

<https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.5.488-497>
УДК 636.082.2



Влияние гомозиготности по маркерным аллелям групп крови на продуктивность, воспроизводительные качества и долголетие коров

© 2019. Н. В. Кузьмина ✉, В. И. Дмитриева, Д. Н. Кольцов, М. Е. Гонтов
Смоленский институт сельского хозяйства – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур», г. Тверь, Российская Федерация

В настоящее время в популяциях разных пород крупного рогатого скота наблюдается элиминация ряда аллелей групп крови и увеличение коэффициента гомозиготности, что ведет к росту числа гомозиготных животных. В связи с этим цель исследования – изучить влияние гомозиготности по EAV-локусу групп крови на продуктивные и воспроизводительные качества коров. Работу проводили в племенных хозяйствах Смоленской области по разведению крупного рогатого скота сычевской породы: заводе КП «Рыбковское» и репродукторе СПК им. Урицкого, в которых было отобрано 2078 гомозиготных по аллелям EAV-локуса групп крови и гетерозиготных животных 2010-2014 годов рождения (21 и 581, 50 и 1426 голов соответственно). Исследования показали, что среднее значение удою за продуктивную жизнь коров в стаде КП «Рыбковское» у гомозигот достоверно меньше, чем у гетерозигот а в СПК им. Урицкого достоверно больше. Применение метода однофакторного дисперсионного анализа определило слабое влияние генотипа на продуктивность животных только за первую лактацию в ПЗ КП «Рыбковское» по удою, выходу молочного жира и белка с силой факторного эффекта соответственно 1,2, 1,5 и 1,1%. В племенном репродукторе СПК им. Урицкого факторный эффект по удою и выходу жира за вторую лактацию составил 0,3 и 0,4%, и в среднем за жизнь по удою 0,4%. Анализ воспроизводительных качеств: возраст первого отела, возраст первого плодотворного осеменения, кратность осеменения к лактации, дней до первого осеменения в текущей лактации, продолжительность сервис-периода выявил близкие по величине значения, сходный характер распределения и вариации этих показателей, отсутствие статистически значимых различий между ними у гомозигот и гетерозигот. Установлено характерное для выборки из обоих хозяйств слабое (2% и менее) влияние гомозиготности на продуктивное долголетие, определяющее превосходство гомозиготных коров над гетерозиготными.

Ключевые слова: EAV-локус, лактация, молочная продуктивность, показатели воспроизводства, продуктивная жизнь коров

Благодарности: научное исследование выполнено в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» (тема №0477-2019-0012-С-01).

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Кузьмина Н. В., Дмитриева В. И., Кольцов Д. Н., Гонтов М. Е. Влияние гомозиготности по маркерным аллелям групп крови на продуктивность, воспроизводительные качества и долголетие коров. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2019;20(5):488-497. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.5.488-497>

Поступила: 15.04.2019

Принята к публикации: 3.09.2019

Опубликована онлайн: 18.10.2019

Influence of homozygosity by marker alleles of blood groups on the productivity, reproductive qualities and longevity of cows

© 2019. Nadegda V. Kuzmina ✉, Valentina I. Dmitrieva, Dmitry N. Koltsov, Mihail E. Gontov

Smolensk Institute of Agriculture – Branch of the Federal State Budget Research Institution Federal Research Center for Bast Fiber Crops

Currently, in populations of different cattle breeds there is elimination of a number of alleles of blood groups and an increase in the homozygosity coefficient that leads to rise in the amount of homozygous animals. In this regard, the aim of the research was to study the effect of homozygosity by EAV-locus of blood groups on the productive and reproductive characteristics of cows. The research was carried out on the farms of the Smolensk region for breeding of Sychevskaya cattle breed: the “Rybkovskoye” breeding farm and pedigree breeding unit Agricultural Production Cooperative (APC) named after Uritsky. On these farms there were selected 2078 cows, homozygous according to alleles of EAV - locus of blood groups and heterozygous animals born in 2010-2014 (21 and 581, 50 and 1426 heads, respectively). The study has shown that the average milk yield over the productive life of homozygotes in the herd of the “Rybkovskoye” farm is insignificantly lower and on the farm named after Uritsky this parameter is significantly higher. Application of one-way ANOVA analysis determined the weak effect of genotype on the productivity of animals on the “Rybkovskoye” farm only for the first lactation with factorial effect in milk yield, milk fat and protein 1.2, 1.5 and 1.1%, respectively. On the breeding farm named after Uritsky the factorial effect in milk yield and fat

yield for the second lactation was 0.3 and 0.4%, and on the average over the life in milk yield it was 0.4%. The analysis of reproductive qualities: the age of the first calving, the age of the first fruitful insemination, multiplicity of insemination to lactation, the number of days before the first insemination in the current lactation, the duration of open days revealed close values, similar nature of distribution and variation of these indicators, absence of statistically significant differences between them in homozygotes and heterozygotes. A weak (2% or less) influence of homozygosity on productive longevity, which determines the superiority of homozygous cows over heterozygous, characteristic for samples from both farms, has been found.

Key words: *EAV-locus; lactation; milk-yield; indexes of reproduction; productive life of cows*

Acknowledgements: the research was carried out within the state assignment of FSBI Federal Research Center for Bast Fiber Crops (theme №0477-2019-0012-C-01).

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

For citation: Kuzmina N. V., Dmitrieva V. I., Koltsov D. N., Gontov M. E. Influence of homozygosity by marker alleles of blood groups on the productivity, reproductive qualities and longevity of cows. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka = Agricultural Science Euro-North-East*. 2019;20(5):488-497. (In Russ.). <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.5.488-497>

Received: 15.04.2019

Accepted for publication: 3.09.2019

Published online: 18.10.2019

За последние несколько десятков лет в племенной работе с сельскохозяйственными животными во всем мире происходят большие изменения, связанные с применением молекулярных и генетических технологий [1, 2, 3]. Полигенная природа хозяйственно полезных признаков и их сцепленная наследуемость является генетической основой для маркерной селекции, одно из главных направлений которой – поиск маркеров, наилучшим образом характеризующих генетическую обусловленность фенотипического проявления полезных качеств животных [4, 5, 6]. Не существует однозначного мнения об информационной ценности различных систем групп крови в качестве генетических маркеров продуктивных признаков. Некоторые авторы подвергают сомнению их эффективность [4], но наличие взаимосвязей продуктивных признаков с иммуногенетическими маркерами доказано исследованиями. Работы в данном направлении продолжаются и описывают реализацию ассоциаций полиморфных систем групп крови с различными количественными признаками крупного рогатого скота [7, 8, 9].

В племенных стадах Смоленской области по разведению крупного рогатого скота селекционная работа проводится с использованием мониторинга генетической ситуации по группам крови. По результатам исследований лаборатории биотехнологии Смоленского ИСХ отмечается существенное изменение генетической ситуации в племенных стадах сычевской породы. С 1980 до 2016 гг. число аллелей EAV-локуса групп крови уменьшилось с 81 до 59. Параллельно произошло увеличение коэффициента гомозиготности с 5,5 до 5,7 [10]. Аналогично видоизменяются генетические структуры в популяциях скота других пород [11, 12]. Элиминация одних аллелей на фоне увеличения частоты встре-

чаемости других в стадах неизбежно приведет к росту гомозиготности и доли гомозиготных животных, что делает актуальным изучение влияния гомозиготности на хозяйственно полезные признаки коров. Ранее проведенные учеными нашего института исследования на высокопродуктивных стадах бурой швицкой породы не выявили существенных различий в продуктивности, но показали, что гомозиготные по аллелям EAV-локуса коровы быстрее выбывали из стада и имели более длительные сервис- и сухостойный периоды [13, 14].

Цель исследований – провести оценку влияния гомозиготности по аллелям EAV-локуса групп крови у коров сычевской породы на молочную продуктивность (удой, выход молочного жира и белка, средний удой за жизнь), воспроизводительные качества (возраст первого отела, возраст первого плодотворного осеменения, кратность осеменения к текущей лактации, дней до первого осеменения в текущей лактации, продолжительность сервис-периода) и продуктивное долголетие.

Материал и методы. Исследования проводили в племенных хозяйствах по разведению сычевской породы в Сафоновском районе Смоленской области: племенной завод КП «Рыбковское» и племенной репродуктор СПК им. Урицкого по данным внутривладельческого племенного учета в программе «СЕЛЕКС – Молочный скот».

Из каждого стада отбирали по две группы коров разных лет рождения (2000-2014), гомозиготных по аллелям EAV-локуса групп крови и гетерозиготных, соответственно по хозяйствам: КП «Рыбковское» – 21 и 581, СПК им. Урицкого – 50 и 1426 голов. Гомозиготных животных распределили по аллелям EAV-локуса. В группу гетерозигот выбирали коров с разницей в дате рождения ± 3 месяца относительно гомозиготных. Такая организа-

ция выборочных данных сохраняет независимость наблюдений (продуктивность, воспроизводительные качества, продуктивное долголетие), минимизируя влияние возраста коров и времени их использования.

Постановку гемолитических тестов, определение генотипов анализируемого поголовья авторы проводили по общепринятой методике П. Ф. Сорокового¹. При тестировании использовали в разные годы 54-60 моноспецифических сывороток собственного производства, унифицированных в международных испытаниях.

Исследования проводили за весь период продуктивной жизни отобранных коров с учетом изменения численности групп по лактациям. Продуктивные показатели: удой, выход молочного жира и белка даны за стандартную лактацию. Показатели воспроизводства (возраст первого отела, возраст первого плодотворного осеменения) приводятся на голову. Кратность осеменения к лактации, дни до первого осеменения в текущей лактации, продолжительность сервис-периода отнесены к лактации. В показателе «дней до первого осеменения в лактации» учтено первое осеменение, если оно имело место, включая случаи, когда стельность не наступила и сервис-период не зафиксирован.

Проверка гипотезы соответствия распределения вариантов в выборках нормальному по критерию χ^2 (Пирсон) произведена в лицензированной программе STADIA. В большинстве случаев выявлено отличие распределения от нормального, поэтому методом определения влияния генотипа выбран однофакторный дисперсионный анализ как слабо чувствительный к нарушению предположения о нормаль-

ности. Параметры описательной статистики и однофакторного дисперсионного комплекса рассчитаны средствами программы Microsoft Excel. В качестве мер центральной тенденции применены средняя арифметическая ($M \pm m$) и медиана (Me), расхождение в значениях которых иллюстрирует асимметрию распределения. Изменчивость признаков описана коэффициентом вариации $C_v \pm m_{C_v}$. Оценку статистической значимости различий между выборочными средними производили по критерию Стьюдента, между групповыми средними в рамках дисперсионного анализа – по критерию Шеффе.

Результаты и их обсуждение. Изучение генотипов по группам крови показало наличие в стадах КП «Рыбковское» и СПК им. Урицкого гомозиготных животных по нескольким ЕАВ-аллелям, присутствующим в обоих хозяйствах, которые соответственно распределялись следующим образом: $G_2Y_2E_2'Q'$ – 2 и 31, Y_2A_1' – 8 и 6, $O_1I'Q'$ – 5 и 3, Q' – 3 и 6 голов. В КП «Рыбковское» также выявлено по одной гомозиготной корове с аллелями $E_3'G'G'$, В I_1Q , I_1Y_2I' , в СПК им. Урицкого по 2 головы гомозиготных коров с $O_2A_2'J_2K'O'$ и b аллелями.

Исследование продуктивности гомозиготных коров с разными ЕАВ-аллелями групп крови не выявили достоверных отличий между ними по продуктивным показателям в течение жизни животных. Поэтому для дальнейших исследований гомозиготные по разным аллелям животные в каждом из хозяйств были объединены нами в общие группы гомозигот.

Анализ динамики поголовья исследуемых коров по лактациям (табл. 1) показал, что интенсивность выбытия в группе гетерозигот за каждую из последующих лактаций в обоих стадах была незначительно выше, чем гомозигот.

Таблица 1 – Динамика численности гомозиготных и гетерозиготных коров с законченной лактацией за период продуктивного использования, гол. /

Table 1 – Dynamics of the number of homozygous and heterozygous cows with complete lactation during the period of productive use, heads

Группа коров / Group of cows	Номер лактации / Lactation number							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Племенной завод КП «Рыбковское» / The “Rybkovskoye” pedigree farm								
Гомозиготы / Homozygotes	21	17	14	10	8	4	-	-
Гетерозиготы / Heterozygotes	581	481	350	232	149	94	-	-
Племенной репродуктор СПК им. Урицкого / APC named after Uritsky								
Гомозиготы / Homozygotes	50	39	29	21	14	7	6	5
Гетерозиготы / Heterozygotes	1426	1109	784	518	337	186	102	53

¹Сороковой П. Ф. Методические рекомендации по исследованию и использованию групп крови в селекции крупного рогатого скота: методические рекомендации. Дубровицы, 1974. 40 с.

К концу периода исследования относительные доли выбывших гетерозиготных и гомозиготных коров мало различались между собой в каждом из хозяйств и составляли в КП «Рыбковское» соответственно 84 и 81%, в СПК им. Урицкого – 96 и 90%.

Анализ продуктивности по лактациям позволил определить, что в стаде КП «Рыбковское» в течение всех лактаций удои гетерозиготных коров были выше, чем у гомозиготных, с достоверной разницей лишь за первую лактацию – 514 кг ($p \leq 0,01$). В СПК им. Урицкого

кого преимущество гомозигот по удою сохранялось в течение пяти лактаций, а, начиная с шестой, они уступали гетерозиготным. Достоверность разницы (467 кг) подтверждена только за восьмую лактацию ($p \leq 0,05$) (рис. 1).

Средний удои за продуктивную жизнь у гомозиготных коров в стаде КП «Рыбковское» был недостоверно меньше, чем у гетерозигот, на 321 кг. В СПК им. Урицкого преимущество гомозигот над гетерозиготами, составляющее 286 кг молока, являлось достоверным ($p \leq 0,01$) (рис. 2).

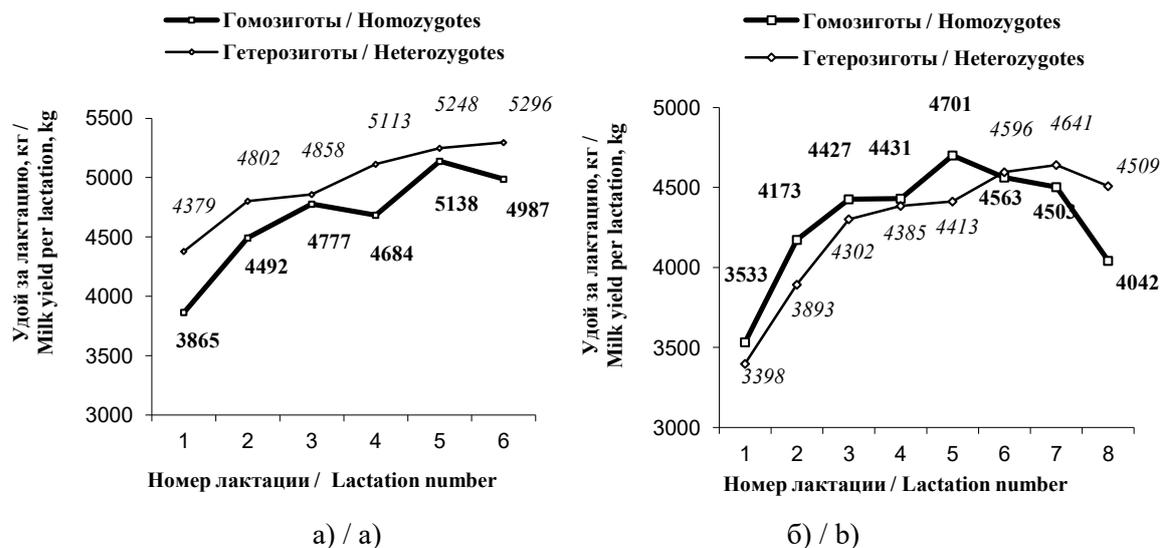


Рис. 1. Продуктивность гомозиготных и гетерозиготных коров в течение жизни в стадах КП «Рыбковское» (а) и СПК им. Урицкого (б) / Fig. 1. Productivity of homozygous and heterozygous cows during the life in the herds of the “Rybkovskoye” pedigree farm (a) and APC named after Uritsky (b)

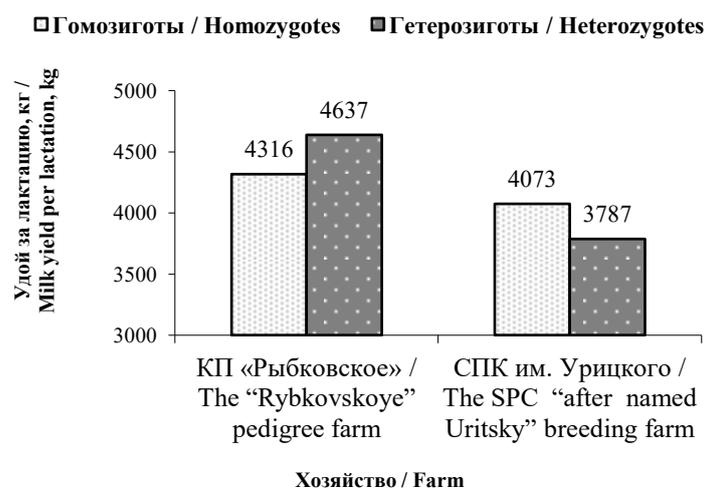


Рис. 2. Средний удои за лактацию за продуктивную жизнь коров в стадах КП «Рыбковское» и СПК им. Урицкого / Fig. 2. Average milk yield per lactation for the productive life of cows in the herds the “Rybkovskoye” pedigree farm and APC named after Uritsky

Расчеты с применением метода однофакторного дисперсионного анализа позволили подтвердить предположение о влиянии генотипа на продуктивность животных и определить статистически значимую разность между групповыми средними значениями у гомозиготных и гетерозиготных коров лишь за некоторые из лактаций. За первую лактацию сила факторного эффекта, рассчитанная как отношение меж-

групповой суммы квадратов к общей (табл. 3 и 5), и достоверная разность в КП «Рыбковское» составляли: по удою 1,2% и 514 кг, выходу молочного жира 1,5% и 22,7 кг, выходу молочного белка 1,1% и 16,2 кг соответственно; в племенном репродукторе им. Урицкого – за вторую лактацию по удою 0,3% и 280 кг, выходу молочного жира 0,4% и 11,6 кг, в среднем за жизнь по удою 0,4% и 286 кг (табл. 2).

Таблица 2 – Продуктивные показатели гомозиготных и гетерозиготных коров в КП «Рыбковское» и СПК им. Урицкого / Table 2 – Productive indicators of homozygous and heterozygous cows in the herds of the “Rybkovskoye” pedigree farm and APC named after Uritsky

Показатель / Indicator	Группа коров / Group of cows				Основание для принятия рабочих гипотез ($p \leq 0,05$) / The basis for accepting working hypotheses ($p \leq 0,05$)		Статистически значимая разность между средними (по Шеффе) / Statistically significant difference (by Scheffe)	Сила факторного эффекта η^2 / Strength factor effect η^2
	гомозиготы / homozygotes		гетерозиготы / heterozygotes		$F_{\text{факт.}} / F_{\text{actual}}$	$F_{\text{табл.}} / F_{\text{tabular}}$		
	n	$M \pm m$	n	$M \pm m$				
Племенной завод КП «Рыбковское» / The “Rybkovskoye” pedigree farm								
<i>I лактация / First lactation</i>								
Удой, кг / Milk yield, kg	21	3865±186	581	4379±38	6,338	3,857	514	0,012
Выход жира, кг / Fat yield, kg		145,7±6,8		168,4±1,4	8,999	3,857	22,7	0,015
Выход белка, кг / Protein yield, kg		124,4±5,6		140,6±1,1	7,020	3,857	16,2	0,011
Племенной репродуктор СПК им. Урицкого / APC named after Uritsky								
<i>II лактация / Second lactation</i>								
Удой, кг / Milk yield, kg	39	4173±153	1109	3893±26	3,893	3,849	280,0	0,003
Выход жира, кг / Fat yield, kg		163,2±5,9		151,6±1,0	4,442	3,849	11,6	0,004
<i>В среднем за жизнь / Average for life</i>								
Удой, кг / Milk yield, kg	50	4073±99	1426	3787±21	6,535	3,848	286	0,004

Оценка воспроизводительных качеств гомозиготных по ЕАВ-аллелям и гетерозиготных животных проводилась по каждой из лактаций в течение продуктивной жизни коров. Данные, представленные в таблицах 3 и 4, наглядно отражают результаты анализа, который показал близкие по величине значения рассматриваемых параметров у гомозиготных и гетерозиготных животных.

Кратность осеменения, число дней до первого осеменения и продолжительность сервис-периода имели большой разброс значений относительно средних, что подтверждает

очень высокий (более 50%) коэффициент вариации C_v . В большинстве случаев по этим же показателям средняя арифметическая больше медианы, что свидетельствует о левосторонней асимметрии в частотах вариантов. В данном контексте это явление можно объяснить работой с популяцией, направленной на уменьшение величины ряда характеристик воспроизводства.

Дисперсионный анализ не выявил в группах значимых различий по воспроизводительным качествам коров ни за одну лактацию, ни в одном из стад.

Таблица 3 – Характеристика воспроизводительных качеств коров (КП «Рыбковское») /
Table 3 – Characteristics of the reproductive qualities of cows (The “Rybkovskoye” pedigree farm)

Показатель / Indicator	Группа коров / Group of cows							
	гомозиготы / homozygotes				гетерозиготы / heterozygotes			
	n	M±m	Me	C _v ±m _{Cv}	n	M±m	Me	C _v ±m _{Cv}
Возраст первого отела, мес / Age of the first calving, months	21	28,5±0,6	28,0	10,2±1,6	581	29,2±0,1	29,0	9,5±0,3
Возраст первого плодотворного осеменения, мес / Age of the first fruitful insemination, months	21	19,1±0,6	19,0	14,5±2,2	581	19,8±0,1	19,0	13,9±0,4
<i>Первая лактация / First lactation</i>								
Кратность осеменения к лактации / Multiplicity of lactation insemination, times	21	1,7±0,2	1,0	51,4±7,9	581	1,6±0,1	1,0	64,3±1,9
Дней до первого осеменения в текущей лактации / Days before the first insemination in the current lactation	21	59,9±10,2	41,0	77,8±12,0	570	58,8±1,4	50,0	56,1±1,7
Сервис-период, дни / Open days	21	87,8±10,5	73,0	54,9±8,5	563	103,1±2,8	83,0	65,0±1,9
<i>В среднем за все разновозрастные лактации / On the average for all lactations of different ages</i>								
Кратность осеменения к лактации / Multiplicity of lactation to insemination, times	83	1,8±0,1	1,0	65,5±5,1	2179	2,0±0,03	2,0	65,7±1,0
Дней до первого осеменения в текущей лактации / Days before the first insemination in the current lactation	74	56,5±4,3	43,0	65,6±5,4	1817	56,1±0,7	49,0	57,1±0,9
Сервис-период, дни / Open days	70	97,5±8,3	80,0	71,3±6,0	1744	104,0±1,6	85,5	65,8±1,1

Таблица 4 – Характеристика воспроизводительных качеств коров (СПК им. Урицкого) /
Table 4 – Characteristics of reproductive qualities of cows (APC named after Uritsky)

Показатель / Indicator	Группа коров / Group of cows							
	гомозиготы / homozygotes				гетерозиготы / heterozygotes			
	n	M±m	Me	C _v ±m _{Cv}	n	M±m	Me	C _v ±m _{Cv}
Возраст первого отела, мес / Age of the first calving, months	50	28,4±0,4	28,5	9,7±1,0	1426	27,9±0,1	28,0	10,2±0,2
Возраст первого плодотворного осеменения, мес / Age of the first fruitful insemination, months	50	19,1±0,4	19,0	14,2±1,4	1426	18,6±0,1	18,0	15,4±0,3
<i>Первая лактация / First lactation</i>								
Кратность осеменения к лактации / Multiplicity of lactation to insemination, times	50	1,2±0,1	1,0	47,2±4,7	1426	1,2±0,01	1,0	48,1±0,9
Дней до первого осеменения в текущей лактации / Days before the first insemination in the current lactation	47	84±8	71	61,9±6,4	1351	72±1	60,0	60,7±1,2
Сервис-период, дни / Open days	49	141±14	115	71,5±7,2	1390	120±2	101,0	65,3±1,2
<i>В среднем за все разновозрастные лактации / On the average for all lactations of different ages</i>								
Кратность осеменения к лактации / Multiplicity of lactation to insemination, times	204	1,7±0,1	1,0	63,1±3,1	5878	1,7±0,01	1,0	64,5±0,6
Дней до первого осеменения в текущей лактации / Days before the first insemination in the current lactation	167	67 ±3	55,0	59,8±3,3	4464	66±1	57	58,9±0,6
Сервис-период, дни / Open days	164	114±7	90,0	75,1±4,1	4454	109±1,0	87,0	66,7±0,7

Изучение продуктивного долголетия у выбывших коров показало превосходство гомозиготных животных над гетерозиготными. Различия достоверны по длительности продуктивного использования коров

в стадах обоих хозяйств, по пожизненному удою в племенном репродукторе им. Урицкого (табл. 5). Сила влияния генотипа по группам крови имела низкие значения – 1 и 2%.

Таблица 5 – Продуктивное долголетие и пожизненная продуктивность коров в КП «Рыбковское» и СПК им. Урицкого /

Table 5 – Productive longevity and lifetime productivity of cows in the herds of the “Rybkovskoye” pedigree farm and APC named after Uritsky

Показатель / Indicator	Группа коров / Group of cows				Основание для принятия рабочих гипотез ($p \leq 0,05$) / The basis for accepting working hypotheses ($p \leq 0.05$)		Статистически значимая разность (по Шеффе) / Statistically significant difference (by Scheffe)	Сила факторного эффекта η^2 / Strength factor effect η^2
	гомозиготы / homozygotes		гетерозиготы / heterozygotes		$F_{\text{факт.}} / F_{\text{actual}}$	$F_{\text{табл.}} / F_{\text{tabular}}$		
	n	M±m	n	M±m				
Племенной завод «Рыбковское» / The “Rybkovskoye” pedigree farm								
Длительность продуктивного использования, лактация / Productive longevity, lactations	9	4,9±0,7	279	3,4±0,1	5,733	3,874	1,5	0,02
Пожизненный удой, кг / Lifetime milk yield, kg	9	23321±4315	279	17120±642	2,876	3,874	-	-
Племенной репродуктор им. Урицкого / APC named after Uritsky								
Длительность продуктивного использования, лактация / Productive longevity, lactations	29	4,3±0,5	924	3,3±0,06	7,026	3,851	1,0	0,01
Пожизненный удой, кг / Lifetime milk yield, kg	29	19002±2222	924	13613±299	9,679	3,851	5389	0,01

Заключение. Проведенные исследования выявили различия в реализации продуктивности гомозиготных по маркерным аллелям EAB-локуса групп крови и гетерозиготных коров в условиях разных хозяйств. В КП «Рыбковское» гомозиготные животные имели в среднем за жизнь удой на 321 кг молока меньше, чем гетерозиготные. Также они достоверно уступали гетерозиготам за первую лактацию в удое, выходе молочного жира и белка соответственно на 514 кг, 22,7 кг и 16,2 кг. В СПК им. Урицкого гомозиготы показали достоверно больший удой в среднем за жизнь – на 286 кг, и превосходили гетерозиготных коров по удою и выходу молочного жира на 280 кг и 11,6 кг за вторую лактацию. Методом дисперсионного анализа установлено слабое влияние генотипа на удой, выход молочного жира и белка с силой факторного эффекта соответственно 1,2, 1,5 и 1,1% за первую лактацию у коров

стада КП «Рыбковское». В СПК им. Урицкого влияние генотипа на удой и выход молочного жира за вторую лактацию составило 0,3 и 0,4%, на удой в среднем за жизнь – 0,4%. Показатели воспроизводства гомозиготных и гетерозиготных животных в каждом из хозяйств были близки между собой по значениям, имели сходный характер распределения вариантов в выборке. Отсутствовало влияние гомозиготности по группам крови на их величину. Кратность осеменения, число дней до первого осеменения и продолжительность сервис-периода отличались высоким коэффициентом изменчивости C_v – более 50%. В стадах установлено закономерное для обоих хозяйств, слабое (2 и 1%) влияние генотипа по группам крови, определяющее более продолжительную продуктивную жизнь у гомозиготных коров. Разница была достоверна и составила 1,5 лактации в КП «Рыбковское» и 1 лактацию в СПК

им. Урицкого. Это согласуется с выводами других исследователей о взаимосвязи В-системы групп крови с длительностью хозяйственного использования животных [11]. Пожизненный удой, связанный тесной положительной корреляцией со сроком продуктивного использования [15], также более высокий у гомозиготных животных с достоверной разницей по сравнению с гетерозиготными 5389 кг в племрепродукторе им. Урицкого.

Таким образом, результаты исследований дают основания утверждать, что в стадах хозяйств по разведению крупного рогатого скота сычевской породы ПЗ КП «Рыбковское» и СПК им. Урицкого гомозиготность по ЕАВ-аллелям групп крови не обуславливает существенных отличий от гетерозиготных коров по продуктивности и воспроизводительным качествам, но закономерно увеличивает продуктивное долголетие коров.

Список литературы

1. Силкина С. Ф., Бураков Н. Г. Современное состояние использования генетических маркеров в племенном скотоводстве. Сборник научных трудов Ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства. 2012;1(5):41-45 Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17775057>
2. Калашникова Л. А., Хабибрахманова Я. И. Геномная оценка крупного рогатого скота. Лесные Поляны, Московская область, 2013. 32 с.
3. Кийко Е. И. Принципы маркерной селекции в молочном скотоводстве. Вестник Тамбовского университета. Серия: естественные и технические науки. 2010;15(1):134-135. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=14805077>
4. Кузнецов В. М. Ассоциация групп крови с количественными признаками. MAS и геномная селекция. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://docplayer.ru/55171934-Associacii-grupp-krovi-s-kolichestvennymi-priznakami-mas-i-genomnaya-selekcija-v-m-kuznecov.html> (дата обращения: 18.02.2019)
5. Новиков А. А., Хрунова А. И., Букаров Н. Г. Эффективность маркирования для прогноза племенной ценности быков методом геномной оценки и теста ЕАВ. Зоотехния. 2017;(12):2-6. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32249129>
6. Бугаев С. П., Волобуев В. В. Иммуногенетические маркеры молочной продуктивности в селекции крупного рогатого скота молочных и комбинированных пород. Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2016;(9):135-140. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29143915>
7. Шукюрова Е. Б. Иммунобиохимические гены маркеры воспроизводительной способности голштинского крупного рогатого скота, разводимого в Хабаровском крае. Инновационные технологии в сельском хозяйстве: материалы III Междунар. науч. конф. (г. Казань, май 2017 г.). Казань: Бук, 2017. С. 9-21. Режим доступа: <https://moluch.ru/conf/agr/archive/249/11923>
8. Гридина С. Л., Шаталина О. С. Влияние групп крови на воспроизводительные функции крупного рогатого скота. Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. 2012;15(2):179-184. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-grupp-krovi-na-voisproizvoditelnye-funktsii-krupnogo-rogatogo-skota>
9. Гридина С. Л., Ткаченко И. В., Гридин В. Ф. Аллели групп крови и их взаимосвязи с молочной продуктивностью коров. Аграрный вестник Урала. 2015;(6(136)):44-46. Режим доступа: <http://avu.usa-ca.ru/ru/issues/77/articles/1864>
10. Дмитриева В. И., Кольцов Д. Н., Гонтов М. Е. Генетическая характеристика сычевской породы крупного рогатого скота по маркерным генам групп крови. Современное состояние и перспективы совершенствования симментальской породы: материалы Междунар. научн.-практ. конф. (8 – 11 октября 2018 г., п. Дубровицы), ВИЖ им. Л. К. Эрнста. Дубровицы, 2018. С. 33-39.
11. Валитов Х. З., Карамаев С. В. Иммуногенетические маркеры в селекции крупного рогатого скота по продуктивному долголетию. Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2011;(3(23)):1-5.
12. Марзанова Л. К., Попов Н. А. Контроль за генетической изменчивостью в стадах молочных пород. Молочное и мясное скотоводство. 2018;(8):16-18.
13. Гонтов М. Е., Чернушенко В. К., Дмитриева В. И., Кольцов Д. Н. Хозяйственно-полезные признаки гомозиготных коров и их сверстниц в условиях племзавода СПК «Доброволец». Проблемы увеличения производства продуктов животноводства и пути их решения: материалы Междунар. научн.-практ. конф. 21-23 октября 2008 г., тр. ВИЖа. Дубровицы, 2008 – Вып.64. С. 68-69.
14. Дмитриева В. И., Чернушенко В. К., Гонтов М. Е., Кольцов Д. Н. Результаты использования гомозиготных коров в стаде СПК «Пригорское». Наука сельскохозяйственному производству и образованию: материалы Междунар. научн.-практ. конф., посвящ. 30-летию со дня основания ФГОУ ВПО «Смоленский сельскохозяйственный институт». Т.1. Зоотехния и ветеринарная медицина. Смоленск, 2004. С. 111-113.
15. Кузьмина Н. В., Кольцов Д. Н. Продуктивное долголетие коров черно-пестрой породы. Теоретические и прикладные аспекты современной науки: сб. научн. тр. по материалам научн.-практ. конф. Белгород, 2015. С. 58

References

1. Silkina S. F., Burakov N. G. *Sovremennoe sostoyanie ispol'zovaniya geneticheskikh markerov v plemennom skotovodstve*. [The current state of the use of genetic markers in livestock breeding]. *Sbornik nauchnykh trudov stavropol'skogo nauchno-issledovatel'skogo instituta zhivotnovodstva i kormoproizvodstva*. [Collection of scientific works of Stavropol Research Institute of Animal Husbandry and Fodder Production]. 2012;1(5):41-45 URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17775057>
2. Kalashnikova L. A., Khabibrakhmanova Ya. I. *Genomnaya otsenka krupnogo rogatogo skota*. [Genomic evaluation of cattle]. *Lesnye Polyany, Moskovskaya oblast'*, 2013. 32 p.
3. Kiyko E. I. *Printsipy markernoy seleksii v molochnom skotovodstve*. [The principles of marker selection in dairy cattle breeding]. *Vestnik Tambovskogo universiteta = Tambov University Reports. Seriya: estestvennye i tekhnicheskie nauki*. 2010;15(1):134-135. (In Russ). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=14805077>
4. Kuznetsov V. M. *Assotsiatsiya grupp krovi s kolichestvennymi priznakami. MAS i genomnaya selektsiya*. [Association of blood groups with quantitative traits. MAS and genomic selection]. Available at: <https://docplayer.ru/55171934-Associacii-grupp-krovi-s-kolichestvennymi-priznakami-mas-i-genomnaya-selekciya-v-m-kuznecov.html> (accessed 18.02.2019)
5. Novikov A. A., Khrunova A. I., Bukarov N. G. *Effektivnost' markirovaniya dlya prognoza plemennoy tsennosti bykov metodom genomnoy otsenki i testa EAV*. [Efficiency of genetic marking of the sires appraised on a genome and EAV test]. *Zootekhnika = Zootechniya*. 2017;(12):2-6. (In Russ). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32249129>
6. Bugaev S. P., Volobuev V. V. *Immunogeneticheskie markery molochnoy produktivnosti v seleksii krupnogo rogatogo skota molochnykh i kombinirovannykh porod*. [Immunogenetic markers of milk productivity in breeding cattle of dairy and combined breeds]. *Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii = Vestnik of Kursk State Agricultural Academy*. 2016;(9):135-140. (In Russ). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29143915>
7. Shukyurova E. B. *Immunobiokhimicheskie geny markery vosproizvoditel'noy sposobnosti golshhtinskogo krupnogo rogatogo skota, razvodimogo v Khabarovskom krae*. [Immunobiochemical genes markers of reproductive capacity of Holstein cattle breed in the Khabarovsk territory]. *Innovatsionnye tekhnologii v sel'skom khozyaystve: materialy III Mezhdunar. nauch. konf. (g. Kazan', may 2017 g.)*. [Innovative technologies in agriculture: Proceedings of the III International scientific Conference (Kazan, May, 2017)]. Kazan': Buk, 2017. pp. 9-21. URL: <https://moluch.ru/conf/agr/archive/249/11923>
8. Gridina S. L., Shatalina O. S. *Vliyaniye grupp krovi na vosproizvoditel'nye funktsii krupnogo rogatogo skota*. [Influence of blood groups on reproductive functions of cattle]. *Aktual'nye problemy intensivnogo razvitiya zhivotnovodstva* 2012;15(2):179-184. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-grupp-krovi-na-vosproizvoditelnye-funktsii-krupnogo-rogatogo-skota>
9. Gridina S. L., Tkachenko I. V., Gridin V. F. *Alleli grupp krovi i ikh vzaimosvyazi s molochnoy produktivnost'yu korov*. [Alleles of blood groups and their interrelation with dairy efficiency of cows]. *Agrarnyy vestnik Urala = Agrarian Bulletin of the Urals*. 2015;(6(136)):44-46. (In Russ). URL: <http://avu.usaca.ru/ru/issues/77/articles/1864>
10. Dmitrieva V. I., Kol'tsov D. N., Gontov M. E. *Geneticheskaya kharakteristika sychevskoy porody krupnogo rogatogo skota po markernym genam grupp krovi*. [Genetic characterization of Sychevskaya breed of cattle by marker genes of blood groups]. *Sovremennoe sostoyanie i perspektivy sovershenstvovaniya simmental'skoy porody: materialy mezhdunar. nauchn.-prakt. konf. (8 – 11 oktyabrya 2018 g., p. Dubrovitsy), VIZh im. L.K. Ernsta*. [Current state and prospects of improvement of Simmental breed: Proceedings of International scientific and practical Conference. VIZh – Dubrovitsa (October 8 – 11, 2018)]. Dubrovitsy, 2018. pp. 33-39.
11. Valitov Kh. Z., Karamaev S. V. *Immunogeneticheskie markery v seleksii krupnogo rogatogo skota po produktivnomu dolgoletiyu*. [Immunogenetic markers in selection of cattle by productive longevity]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie = Proceedings of Nizhnevolzskiy Agrouniversity Complex: Science and Higher Vocational Education*. 2011;(3(23)):1-5. (In Russ).
12. Marzanova L. K., Popov N. A. *Kontrol' za geneticheskoy izmenchivost'yu v stadakh molochnykh porod*. [Control of genetic variability in herds of dairy breeds]. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo = Journal of Dairy and Beef Cattle Farming*. 2018;(8):16-18. (In Russ).
13. Gontov M. E., Chernushenko V. K., Dmitrieva V. I., Kol'tsov D. N. *Khozyaystvenno-poleznye priznaki gomozygotnykh korov i ikh sverstniis v usloviyakh plemzavoda SPK «Dobrovolets»*. [The economic and useful character of homozygous cows and their contemporaries in the conditions of APC Dobrovolets pedigree farm]. *Problemy uvelicheniya proizvodstva produktov zhivotnovodstva i puti ikh resheniya: materialy mezhdunar. nauchn.-prakt. konf. 21-23 oktyabrya 2008 g.* [Problems of increase in production of livestock products and the ways of their decision: Proceedings of International scientific and practical Conference]. Dubrovitsy, 2008. Iss. 64. pp. 68-69.
14. Dmitrieva V. I., Chernushenko V. K., Gontov M. E., Kol'tsov D. N. *Rezultaty ispol'zovaniya gomozygotnykh korov v stade SPK «Prigorskoe»*. [Results of use of homozygous cows in the herd of APC Prigorskoye].

Nauka sel'skokhozyaystvennomu proizvodstvu i obrazovaniyu: materialy mezhdunar. nauchn.-prakt. konf., posvyashch. 30-letiyu so dnya osnovaniya FGOU VPO «Smolenskiy sel'skokhozyaystvennyy institut». [Science to agricultural production and education: Proceedings of International scientific and practical Conference dedicated to the 30th anniversary of the founding of the Federal state unitary enterprise "Smolensk agricultural Institute"]. Vol. 1. *Zootekhnika i veterinarnaya meditsina.* Smolensk, 2004. pp. 111-113.

15. Kuz'mina N. V., Kolt'sov D. N. *Produktivnoe dolgoletie korov cherno-pestroy porody.* [Productive longevity of cows of Black-and-White breed]. *Teoreticheskie i prikladnye aspekty sovremennoy nauki: sb. nauchn. tr. po materialam nauchn.-prakt. konf.* [Theoretical and applied aspects of modern science: Collection of scientific papers of scientific and practical conf]. Belgorod, 2015. pp. 58.

Сведения об авторах:

✉ **Кузьмина Надежда Владимировна**, научный сотрудник лаборатории зоотехнологий Смоленского института сельского хозяйства – филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр лубяных культур», ул. Нахимова, 21, г. Смоленск, Российская Федерация, 214025, e-mail: info.sml@fncl.ru, **ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9371-7024>**, e-mail: shocolad.ty@yandex.ru,

Дмитриева Валентина Ивановна, кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории зоотехнологий Смоленского института сельского хозяйства – филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр лубяных культур», ул. Нахимова, 21, г. Смоленск, Российская Федерация, 214025, e-mail: info.sml@fncl.ru, **ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6850-5545>**, e-mail: v.dmitrieva.sml@fncl.ru,

Кольцов Дмитрий Николаевич, кандидат с.-х. наук, директор Смоленского института сельского хозяйства – филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр лубяных культур», ул. Нахимова, 21, г. Смоленск, Российская Федерация, 214025, e-mail: info.sml@fncl.ru, **ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3977-8552>**,

Гонтов Михаил Елисеевич, кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории зоотехнологий Смоленского института сельского хозяйства – филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр лубяных культур», ул. Нахимова, 21, г. Смоленск, Российская Федерация, 214025, e-mail: info.sml@fncl.ru, **ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2902-7886>**, e-mail: m.gontov.sml@fncl.ru.

Information about authors:

✉ **Nadegda V. Kuzmina**, researcher, Smolensk Institute of Agriculture – Branch of the Federal State Budget Research Institution Federal Research Center for Bast Fiber Crops, Russia, Smolensk, Nahimov Avenue, 21, 214025, e-mail: info.sml@fncl.ru, **ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9371-7024>**, e-mail: shocolad.ty@yandex.ru,

Valentina I. Dmitrieva, PhD in Agricultural Science, leading researcher, Smolensk Institute of Agriculture – Branch of the Federal State Budget Research Institution Federal Research Center for Bast Fiber Crops, Russia, Smolensk, Nahimov Avenue, 21, 214025, e-mail: info.sml@fncl.ru, **ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6850-5545>**, e-mail: v.dmitrieva.sml@fncl.ru,

Dmitry N. Koltsov, PhD in Agricultural Science, Director of Smolensk Institute of Agriculture – Branch of the Federal State Budget Research Institution Federal Research Center for Bast Fiber Crops, Russia, Smolensk, Nahimov Avenue, 21, 214025, e-mail: info.sml@fncl.ru, **ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3977-8552>**,

Mihail E. Gontov, PhD in Agricultural Science, senior researcher, Smolensk Institute of Agriculture – Branch of the Federal State Budget Research Institution Federal Research Center for Bast Fiber Crops, Russia, Smolensk, Nahimov Avenue, 21, 214025, e-mail: info.sml@fncl.ru, **ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2902-7886>**, e-mail: m.gontov.sml@fncl.ru.

✉ - Для контактов / Corresponding author