappa casein*

Одной из наиболее важных задач, стоящих перед молочным скотоводством в настоящее время, является получение высокопродуктивных животных с оптимальными технологическими качествами получаемой от них молочной продукции. Однако селекционная работа, основанная на классических методах, не способна обеспечить должный селекционный эффект и удовлетворить условиям интенсификации современного животноводства. За последнее время новые методы генетических исследований, основанные на ДНК-диагностике и ДНК-маркерах, пользуются всё большим спросом, особенно в развитых странах зарубежья [1]. Они позволяют за относительно короткие сроки формировать стада из высокоценных животных, обладающих не только предрасположенностью к высоким удоям на генетическом уровне, но также и к отличительному качеству молочной продукции с точки зрения её питательности. На данный момент известно множество ДНК-маркеров, позволяющих вести направленную селекцию, одним из которых является ген каппа-казеина [2]. Ассоциация данного генетического маркера с технологическими свойствами молока коров делает его особенно интересным для селекции. К тому же данный ген является фракцией молочного белка (казеина) и оказывает непосредственное влияние на сыропригодность [3]. Существует несколько вариаций каппа-казеина, которые выявляются с помощью электрофореза путём разделения казеиновой фракции. Их структурные отличия обусловлены единичными аминокислотными заменами. В настоящее время выявлено 7 аллелей каппа-казеина. Из них чаще всего встречаются А и В [4]. Исследованиями многих авторов подтверждено, что аллель В связан с количеством, качеством и технологическими свойствами молока, а генотип ВВ ассоциирован с высокой степенью его сыропригодности. В странах с развитым животноводством в решении определённых селекционных задач активно используют генотипирование по каппа-казеину, в то время как в России подобная практика пока что отсутствует [4].

Костромская порода является одной из лучших отечественных пород. Она не только обладает уникальным генофондом и устойчивостью

ко многим заболеваниям, но и отличительным качеством молочной продукции, идеально подходящим для приготовления твёрдых сыров. Селекционная работа, ориентированная на выявление желательного генотипа по каппа-казеину, будет способствовать улучшению реализации генетического потенциала данной породы. Однако при переориентировании стад необходимо иметь чёткое представление о том, какое влияние может оказывать генотип по каппа-казеину на количественные и качественные показатели молочной продуктивности и насколько сильной будет разница в эффективности использования животных тех или иных генотипов. Для таких целей В. Н. Лазаренко и О. В. Горелик были предложены коэффициенты БЭК и КБП. С их помощью можно рассчитать уровень реализации биологического потенциала с учётом выхода питательной части молока, в состав которой входит не только жир и белок, но также сухое вещество и сухой обезжиренный молочный остаток [5; 6]. С помощью кормового коэффициента FCR и валовой эффективности использования кормов GFE можно судить о количестве полученного молока базисной жирности из 1 кг сухого вещества корма и об уровне потребления коровами сухого вещества корма для производства 1 кг молока [7].

Исходя из этого была поставлена цель исследования – провести оценку реализации биологического потенциала у крупного рогатого скота костромской породы с различными аллельными вариантами гена каппа-казеина.

Материалы и методы

Объектом данного исследования послужили 14 коров костромской породы из племенного завода СПК «Гридино» и 16 коров из СПК колхоз «Родина» Костромского района Костромской области. У данной выборки животных произвели отбор крови из хвостовой вены в промаркированные стерильные вакуумные пробирки. На базе лаборатории генетики и ДНК технологий Регионального информационно-селекционного центра при ФГБОУ ВО Костромская ГСХА и лаборатории ФГБУ «ГНЦ Институт иммунологии» ФМБА России из отобранного биоматериала была выделена ДНК с применением набора «DNeasy Blood & Tissue Kit» в соответствии с инструкцией производителя. Также было проведено генотипирование однонуклеотидного полиморфизма гена каппа-казеина (rs43703017) методом ПЦР в реальном времени с помощью амплификатора «DTprime» и технологии HRM (High Resolution Melting) – плавление с высоким разрешением.

Данные племенного и зоотехнического учёта послужили материалом проводимого нами исследования. У изучаемой выборки животных оценивали молочную продуктивность, используя данные

ежемесячных контрольных доек, и химический состав молока. Для этого проводили отбор проб молока от каждой коровы в герметичный контейнер. Анализ пробы проводили в лаборатории селекционного контроля качества молока Регионального информационно-селекционного центра ФГБОУ ВО Костромская ГСХА на приборе «Bentley FTS DairySpec FT».

Формула для расчёта коэффициента биологической эффективности коров (БЭК) [6] и коэффициента биологической полноценности (КБП) [5]:

$$\text{БЭК} = \frac{Y \cdot C}{Ж}, \quad \text{КБП} = \frac{Y \cdot \text{СОМО}}{Ж},$$

где Y – удои за 305 дней лактации, кг; C – содержание сухого вещества в молоке, %; СОМО – содержание сухого обезжиренного молочного остатка, %; Ж – живая масса коров, кг.

Формула для расчёта кормового коэффициента (FCR) и валовой эффективности использования кормов (GFE) [7]:

$$\text{FCR} = \frac{\text{DMI}}{\text{MY}}, \quad \text{GFE} = \frac{\text{MY}}{\text{DMI}},$$

где DMI и MY – потребление сухого вещества и удои соответственно.

Цифровой материал обработан биометрически на основе общепринятых статистических методов (Плохинский Н. А., 1969; Меркурьева Е. К., 1970) на персональном компьютере с использованием программы Microsoft Excel, версия 2007.

Результаты и обсуждения

Молоко костромской породы крупного рогатого скота славится своими уникальными свойствами, благодаря которым оно идеально подходит для приготовления качественных сыров. Это обусловлено частотой встречаемости желательного генотипа ВВ по каппа-казеину, ассоциированного с сыропригодностью молока (рис. 1).

На представленном графике хорошо видно, что чаще всего среди прогенотипированных животных встречался желательный генотип ВВ.

Костромскую породу улучшают родственной бурой швицкой породой различной селекции. Данные по частоте встречаемости различных генотипов по каппа-казеину с учётом степени кровности представлены на рисунке 2.

Из рисунка 2 следует, что наибольшей частотой встречаемости генотипа ВВ обладали коровы с кровностью менее 50% по улучшающей швицкой породе. Следует отметить, что с увеличением кровности желательный генотип встречался всё реже. Это свидетельствует об утрате уникальных свойств, характерных для коров костромской породы, полученных от высокоценных производителей.

Для приготовления сыра ключевую роль играет качественный состав молока. Исследования качественных характеристик молока коров костром-



Рисунок 1 – Частота встречаемости различных аллельных вариантов гена каппа-казеина по результатам генотипирования

ской породы разных генотипов по каппа-казеину показали, что коровы с желательным генотипом BB обладают не только сравнительно высокими удоями, но и высоким содержанием таких ценных компонентов, как казеин, сухое вещество, СОМО, жир и др. (табл. 1).

Как показывают данные таблицы, удой коров с генотипом BB был выше на 883 кг, чем у животных с генотипом AA. По содержанию жира и белка в молоке не удалось выявить достоверных различий, в связи с ограниченностью выборки, однако наивысшая массовая доля жира была зафиксирована у животных с генотипом AB и BB – 4,03%. При

этом наибольшая доля белка отмечена у аллельных вариантов AA и AB – 3,28%. Самое большое содержание сухого вещества в молоке определено у группы с генотипом BB – 12,41%, в то время как наименьшее его количество было у коров AB – 8,90%. По количеству сухого обезжиренного молочного остатка в молоке, наоборот, высокие показатели отмечались у животных с аллельным вариантом AA – 9,33%. Казеина в молоке коров группы BB было больше на 0,31%, чем у животных с генотипом AA ($P \leq 0,05$).

Крупный рогатый скот костромской породы отличается высокой реализацией биологического

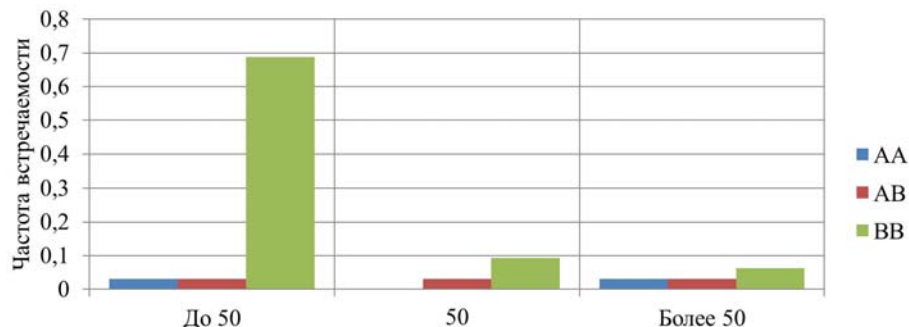


Рисунок 2 – Частота встречаемости аллельных вариантов гена каппа-казеина с учётом степени кровности по улучшающей породе

Таблица 1 – Качественные и количественные показатели молока коров костромской породы с различными аллельными вариантами каппа-казеина

Показатель	Генотип		
	AA	AB	BB
Удой, кг	5243±284	6371±150	6126±216*
МДЖ, %	3,99±0,02	4,03±0,03	4,03±0,10
МДБ, %	3,28±0,07	3,28±0,01	3,20±0,01
СВ, %	11,64±0,79	8,90±0,20	12,41±0,84
СОМО, %	9,33±0,10	6,24±0,56	8,58±0,19
Казеин, %	2,28±0,06	2,38±0,03	2,59±0,12*

Примечание: достоверность различий указана в сравнении BB с AA (* – $P \leq 0,05$).

потенциала. Установлено, что генотип по каппа-казеину оказывает влияние на величину коэффициентов, отражающих его уровень (табл. 2).

Данные таблицы свидетельствуют о наличии достоверных различий по уровню реализации биологического потенциала между животными с раз-

Таблица 2 – Реализация биологического потенциала крупного рогатого скота костромской породы с различными аллельными вариантами каппа-казеина

Коэффициент	Генотип		
	АА	АВ	ВВ
БЭК, %	117,08±5,90	109,39±7,27	137,43±6,0*
КБП, %	93,92±4,32	76,32±3,50	94,76±4,42*
FCR, кг	0,97±0,07	1,15±0,01	1,20±0,07*
GFE, кг	1,04±0,08	0,87±0,01	0,85±0,05

Примечание: достоверность различий указана в сравнении ВВ с АА и АВ (* – $P \leq 0,05$).

ными генотипами. Так, коэффициент БЭК у коров с аллельным вариантом ВВ был на 20,35% больше, чем у группы с генотипом АА. Похожая ситуация наблюдается и по коэффициенту КБП. Разница в показателях между генотипом ВВ и АВ составила 18,44% в пользу ВВ. Кормовой коэффициент FCR у животных с аллельным вариантом ВВ был на 0,23 кг больше, чем у АА ($P \leq 0,05$). Наименьший показатель коэффициента GFE зафиксирован у коров с генотипом ВВ – 0,85 кг, а наивысший у АА – 1,04 кг.

Выводы

Костромская порода крупного рогатого скота обладает высокой частотой встречаемости желательного аллельного варианта ВВ гена каппа-казеина, что делает молоко этих животных идеальным для производства качественного сыра. Исследования количественных показателей и качественного

состава молока у коров разных генотипов показали высокую эффективность использования коров с аллельным вариантом ВВ относительно других. Удои коров с генотипом ВВ были на 1128 кг больше, чем у АА, разница в коэффициентах БЭК между аллельными вариантами ВВ и АА составила 20,35% и 18,44% – между ВВ и АВ. При этом коэффициент FCR у группы ВВ был на 0,23 кг больше, чем у АА. Из этого следует, что молоко коров с генотипом ВВ обладает лучшими качественными показателями, а применение современных методов маркер-ориентированной селекции позволит создать уникальные стада высокопродуктивных животных, ориентированные на производство сыра. Для достижения наибольшего селекционного эффекта коэффициенты БЭК, КБП, FCR и GFE необходимо включать в программы селекционно-племенной работы.

Список источников

1. Соболева, Н. В. Качество сыра из молока коров с разными генотипами каппа-казеина / Н. В. Соболева, А. А. Ефремов, С. В. Карамаев. – Текст : непосредственный // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2011. – № 3 (31). – С. 180–182. – ISSN 2073-0853.
2. Галлямова, А. Каппа-казеин – важнейший селекционный критерий в молочном скотоводстве / А. Галлямова, С. Исламова. – Текст : непосредственный // Молочное и мясное скотоводство. – 2008. – № 2. – С. 17–18. – ISSN 0026-9034.
3. Матушкина, Е. В. Характеристика каппа-казеина как фракции молочного белка / Е. В. Матушкина. – Текст : непосредственный // Аграрный вестник Урала. – 2014. – № 9 (127). – С. 38–40. – ISSN 1997-4868.
4. Гатилова, Е. В. Встречаемость генотипов каппа-казеина и их влияние на молочную продуктивность коров разных пород / Е. В. Гатилова, Л. В. Ефимова, О. В. Иванова. – Текст : непосредственный // Вестник АПК Ставрополя. – 2020. – № 4 (40). – С. 42–47. – DOI 10.31279/2222-9345-2020-9-40-42-47.
5. Горелик, О. В. Теоретические и практические аспекты повышения эффективности молочного скотоводства в зоне Южного Урала : специальность 06.02.10 «Частная зоотехния, технология производства продуктов животноводства» : автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук / Ольга Васильевна Горелик ; Оренбургский государственный аграрный университет. – Оренбург, 2002. – 46 с. – Текст : непосредственный.
6. Лазаренко В. Н. Биологическая эффективность коров по пищевой ценности молока / В. Н. Лазаренко, О. В. Горелик, Н. И. Лыкасова. – Текст : непосредственный // Зоотехния. – 2002. – № 6. – С. 27–28. – ISSN 0235-2478.

7. Zamani, Pouya Efficiency of Lactation / Pouya Zamani. – Text : unmediated // Milk production – an up-to-date overview of animal nutrition, management and health. – 2012. – P. 139–150. – DOI: 10.5772/50772.

References

1. Soboleva, N. V. Kachestvo syra iz moloka korov s raznymi genotipami kappa-kazeina / N. V. Soboleva, A. A. Efremov, S. V. Karamaev. – Tekst : neposredstvennyj // Izvestija Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2011. – № 3 (31). – S. 180–182. – ISSN 2073-0853.

2. Gallyamova, A. Kappa-kazein – vazhnejshij selekcionnyj kriterij v molochnom skotovodstve / A. Gallyamova, S. Islamova. – Tekst : neposredstvennyj // Molochnoe i mjasnoe skotovodstvo. – 2008. – № 2. – S. 17–18. – ISSN 0026-9034.

3. Matushkina, E. V. Harakteristika kappa-kazeina kak frakcii molochnogo belka / E. V. Matushkina. – Tekst : neposredstvennyj // Agrarnyj vestnik Urala. – 2014. – № 9 (127). – S. 38–40. – ISSN 1997-4868.

4. Gatilova, E. V. Vstrechaemost' genotipov kappa-kazeina i ih vlijanie na molochnuju produktivnost' korov raznyh porod / E. V. Gatilova, L. V. Efimova, O. V. Ivanova. – Tekst : neposredstvennyj // Vestnik APK Stavropol'ja. – 2020. – № 4 (40). – S. 42–47. – DOI 10.31279/2222-9345-2020-9-40-42-47.

5. Gorelik, O. V. Teoreticheskie i prakticheskie aspekty povysheniya jeffektivnosti molochnogo skotovodstva v zone Juzhnogo Urala : special'nost' 06.02.10 «Chastnaja zootehnija, tehnologija proizvodstva produktov zhivotnovodstva» : avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni doktora sel'skohozjajstvennyh nauk / Ol'ga Vasil'evna Gorelik ; Orenburgskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. – Orenburg, 2002. – 46 s. – Tekst : neposredstvennyj.

6. Lazarenko V. N. Biologicheskaja jeffektivnost' korov po pishhevoj cennosti moloka / V. N. Lazarenko, O. V. Gorelik, N. I. Lykasova. – Tekst : neposredstvennyj // Zootehnija. – 2002. – № 6. – S. 27–28. – ISSN 0235-2478.

7. Zamani, Pouya Efficiency of Lactation / Pouya Zamani. – Text : unmediated // Milk production – an up-to-date overview of animal nutrition, management and health. – 2012. – P. 139–150. – DOI: 10.5772/50772.

В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ ФГБОУ ВО ЯРОСЛАВСКАЯ ГСХА В 2021 ГОДУ

ВЫШЛО УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

ОРГАНИЗАЦИЯ И ВЕДЕНИЕ СЕЛЕКЦИОННОЙ РАБОТЫ В СТАДАХ РАЗНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

АВТОРЫ: П. В. ТАМАРОВА, Н. С. ФУРАЕВА, Е. А. ЗВЕРЕВА

ДОПУЩЕНО

ФЕДЕРАЛЬНЫМ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИМ ОБЪЕДИНЕНИЕМ В СИСТЕМЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ ПО УКРУПНЕННОЙ ГРУППЕ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ И НАПРАВЛЕНИЙ ПОДГОТОВКИ 36.00.00 ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИИ В КАЧЕСТВЕ УЧЕБНОГО ПОСОБИЯ ДЛЯ МЕЖВУЗОВСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ, РЕАЛИЗУЮЩИХ ПРОГРАММЫ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ ПО НАПРАВЛЕНИЯМ ПОДГОТОВКИ 36.03.02 ЗООТЕХНИИ (БАКАЛАВРИАТ) И 36.04.02 ЗООТЕХНИИ (МАГИСТРАТУРА)

Учебное пособие является руководством для организации самостоятельной работы студентов по освоению фундаментальных теоретических положений современной зоотехнической науки и практической работы с племенными и товарными стадами молочного и молочно-мясного скота. В нём представлены методы идентификации молодняка и коров, племенного учёта, оценки роста и развития, экстерьерных показателей животных по современным методикам; научный анализ состояния стада, генеалогической структуры стад и пород, принципы методического отбора животных желательных генотипов, целенаправленного улучшающего подбора родительских пар, методика создания новых пород, внутривидовых типов, линий, кроссов животных, пригодных для интенсивных технологий производства молока, основы разработки перспективных селекционных планов и долгосрочных программ по качественному совершенствованию стад. Индивидуальная работа по вариантам баз данных способствует приобретению практических навыков профессиональной квалификации и необходимых компетенций.

УДК 636.2.082.2; ББК 45.3; ISBN 978-5-98914-241-5; 180 СТР.

**ПО ВОПРОСАМ ПРИОБРЕТЕНИЯ ОБРАЩАТЬСЯ ПО АДРЕСУ:
150042, г. Ярославль, Тутаевское шоссе, 58, ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА**

e-mail: e.bogoslovskaya@yarcx.ru