

ВЛИЯНИЕ ГЕНОТИПОВ ГЕНА КАППА-КАЗЕИНА И СТРАНЫ ПРОИСХОЖДЕНИЯ БЫКОВ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ГОЛШТИНСКОЙ ПОРОДЫ НА ОСНОВНЫЕ ХОЗЯЙСТВЕННО-ПОЛЕЗНЫЕ ПРИЗНАКИ ИХ ДОЧЕРЕЙ

О.П. ЮДИНА¹, А.С. ДЕЛЯН¹, А.Н. ЕРМИЛОВ², О.С. РОМАНЕНКОВА³,
О.Л. СОЙНОВА¹, Т.П. УСОВА¹, Е.В. САПЕГИНА¹

¹ ФГБОУ ВО Российский государственный аграрный заочный университет;
² ОАО «Московское» по племенной работе; ³ ФГБНУ ФНЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста)

Изучено влияния генотипов гена каппа казеина быков – производителей голштинской породы разной селекции на основные хозяйственно – полезные признаки их дочерей. Изучение молочной продуктивности коров показало, что по первой лактации лучшие показатели по удою – 6568 кг и содержанию белка в молоке – 3,25% были в группе дочерей быков немецкой селекции с генотипом CSN3^{AA}, а в группе дочерей быков голландской селекции – с генотипом CSN3^{AB} – 6560 кг молока, содержание белка – 3,39%, соответственно. По 3-й лактации максимальный удой зафиксирован в группе дочерей быков немецкой селекции с генотипом CSN3^{AB} – 7060 кг молока, содержание жира увеличилось на 0,09% и составило 4,1%; содержание белка в молоке было несколько выше у дочерей с генотипом быков CSN3^{AA} – +0,01% и общий выход жира и белка – 516,7 кг (+24,1 кг). В группе дочерей быков голландской селекции удой составил – 7518 кг молока. Репродуктивные показатели дочерей быков с генотипом CSN3^{AB} гена каппа-казеина вне зависимости от страны происхождения имели несколько пролонгированный сухостойный период (+3 дня), при этом сервис-период у них был ниже на 7,7–10,6 дня. В группе дочерей быков немецкого происхождения лучшие показатели на один день жизни, один день использования, один день лактации и пожизненной продуктивности были связаны с генотипом отца CSN3^{AA}. В группе дочерей быков голландского происхождения лучшими вышеперечисленные показатели были в группе быков с генотипом CSN3^{AB}. В группе дочерей быков немецкого происхождения возраст 1-го осеменения был ниже с генотипом CSN3^{AA} на 25 дней, при этом число дней лактации больше на 17 дней и продолжительность использования на 10 дней; но продолжительность жизни коров ниже на 24 дня. В группе дочерей быков голландского происхождения возраст 1-го осеменения был ниже с генотипом CSN3^{AB} на 30 дней, число дней лактации больше на 16 дней и продолжительность использования на 20 дней; при этом продолжительность жизни коров сократилась на 22 дня. Исследования показали, что основное влияние на хозяйственно-полезные признаки дочерей оказывает страна происхождения быка-производителя.

Ключевые слова: голштинская порода, каппа-казеин, дочери быков, молочная продуктивность, репродуктивные показатели, продуктивное долголетие, причины выбытия.

Введение

Важнейшей задачей отечественного молочного скотоводства является повышение эффективности и конкурентоспособности этой отрасли на рынке товарной и племенной продукции не только в нашей стране, но за рубежом. Достижение этой цели возможно при условии, что показатели продуктивности разводимых отечественных пород животных достигнут уровня государств с развитым молочным скотоводством, в первую очередь, Германии и Нидерландов, поскольку эти две страны являются основными поставщиками племенной продукции в Российскую Федерацию.

Выполнить это условие за короткое время возможно в том случае, если для воспроизводства стада будут использованы быки-производители, имеющие объективную и достоверную оценку племенных качеств.

Наряду с классическими методами селекции в последнее время во всем мире все чаще применяется маркерная селекция. В качестве маркеров высокой молочной продуктивности в основном используют генотипы гена каппа-казеина (*CSN3*). Установлено, что разные варианты аллелей гена каппа-казеина (*CSN3*) связаны с белкомолочностью и технологическими свойствами молока [11, 20, 13, 17, 11, 6, 12, 15, 3, 21, 8]. Так, например, аллель В ассоциирован с высоким содержанием в молоке казеина и лучшими технологическими свойствами при выработке белкомолочных продуктов [1, 2, 4, 5, 14].

К числу основных хозяйственно-полезных признаков в молочном скотоводстве относят рост и развитие животных, молочную продуктивность, репродуктивные показатели и продуктивное долголетие коров. Изучением вышперечисленных показателей на протяжении многих десятилетий занимались ученые разных стран мира, но при этом, как правило, все признаки изучались отдельно друг от друга, и часто не рассматривалось, либо рассматривалось фрагментарно влияние молекулярно-генетических факторов.

Исходя из вышесказанного целью данного сообщения является изучение влияния генотипов гена каппа-казеина и страны происхождения быков- производителей голштинской породы на основные хозяйственно-полезные признаки их дочерей.

Методика исследований

Работа выполнена на базе ОАО «Московское» по племенной работе и кафедре зоотехнии, производства и переработки продукции животноводства ФГБОУ ВО Российского государственного аграрного заочного университета.

Объектом научных исследований являлись дочери быков голштинской породы голландской и немецкой селекции 10-ти хозяйств Московской области: ОАО АПК «Старониколаевское», ЗАО колхоз «Уваровский», ЗАО ПЗ «Ульянино», АО АИС «Ферма Роста», ЗАО «Хотьково», ЗАО «Шарапово», ООО АПК «Шатурский», ЗАО «Шестаково», АО «Элинар», ООО АПК ПЗ «Ямской».

У быков-производителей голштинской породы был проведен анализ ДНК.

Кровь для выделения ДНК отбирали из ярёмной вены в объёме 5 мл в вакуумные пробирки с сухим ЭДТА КЗ (ООО «ГЕМ», Россия). Геномную ДНК животных выделяли из 200 мкл цельной крови с использованием набора реагентов «DI-Atom TMDNA Prep» (IsoGene Lab., Москва) согласно прописи, предоставленной изготовителем.

Анализ генотипов проводили методами ПЦР-ПДРФ в соответствии с ниже изложенными методиками. Все основные растворы для выделения ДНК и рестрикции сделаны по Маниатису (1984).

Для амплификации фрагментов генов использовали соответствующие праймеры, синтезированные ЗАО «Синтол» (Россия):

CSN3 1: 5'-ATA-GCC-AAA-TAT-ATC-CCA-ATT-CAG-T-3',

CSN3 2: 5'-TTT-ATT-AAT-AAG-TCC-ATG-AAT-CTT-G-3';

Условия ПЦР и характеристика фрагментов амплификации и рестрикции приведены в таблице 1.

Полученные амплификоны гена *CSN3* расщепляли эндонуклеазами HindIII (ООО «СибЭнзим-М», Россия). Число и длину полученных фрагментов рестрикции определяли электрофоретически в 3–4%-ном агарозном геле в буфере TBE при УФ-свете после окрашивания бромистым этидием и анализировали с помощью компьютерной системы гель-документирования.

Характеристика фрагментов и условия проведения ПЦР

Ген-рестриктаза	Аmplифи кат, (п.н.)	Длина фрагментов рестрикции ДНК, (п.н.)	Условия проведения ПЦР
CSN3-HindIII	530	AA530 AB 530, 400, 130 BB 400, 130	95° – 5 мин, (95° – 1 мин, 58° – 1 мин, 72° – 1 мин) × 35, 72°С – 5 мин

В качестве маркеров молекулярных весов использовали ДНК рUC19 DNA/MspI. Маркерной краской служила смесь: бром-феноловый синий (0,01%), 25% фикоλλα, ЮмМ ЭДТА и 1% SDS.

После проведения лабораторных исследований, быки-производители были разбиты на группы в зависимости от генотипа по гену каппа-казеина. Была определена частота встречаемости аллелей и генотипов гена каппа-казеина по формуле (Меркурьева Е.К., 1977):

$$h = \frac{n}{N}$$

где h – частота генотипов; n – частота особей, имеющих определенный генотип; N – общее число обследованных особей.

Частоту аллелей определяли по формулам максимального правдоподобия, предложенным Р. Фишером (Меркурьева Е.К., 1977):

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

$$p(B) = \frac{2nBB + nAB}{2N}$$

где p – частота аллеля A ; q – частота аллеля B ; n – количество особей, имеющих определенный генотип; $2N$ – число аллелей данного локуса; N – общее число особей.

У каждой группы быков были изучены живая масса их дочерей от рождения до возраста 3-й лактации, оценка их экстерьера, молочная продуктивность по с 1-й по 3-ю лактацию, репродуктивные показатели, молочная продуктивность на один день жизни, один день использования, один день лактации, пожизненная продуктивность, продолжительность жизни и хозяйственного использования, а также причины выбытия коров. Статистические расчеты были выполнены с помощью компьютерной программы «Microsoft Excel» стандартными биометрическими методами (по Стьюденту).

Результаты исследований

Одним из центральных предприятий в России, занимающихся получением и реализацией спермы племенных быков-производителей отечественной и импортной селекции, является ОАО «Московское» по племенной работе. В молочном скотоводстве Московской области предпочтение отдается голштинской породе крупного рогатого скота, позволяющей достаточно быстро улучшить продуктивные показатели у коров отечественных пород. Основными государствами – экспортерами как быков, так и спермопродукции являются Германия, Дания, Канада, Нидерланды, Россия.

Для изучения влияния генотипа гена каппа-казеина на основные хозяйственно - полезные признаки крупного рогатого скота нами были взяты быки- производители немецкого и голландского происхождения как наиболее часто используемые.

Таблица 2

Результаты ДНК-диагностики быков-производителей голштинской породы разного происхождения по гену каппа-казеина (*CSN3*)

Число исследованных быков	Частоты аллелей		Частоты генотипов		
	A	B	AA	AB	BB
Голштинская порода, n = 44 (Германия)	0,8295	0,1705	0,6591	0,3409	0
Голштинская порода, n = 7 (Нидерланды)	0,7854	0,2143	0,5714	0,4286	0

Наибольшая частота встречаемости (табл. 2) желательного аллеля *CSN3^B* зафиксирована у быков-производителей, завезенных из Нидерландов – 0,2143, что на 0,043 выше встречаемости его у немецких быков.

Желательный генотип *CSN3^{BB}* гена каппа-казеина у изученных быков не выявлен. Частота встречаемости генотипа *CSN3^{AB}* наивысшая также у быков из Нидерландов – 42,86%, что на 8,8% выше, чем у быков, завезенных из Германии.

Изучением живой массы сельскохозяйственных животных занимались и занимаются ученые во всем мире, и эти исследования не теряют своей актуальности. Живая масса сельскохозяйственных животных является важнейшим хозяйственно-биологическим показателем, тесно связанным с их производительностью, и характеризует, прежде всего, рост и развитие организма. По изменению живой массы за определенный период времени оценивают скорость роста и развития, которые в свою очередь являются важнейшими хозяйственными признаками. Так, например, живая масса полновозрастных коров красной степной и айрширской пород должна составлять – 550–600 кг, черно-пестрой – 650–700 кг [9]. Оптимальная живая масса взрослых племенных коров голштинской породы составляет 700 кг. [7, 22].

У лактирующих животных живая масса связана с молочной продуктивностью. Чем больше живая масса коров, тем, как правило, они имеют и более высокий молочный потенциал при прочих равных условиях, что позволяет определить уровень обмена веществ и продуктивность животных [16, 23].

Наши исследования по изучению влияния генотипов гена каппа-казеина и страны происхождения быков-производителей на живую массу их дочерей (табл. 3) показали, что живая масса дочерей быков-производителей немецкой селекции (табл. 3) с генотипом *CSN3^{AB}* гена каппа-казеина при рождении была на 0,9 кг выше, чем у животных с генотипом *CSN3^{AA}*.

При этом, в 6-ти месячном возрасте животные этой группы уступали на 6,8 кг, а к 18-ти месячному возрасту эти различия составляют уже 15,7 кг. Такая же картина наблюдалась у животных голландской селекции – дочери быков с генотипом *CSN3^{AB}* гена каппа-казеина при рождении крупнее на 1,0 кг, но в процессе роста, до 18-ти месяцев, незначительно уступают, на 10 кг.

К возрасту 1-й лактации живая масса у дочерей быков голландской селекции была выше (+12,3 кг) с генотипом *CSN3^{AA}* гена каппа – казеина, а в немецкой селекции, наоборот, с генотипом *CSN3^{AB}* – на 13,9 кг. Обращает на себя внимание тот факт, что к возрасту 3-й лактации наивысшая живая масса коров во всех исследованных группах была у животных с генотипом *CSN3^{AB}* гена капа-казеина.

**Динамика живой массы дочерей быков-производителей разной селекции
в зависимости от генотипа по гену каппа-казеина**

Показатели	Нидерланды		Германия	
	CSN3 ^{AA} (n=240)	CSN3 ^{AB} (n=14)	CSN3 ^{AA} (n=1598)	CSN3 ^{AB} (n=553)
Живая масса коровы: при рождении (кг):	32±0,32	33±1,7	31,3±0,11	32,2±0,22
6 месяцев	164,1±1,56	151,5±7,99	163,7***±0,68	156,9±1,09
10 месяцев	253,1±1,84	261,1±12,95	253,3***±1,01	243,5±1,59
12 месяцев	295,7±1,89	306,3±15,46	297***±1,18	285,6±1,82
18 месяцев	409,8±2,33	399,8±16,94	405,8***±1,33	390,1±2,26
при 1 оплодотворении	406*±2,33	385,6±9,68	394,2±0,88	396,7±1,53
по 1 лактации	520,5±2,29	508,5±8,49	507,1±0,95	521±1,73
по 3 лактации	562,4±5,99	581,3±21,69	561,5±2,17	568,5±3,55
по макс. лактации	526,9±2,45	544,2±13,67	523,3±1,17	536,3±1,98

Примечание: * – достоверно при $P \geq 0,95$;
 ** – достоверно при $P \geq 0,99$;
 *** – достоверно при $P \geq 0,999$

Помимо изучения живой массы большое практическое значение в селекционно-племенной работе в животноводстве имеет оценка экстерьера и конституции, так как оценка по развитию и соотношению отдельных частей тела позволяет в определенной степени судить о типе и направлении продуктивности. Особенно это актуально сегодня, учитывая требования современных высокотехнологизированных комплексов и условия интенсивного выращивания животных. Особенности типа телосложения коров в определенной степени также связаны с продолжительностью их хозяйственного использования [18]. Поскольку быки-производители играют ведущую роль в совершенствовании продуктивных и племенных качеств стада, к оценке их конституции предъявляют более строгие требования. Не последнюю роль в такой оценке играет экстерьер их дочерей.

Наши исследования в этом направлении (табл. 4) показали, что различия между группами дочерей быков-производителей голштинской породы немецкого происхождения незначительные.

В ходе сравнения оценки экстерьера дочерей быков-производителей голштинской породы голландской селекции выявлено, что достоверные различия между группами имеются по оценке передних и задних ног в пользу дочерей быков с генотипом CSN3^{AB} на 0,25 балла ($P \geq 0,999$) и по оценке вымени в пользу дочерей быков с генотипом CSN3^{AA} на 0,45 балла. Анализируя оценку экстерьера дочерей быков голштинской породы в зависимости от страны происхождения и генотипа по гену каппа-казеина видим, что оценка за вымя выше у дочерей быков с генотипом CSN3^{AA},

а за ноги – у дочерей быков с генотипом $CSN3^{AB}$, вне зависимости от страны происхождения. Оценка за общий вид и развитие по группе дочерей быков немецкой селекции выше у животных с генотипом $CSN3^{AA}$, а у дочерей быков голландской селекции – у животных с генотипом $CSN3^{AB}$.

Таблица 4

Оценка экстерьера дочерей быков-производителей разного происхождения в зависимости от генотипа быка по гену каппа-казеина

Показатели (баллы)	Нидерланды		Германия	
	$CSN3^{AA}$ (n = 144)	$CSN3^{AB}$ (n = 9)	$CSN3^{AA}$ (n = 1578)	$CSN3^{AB}$ (n = 272)
Общий вид и развитие	2,52±0,01	2,56±0,06	2,67±0,01	2,65±0,01
Ноги передние и задние	1,69±0,02	1,94***±0,06	1,78±0,01	1,79±0,02
Вымя	4,23*±0,04	3,78±0,19	4,13±0,02	4,03±0,04

Примечание: *** – достоверно при $P \geq 0,999$.

Изучая молочную продуктивность (табл. 5), видим, что по первой лактации лучшие показатели по удою – 6568 кг наблюдаются у дочерей быков немецкой селекции с генотипом $CSN3^{AA}$ каппа-казеина. Практически такие же показатели (–8 кг) у дочерей быков голландской селекции с генотипом $CSN3^{AB}$. Эти же коровы характеризуются лучшим содержанием и выходом белка – 3,39% и 221,2 кг соответственно, а также самым низким сервис – периодом – 157,9 дня. Лучшие показатели по содержанию жира в молоке – 4,18% – в группе коров с генотипом быка $CSN3^{AA}$ голландской селекции.

Ко времени 2-й лактации лучшими показателями по изученным признакам также обладали дочери быков голландской селекции с генотипом $CSN3^{AB}$ каппа-казеина.

К 3-й лактации ситуация меняется, наивысший удой – 7060 кг, содержание жира в молоке – 4,1%, общее содержание молочного жира и белка – 288,8 кг. и 228,8 кг. соответственно, выявлено у дочерей быков немецкой селекции с генотипом $CSN3^{AB}$ каппа-казеина. А величина суммарного выхода жира и белка выше у дочерей быков немецкой селекции с генотипом $CSN3^{AA}$ – 516,7 кг.

Следует отметить, что к возрасту 2-й лактации в группе быков немецкой селекции с генотипом $CSN3^{AA}$ процент выбытия коров составляет 45,7%, с генотипом $CSN3^{AB}$ – 44,8%. В группе быков голландской селекции с генотипом быка $CSN3^{AB}$ по гену каппа-казеина к возрасту 2-й лактации выбытие дочерей составило 38,46%, а с генотипом $CSN3^{AA}$ на 62,97%.

К 3-й лактации из всего поголовья дочерей быков немецкой селекции выбыло уже 77,9% с генотипом $CSN3^{AA}$, а с генотипом $CSN3^{AB}$ – 76,6%. А из поголовья коров голландской селекции остается только 10,9% животных, и все они имеют генотип $CSN3^{AA}$. Коровы с генотипом $CSN3^{AB}$ по гену каппа-казеина все выбыли после 55-ти дней лактации.

Оценка молочной продуктивности коров без учета их репродуктивных возможностей малоэффективна. Критерии для оценки молочного скота по этим показателям в большинстве стран мира следующие: продолжительность лактации 305 дней, сухостойного периода – 60 дней, межотельного – 365 дней. При соблюдении таких параметров можно ежегодно получать от каждой коровы по теленку.

Таблица 5

Молочная продуктивность дочерей быков-производителей разного происхождения

Показатели	Нидерланды		Германия	
	CSN3 ^{AA}	CSN3 ^{AB}	CSN3 ^{AA}	CSN3 ^{AB}
1-я лактация				
Удой за 305 дней, кг	6273 ± 75,6	6560 ± 257,9	6568* ± 35,3	6405 ± 63,2
Молочный жир, %	4,18 ± 0,02	3,99 ± 0,1	3,98 ± 0,01	4,01 ± 0,02
Молочный жир, кг	261,3 ± 3,14	261 ± 10,98	261,2 ± 1,52	256,5 ± 2,69
Белок, %	3,23 ± 0,014	3,39 ± 0,09	3,25 ± 0,005	3,23 ± 0,01
Белок, кг	202,6 ± 2,57	221,2 ± 8,8	213,3** ± 1,19	206,7 ± 2,1
Жир + белок, кг	454,3 ± 6,89	447,8 ± 37,95	471,5 ± 2,78	462,3 ± 4,74
Сервис-период, дн.	161 ± 7,63	157,9 ± 19,61	186,5* ± 3,01	174,7 ± 4,6
2-я лактация				
Удой за 305 дней, кг	6732 ± 178,59	7433 ± 512,52	7003 ± 63,95	6852 ± 105,6
Молочный жир, %	4,15 ± 0,03	4,11 ± 0,12	4,01 ± 0,01	4,07 ± 0,02
Молочный жир, кг	278,4 ± 7,21	303,3 ± 18,99	280,7 ± 2,81	277,9 ± 4,41
Белок, %	3,24 ± 0,02	3,35 ± 0,05	3,29 ± 0,01	3,26 ± 0,01
Белок, кг	217,2 ± 5,56	248,1 ± 16,35	230 ± 2,11	222,6 ± 3,40
Жир + белок, кг	495,6 ± 12,67	551,3 ± 34,74	510,7 ± 4,83	500,6 ± 7,66
Сухостойный период, дн	60,3 ± 1,4	63,1 ± 2,5	60,2 ± 0,62	63 ± 1,33
Сервис-период, дн.	125,3 ± 8,66	125,3 ± 23,91	164,6* ± 3,69	150,4 ± 5,5
3-я лактация				
Удой за 305 дней, кг	7518 ± 366,05	838 (за 55 дней)	7011 ± 118,1	7060 ± 151,6
Молочный жир, %	3,98 ± 0,07	-	3,97 ± 0,02	4,1** ± 0,04
Молочный жир, кг	298,1 ± 15,19	-	277,8 ± 5,01	288,8 ± 6,3
Белок, %	3,22 ± 0,03	-	3,26 ± 0,01	3,25 ± 0,02
Белок, кг	240,5 ± 11,02	-	227,4 ± 3,77	228,8 ± 4,82
Жир + белок, кг	493,9 ± 27,8	539,6 ± 21,55	516,7 ± 7,76	492,6 ± 12,89
Сухостойный период, дн	63,4 ± 3,52	54,6 ± 8,16	64,5 ± 1,16	67 ± 1,81
Сервис-период, дн.	173,9 ± 24,79	-	144,5 ± 4,95	137,6 ± 7,21

Примечание: * – достоверно при $P \geq 0,95$;

** – достоверно при $P \geq 0,99$.

Анализ репродуктивных показателей дочерей быков голштинской породы разной селекции в зависимости от генотипа по гену каппа-казеина показал (табл. 6), что дочери быков голландской селекции с генотипом $CSN3^{AB}$ имели самый низкий – 516 дней возраст первого оплодотворения и возраст первого отела – 793 дня.

Таблица 6

Репродуктивные показатели дочерей быков-производителей голштинской породы разной селекции

Показатели	Нидерланды		Германия	
	$CSN3^{AA}$ (n = 240)	$CSN3^{AB}$ (n = 14)	$CSN3^{AA}$ (n = 1597)	$CSN3^{AB}$ (n = 539)
Возраст 1-го оплодотворения, дн.	546±4,58	516±24,66	531±2,22	556***±4,1
Живая масса при 1-м оплодотв., кг	406*±2,33	385,6±9,68	394,2±0,88	396,7±1,53
Возраст 1-го отела, дн.	835±5,47	793±25,18	818±2,5	852***±4,44
Сервис-период, дн.	125,3±8,66	125,3±23,91	164,6±3,69	150,4*±5,53
Сухостойный период, дн.	60,3±1,4	63,1±2,5	60,2±0,62	63±1,33

Примечание: * – достоверно при $P \geq 0,95$;
 ** – достоверно при $P \geq 0,99$;
 *** – достоверно при $P \geq 0,999$.

При этом живая масса этих коров при первом оплодотворении также была самой низкой – 385,6 кг. Обратная ситуация наблюдается у дочерей быков немецкой селекции с генотипом $CSN3^{AB}$ – у них самый высокий возраст первого осеменения и, следовательно, возраст первого отела.

Изучение молочной продуктивности дочерей быков на 1 день жизни показало (табл. 7), что в группе быков голландской селекции лучшие показатели выявлены у дочерей быков с генотипом $CSN3^{AB}$ гена каппа-казеина – по удою +0,6 кг молока, содержанию жира – +0,15% и белка – +0,08% соответственно, и общего содержания жира и белка в молоке – +0,05 кг.

В группе быков немецкой селекции, наоборот, наивысшие показатели по удою +0,4 кг. молока, содержанию белка – +0,04% и общему содержанию жира и белка в молоке +0,04 кг отмечены у дочерей быков с генотипом $CSN3^{AA}$ гена каппа-казеина.

Анализ молочной продуктивности дочерей быков-производителей голштинской породы на 1 день использования (табл. 8) показал, что по всем изученным показателям наивысшие значения имели дочери быков с генотипом $CSN3^{AA}$ гена каппа-казеина вне зависимости от страны происхождения. В группе дочерей быков голландского происхождения генотип $CSN3^{AB}$ гена каппа-казеина обуславливал на 0,01 кг большее содержание белка в молоке.

Изучая молочную продуктивность на 1 день лактации, видим (табл. 9), что у дочерей быков немецкой селекции различия между группами выявлены по содержанию белка в молоке на 0,01 кг в пользу дочерей быков с генотипом $CSN3^{AA}$ гена каппа-казеина и в пользу дочерей быков с генотипом $CSN3^{AB}$ по содержанию жира в молоке на 0,02%.

Таблица 7

Молочная продуктивность дочерей быков-производителей голштинской породы на 1 день жизни

Показатели	Нидерланды		Германия	
	<i>CSN3^{AA}</i> (n = 240)	<i>CSN3^{AB}</i> (n = 14)	<i>CSN3^{AA}</i> (n = 1597)	<i>CSN3^{AB}</i> (n = 539)
Удой, кг.	7,5±0,07	8,1±0,7	8,8±0,08	8,4±0,13
Жир, %	4,2±0,02	4,05±0,07	4,01±0,01	4,03±0,01
Жир, кг	0,31±0,01	0,33±0,03	0,35	0,34±0,01
Белок, %	3,25±0,01	3,33±0,07	3,3	3,26±0,01
Белок, кг	0,24±0,01	0,27±0,02	0,29	0,27
Жир + белок, кг	0,55±0,01	0,60±0,05	0,64±0,01	0,61±0,01

Таблица 8

Молочная продуктивность дочерей быков-производителей голштинской породы на 1 день использования

Показатели	Нидерланды		Германия	
	<i>CSN3^{AA}</i> (n = 240)	<i>CSN3^{AB}</i> (n = 14)	<i>CSN3^{AA}</i> (n = 1597)	<i>CSN3^{AB}</i> (n = 539)
Удой, кг.	17,9±0,23	17,7±0,88	17,8±0,1	17,7±0,16
Жир, %	4,2±0,02	4,05±0,07	4,01±0,01	4,03±0,01
Жир, кг	0,75±0,01	0,72±0,03	0,71	0,71±0,01
Белок, %	3,25±0,01	3,33±0,07	3,3	3,26±0,01
Белок, кг	0,58±0,007	0,59±0,027	0,59±0,003	0,58±0,005
Жир + белок, кг	1,33±0,02	1,31±0,06	1,30±0,01	1,29±0,01

У дочерей быков-производителей голландского происхождения обратные показатели, дочери быков с генотипом *CSN3^{AB}* гена каппа-казеина имели на 0,08% (+0,02 кг) выше содержание белка в молоке, а в группе с генотипом *CSN3^{AA}* гена каппа-казеина выше содержание жира, на 0,15%.

Анализируя пожизненную продуктивность дочерей быков-производителей голландской селекции (табл. 10), видим, что лучшие показатели, за исключением процентного содержания жира в молоке (+0,15%), выявлены у дочерей быков с генотипом *CSN3^{AB}* – по удою – +515 кг молока, по содержанию жира в молоке – +22,9 кг, содержанию белка в молоке – +0,08% (+43,3 кг) и суммарному выходу жира и белка – +66,3 кг.

Таблица 9

**Молочная продуктивность дочерей быков-производителей
голландской породы на 1 день лактации**

Показатели	Нидерланды		Германия	
	CSN3 ^{AA} (n = 240)	CSN3 ^{AB} (n = 14)	CSN3 ^{AA} (n = 1597)	CSN3 ^{AB} (n = 539)
Удой, кг.	20,4±0,26	20,4±1,08	20,3±0,11	20,3±0,18
Жир, %	4,2±0,02	4,05±0,07	4,01±0,01	4,03±0,01
Жир, кг	0,8±0,01	0,8±0,04	0,8±0	0,8±0,01
Белок, %	3,25±0,01	3,33±0,07	3,3±0	3,3±0,01
Белок, кг	0,66±0,01	0,68±0,04	0,67±0	0,66±0,01
Жир + белок, кг	1,5±0,02	1,5±0,08	1,5±0,01	1,5±0,01

Таблица 10

**Пожизненная продуктивность дочерей быков-производителей
голландской породы**

Показатели	Нидерланды		Германия	
	CSN3 ^{AA} (n = 240)	CSN3 ^{AB} (n = 14)	CSN3 ^{AA} (n = 1597)	CSN3 ^{AB} (n = 539)
Удой, кг.	12016±441	12531±1415	15639*±221	15190*±366
Жир, %	4,2*±0,02	4,05±0,07	4,01±0,01	4,03±0,01
Жир, кг	482,6±15,85	505,5±55,21	624,7*±8,99	606,8*±15,3
Белок, %	3,25±0,01	3,33±0,07	3,3±0	3,26±0,01
Белок, кг	377,5±13	420,8±48,58	514*±7,29	489,1*±11,9
Жир + белок, кг	860,1±28,8	926,4±103,3	1138,7*±16,2	1095,8*±27,2

Примечание: * – достоверно при $P \geq 0,95$

*** – достоверно при $P \geq 0,999$

В группе дочерей быков немецкой селекции наивысшие показатели по всем параметрам выявлены у дочерей быков с генотипом CSN3^{AA} каппа-казеина – по удою – +449 кг молока, содержанию жира в молоке – +17,9 кг, белка в молоке – +0,04% (+21,9 кг.) и выходу жира и белка суммарно – +42,9 кг.

Сравнивая показатели пожизненной продуктивности коров в разрезе страны происхождения быка, видим, что, за исключением содержания жира в молоке, дочери быков немецкой селекции достоверно ($P \geq 0,95$) превосходят по всем показателям дочерей быков голландской селекции вне зависимости от генотипа гена каппа-казеина.

При изучении влияния генотипов гена каппа-казеина и страны происхождения на показатели продуктивного долголетия дочерей быков голштинской породы (табл. 11) выявлено, что дочери быков голландской селекции с генотипом $CSN3^{AB}$ имели продолжительность жизни меньше на 22 дня, при этом продолжительность использования выше на 20 дней, число дней лактации больше на 16 дней, число лактаций – +0,18. Возраст первого оплодотворения и отела был ниже на 30 и 42 дня соответственно.

Таблица 11

Продолжительность жизни и хозяйственного использования дочерей быков-производителей голштинской породы

Показатели	Нидерланды		Германия	
	$CSN3^{AA}$ (n = 240)	$CSN3^{AB}$ (n = 14)	$CSN3^{AA}$ (n = 1597)	$CSN3^{AB}$ (n = 539)
Продолжительность жизни, дн.	1509±23,3	1487±53,27	1683±9,89	1707±18,23
Продолжительность использования, дн.	674±23,1	694±61,9	865±10,05	855±18,31
Число дней лактации, дн.	585±19,1	601±52,2	754±8,63	737±15,53
Число лактаций	2,18±0,1	2,36±0,23	2,51±0,03	2,58±0,05
Возраст 1-го оплодотворения, дн.	546±4,6	516±24,7	531±2,22	556***±4,1
Возраст 1-го отела, дн.	835±5,5	793±25,2	818±2,5	852***±4,44

Примечание: *** – достоверно при $P \geq 0,999$

Дочери быков немецкой селекции с генотипом $CSN3^{AB}$ имели несколько большую (+24 дня) продолжительность жизни, при этом продолжительность хозяйственного использования и число дней лактации у них меньше, чем у дочерей быков с генотипом $CSN3^{AA}$ на 10 и 17 дней соответственно. Возраст 1-го оплодотворения и 1-го отела у них также больше, на 25 и 34 дня соответственно.

Сравнивая продолжительность жизни и хозяйственного использования дочерей быков-производителей в разрезе страны происхождения, видим (табл. 11), что такие показатели, как продолжительность жизни и использования, число лактаций и дней лактации выше у дочерей быков немецкого происхождения, но при этом и достоверно ($P \geq 0,999$) выше возраст первого оплодотворения и отела.

Для эффективного ведения селекционно-племенной работы, помимо вышеприведенных признаков, важное значение имеет причина выбытия животных из стада. Пользуясь документами ветеринарной отчетности, мы проанализировали основные причины выбытия коров (табл. 12).

Изучая причины выбытия дочерей быков-производителей голштинской породы голландской селекции (табл. 12) с разными генотипами по гену каппа – казеина, видим, что дочери быков с генотипом $CSN3^{AB}$ выбывают чаще всего при нарушении воспроизводительной функции и заболевании органов пищеварения – 27,3%, а также заболевании внутренних органов – 18,2%. При этом у них не выявлено животных, выбракованных из-за заболеваний вымени, конечностей, органов дыхания, а также низкой продуктивности, лейкоза и зоотехнического брака.

Причины выбытия дочерей быков-производителей голштинской породы немецкой селекции (%)

Показатели	Нидерланды		Германия	
	CSN3 ^{AA} (n = 216)	CSN3 ^{AB} (n = 11)	CSN3 ^{AA} (n = 1381)	CSN3 ^{AB} (n = 454)
Нарушение воспроизводительной функции	13,0	27,3	21,4	20,0
Заболевание вымени	2,3	0	3,8	2,9
Заболевание конечностей	16,7	0	14,3	19,8
Заболевание органов пищеварения	4,2	27,3	6,3	6,8
Заболевание органов дыхания	0,9	0	0,8	0,7
Заболевание внутренних органов	10,2	18,2	11,1	11,5
Нарушение обмена веществ	20,8	18,2	15,7	16,5
Низкая продуктивность	10,2	0	3,9	5,9
Зоотехнический брак	4,2	0	10,6	4,6
Лейкоз	6,0	0	1,2	2,9
Прочие причины	11,6	9,1	10,9	8,4

К основным причинам выбытия дочерей быков-производителей голштинской породы немецкой селекции также относятся нарушение воспроизводительной функции – 21,1%, заболевание конечностей и внутренних органов – 15,6% и 11,2% и нарушение обмена веществ – 15,9%.

Рассматривая причины выбытия в разрезе генотипов по гену каппа-казеина, видим, что дочери быков с генотипом CSN3^{AA} чаще выбывают по причине нарушения воспроизводительной функции – на 1,4%, заболевания вымени – 0,9%, зоотехнического брака – на 6%. При этом выбытие дочерей быков с генотипом CSN3^{AB} чаще случается по причине заболеваний – конечностей (+5,5%), органов пищеварения (+0,5%), внутренних органов (0,4%), а также нарушений обмена веществ – на 0,8% и низкой продуктивности – на 2%.

Выводы

1. Генотип АВ каппа-казеина оказал влияние на живую массу коров к возрасту 3-й лактации – она была наивысшей вне зависимости от страны происхождения.
2. На хозяйственно-полезные признаки дочерей основное влияние оказала страна происхождения быка-производителя. Так, наивысшие показатели из 70-ти изученных признаков у дочерей быков голландской селекции с генотипом АВ каппа-казеина встречались в 38 случаях (54,3%), у дочерей быков немецкой селекции – в 24 случаях (34,3%).

Библиографический список

1. *Артемьев А.М.* Молочная продуктивность и технологические свойства молока коров черно-пестрой породы с различными генотипами каппа-казеина и сезонами отела: специальность 06.02.04. – частная зоотехния, технология производства и переработки продукции животноводства: диссертация на соискание кандидата сельскохозяйственных наук / Артемьев Александр Михайлович; РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. – Москва, 2007. – 98с. – Текст: непосредственный.
2. *Ахметов Т.М.* Использование методов маркер-вспомогательной селекции в молочном скотоводстве республики Татарстан: специальность 06.02.01. – разведение, селекция, генетика и воспроизводство сельскохозяйственных животных: автореферат диссертации на соискание доктора биологических наук / Ахметов Тахир Мунавирович; Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана. – г. Казань, 2009. – 51 с. – Текст: непосредственный.
3. *Ахметов Т.М.* Взаимосвязь полиморфных вариантов гена каппа-казеина (CSN3) и бета – лактоглобулина (LGB) с показателями молочной продуктивности коров / Т.М. Ахметов, Ф.Ф. Зиннатов, Ф.Ф. Зиннатова, А.Р. Шамсова. – Текст: непосредственный // Современные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации в АПК: сборник Всероссийской научно-практической конференции: Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана. – Казань, 2018. – С. 3–8. – ISBN – не указан.
4. *Бадин Г.А.* Эффективность выработки твёрдых сычужных сыров из молока коров костромской породы / Г.А. Бадин, Б.В. Шалугин. – Текст: непосредственный // Актуальные проблемы науки в агропромышленном комплексе: сборник статей 62-й международной научно-практической конференции. – Кострома: Костромская государственная сельскохозяйственная академия, 2011. – Т. 2. – С. 56–60. – ISBN978–5–93222–196–9.
5. *Баршинова А.В.* Влияние локуса гена каппа-казеина на технологические свойства молока первотелок красно-пестрой породы / А.В. Баршинова, Л.А. Калашникова, Я.В. Авдалян. – Текст: непосредственный // Современные достижения и проблемы биотехнологии сельскохозяйственных животных: сборник Международной научной конференции, 24–25 ноября 2004 г. / Всероссийский институт животноводства, Дубровицы, 2004. – С. 36–38. – ISBN – не указан.
6. *Галлямова А.* Каппа-казеин – важный селекционный критерий в молочном скотоводстве / А. Галлямова, С. Исламова. – Текст: непосредственный. // Молочное и мясное скотоводство. – 2008. – № 2. – С. 17–18.
7. *Гуткин С.С.* Новая прижизненная оценка мясной продуктивности скота / С.С. Гуткин. – Текст: непосредственный. // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2001. – № 6. – С. 65–67.
8. *Егорашина Е.В.* Оценка полиморфизма генов каппа-казеина и бета – лактоглобулина у животных голштинской породы / Е.В. Егорашина, Р.В. Тамарова. – Текст: непосредственный // Повышение уровня и качества биогенного потенциала в животноводстве: сборник III Международной научно-практической конференции, 25–26 октября 2017 г. / Ярославская государственная сельскохозяйственная академия. – Ярославль, 2017. – С. 41–49. – ISBN – 978–5–98914–184–5.
9. *Зеленков П.И.* Современные требования к желательному типу коров в молочном скотоводстве / П.И. Зеленков. – Текст: непосредственный // Известия оренбургского государственного аграрного университета. – 2005. – Том 1. – № 5–1. – С. 124–127.

10. *Иолчиев Б.С.* Сельцов, В.И. Взаимосвязь системы каппа-казеина с молочной продуктивностью коров / Б.С. Иолчиев В.И. Сельцов. – Текст: непосредственный // Зоотехния. – 1999. – № 6. – С. 4–5.
11. *Калашникова Л.А.* Перспективы улучшения технологических свойств молока коров черно-пестрой породы с использованием ДНК маркеров по гену каппа-казеина / Л.А. Калашникова, Е.А. Денисенко. – Текст: непосредственный // Современные достижения и проблемы биотехнологии сельскохозяйственных животных: сборник Международной научной конференции, 24–25 ноября 2004 г. / Всероссийский институт животноводства, Дубровицы, 2004. – С. 104. – ISBN – не указан.
12. *Калашникова Л.* Оценка холмогорских быков производителей по генотипу каппа-казеина / Л. Калашникова, Т. Ганченкова. – Текст: непосредственный // Молочное и мясное скотоводство, 2008. – № 3. – С. 10–12.
13. *Калашникова Л.А.* Полиморфизм гена каппа-казеина крупного рогатого скота красно-пестрой породы / Л.А. Калашникова, Н.А. Стрелкова, Е.П. Голубина. – Текст: непосредственный // Современные достижения и проблемы биотехнологии сельскохозяйственных животных: сборник Международной научной конференции / Всероссийский институт животноводства, Дубровицы, 2002. – С. 137–138. – ISBN – не указан.
14. *Карамаева А.С.* Качество сыра из молока коров с разными генотипами каппа-казеина / А.С. Карамаева. – Текст: непосредственный // Вклад молодых ученых в аграрную науку: материалы международной научно – практической конференции, 18 апреля 2018 г. / Самарская государственная сельскохозяйственная академия, Кинель, 2018. – С. 210–213. – ISBN – 978–5–88575–552–1.
15. *Леонова М.А.* ДНК – маркеры в селекции крупного рогатого скота / М.А. Леонова, Л.В. Гетманцева, К.А. Юлдашева, Ш.Д. Михтоджова. – Текст: непосредственный // Вестник ДонГАУ. – 2017. – № 6. – С. 44–50.
16. *Литвиненко Т.В.* Динамика роста живой массы коров голштинской породы зарубежной селекции / Т.В. Литвиненко Ю.С. Бунь. – Текст: непосредственный // Вестник мясного скотоводства. – 2012. – № 3 (77). – С. 12–15.
17. *Львина О.А.* Молочная продуктивность коров симментальской породы с различными генотипами по генам каппа-казеина, альфа-лактальбумина, бета-казеина и гормона роста/ О.А. Львина, Е.А. Коновалова, В.И. Сельцов. – Текст: непосредственный // Новые методы генодиагностики и генотерапии: современное состояние и перспективы использования в сохранении генофонда сельскохозяйственных животных: материалы международной школы – конференции. Дубровицы, 2005. – С. – 117–120. – ISBN – не указан.
18. *Ляшенко В.В.* Оценка типа телосложения высокопродуктивных коров голштинской породы / В.В. Ляшенко, И.В. Ситникова. – Текст: непосредственный // Нива поволжья, 2013. – № 3 (28). – С. 118–124.
19. *Крючкова Г.Н.* Состав и технологические свойства молока коров симментальской породы австрийской селекции разных генотипов по каппа-казеину / Г.Н. Крючкова, Д.В. Новиков, Г.Н. Глотова, Н.Н. Крючкова, И.В. Тян. – Текст: непосредственный // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева, 2013. – № 2 (18). – С. 42–44.
20. *Обиденко Т.* Молочная продуктивность первотелок с различными генотипами каппа-казеина / Т. Обиденко. – Текст: непосредственный // Молочное и мясное скотоводство, 2008. – № 2. – С. 18–19.
21. *Тельнов Н.О.* Генотипирование красно-пестрого скота по генам каппа-казеина и бета-лактоглобулина методами ДНК – анализа: специальность: 06.02.07 – разведение, селекция и генетика сельскохозяйственных животных: автореферат диссертации кандидата сельскохозяйственных наук / Тельнов Никита Олегович; Национальный

исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева, – Саранск, 2017. – 21с. – Текст: непосредственный.

22. Хмельничий Л.М. Модельный тип молочной коровы / Л.М. Хмельничий. – Текст: непосредственный // Зоотехния, 2005. – № 3. – С. 6–8.

23. Юдина О.П. Динамика живой массы дочерей быков-производителей голштинской породы разной селекции в зависимости от генотипа отца по гену каппа-казеина / О.П. Юдина, М.Ю. Борисов, А.С. Делян. – Текст: непосредственный // Молочное и мясное скотоводство, 2019. – № 1. – С. 14–16.

24. Ярлыков Н.Г. Влияние генома каппа-казеина на сыропригодность молока коров ярославской породы и михайловского типа / Н.Г. Ярлыков, Р.В. Тамарова. – Ярославль: Ярославская государственная сельскохозяйственная академия, 2012. – 124 с. – ISBN – 978–5–98914–109–8. – Текст: непосредственный.

INFLUENCE OF GENOTYPES OF THE KAPPA-CASEIN GENE AND ORIGIN COUNTRIES OF HOLSTEIN BULL-PRODUCERS ON THE MAIN ECONOMIC CHARACTERS OF THEIR FEMALE CALVES

O.P. YUDINA¹, A.S. DELIAN¹, A.N. YERMILOV², O.S. ROMANENKOVA³,
O.L. SAINOVA¹, T.P. USOVA¹, YE.V. SAPEGINA¹

(¹Russian State Agrarian Correspondence University, ²Open JSC “Moscovskoye” of breeding direction, ³Federal Research Center for Animal Husbandry named after Academician L.K. Ernst)

The authors studied the influence of genotypes of the kappa-casein genes of the Holstein bulls of German and Dutch origin on the main economic characters of their daughters. The study of cows' milk productivity ' has shown that the first lactation demonstrated the highest milk yield – 6568 kg and milk protein content of 3.25 percent –, were observed in the daughter group of the German origin with the CSN3^{AA} genotype. The bull daughter group of the Dutch origin with the CSN3^{AB} genotype featured milk yield of 6560 kg and milk protein content of 3.39 percent, respectively. In the 3rd lactation, the maximum yield was recorded in the bull daughter group of the German origin with the CSN3^{AB} genotype – milk yield of 7060 kg, while milk fat content increased by 0.09% and amounted to 4.1%; milk protein content was slightly higher in daughters with the CSN3^{AA} bull genotype – +0.01% and the total amount of milk fat and protein was 516.7 kg (+24.1 kg). In the bull daughter group of the Dutch origin, milk yield amounted to 7518 kg. Reproductive indicators of daughters with the CSN3^{AB} genotype of a kappa-casein gene, regardless of their country of origin, included a somewhat prolonged dry period (+3 days), while the service period was lower by 7.7–10.6 days. In the group of bull daughters of the German origin, the best indicators for 1 day of life, 1 day of use, 1 day of lactation and lifetime productivity were associated with the CSN3^{AA} genotype of the father. In the group of bull daughters of the Dutch origin, the best indicators were observed in the group of bulls with the CSN3^{AB} genotype. In the daughter group of the German origin, the age of the 1st insemination was 25 days lower for the CSN3^{AA} genotype, the number of lactation days was larger by 17 days and the duration of use was 10 days; but the life expectancy of cows was shorter by 24 days. In the group of bull daughters of the Dutch origin, the age of the 1st insemination was 30 days lower for the CSN3^{AB} genotype, the number of lactation days was larger by 16 days and the duration of use was 20 days; while the life expectancy of cows decreased by 22 days. Studies have shown that the main influence on the economic characters of bull daughters is exerted by the country of origin of the producing bulls.

Key words: Holstein breed, kappa-casein, female calves, milk productivity, reproductive performance, productive longevity, causes of retirement.

References

1. *Artem'yev A.M.* Molochnaya produktivnost' i tekhnologicheskiye svoystva moloka korov cherno-pestroy porody s razlichnymi genotipami kappa-kazeina i sezonami otela: spetsial'nost' 06.02.04. – Chastnaya zootekhnika, tekhnologiya proizvodstva i pererabotki produktsii zhivotnovodstva: dissertatsiya na soiskaniye kandidata sel'skokhozyaystvennykh nauk [Milk productivity and technological properties of milk from black-motley cows with different kappa-casein genotypes and calving seasons: specialty 06.02.04. – Specific livestock, livestock production and processing technology: PhD (Ag) thesis] / Artem'yev Aleksandr Mikhaylovich; RGAU – MSKHA imeni K.A. Timiryazeva. – Moskva, 2007: 98. – Text: direct. (In Rus.)
2. *Akhmetov T.M.* Ispol'zovaniye metodov marker-vspomogatel'noy selektsii v molochnom skotovodstve respubliki Tatarstan: spetsial'nost' 06.02.01. – razvedeniye, selektsiya, genetika i vosproizvodstvo sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh: avtoreferat dissertatsii na soiskaniye doktora biologicheskikh nauk [Use of marker-assisted selection methods in dairy cattle breeding in the Republic of Tatarstan: specialty 06.02.01. – Breeding, selection, genetics, and reproduction of farm animals: Self-review of DSc (Bio) thesis] / Akhmetov Takhir Munavirovich; Kazanskaya gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy meditsiny imeni N.E. Baumana. – Kazan', 2009: 51. – Text: direct. (In Rus.)
3. *Akhmetov T.M.* Vzaimosvyaz' polimorfnykh variantov gena kappa – kazeina (CSN3) i beta – laktoglobulina (LGB) s pokazatelyami molochnoy produktivnosti korov [Relationship between polymorphic variants of the kappa-casein gene (CSN3) and beta – lactoglobulin (LGB) gene and the indicators of cow milk productivity] / T.M. Akhmetov, F.F. Zinnatov, F.F. Zinnatova, A.R. Shamsova. – Tekst: direct // Sovremennyye nauchnyye issledovaniya: aktual'niye voprosy, dostizheniya i innovatsii v APK: sbornik Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii: Kazanskaya gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy meditsiny imeni N.E. Baumana. – Kazan', 2018: 3–8. – ISBN – unavailable. (In Rus.)
4. *Badin G.A.* Effektivnost' vyrabotki tvordykh sychuzhnykh syrov iz moloka korov kostromskoy porody [Effectiveness of the production of hard rennet cheese based on milk obtained from the Kostroma breed cows] / G.A. Badin, B.V. Shalugin. – Text: direct // Aktual'niye problemy nauki v agropromyshlennom komplekse: sbornik statey 62-y mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. – Kostroma: Kostromskaya gosudarstvennaya sel'skokhozyaystvennaya akademiya, 2011; 2: 56–60. – ISBN978–5–93222–196–9. (In Rus.)
5. *Barshinova A.V.* Vliyaniye lokusa gena kappa-kazeina na tekhnologicheskiye svoystva moloka pervotelok krasno-pestroy porody [Influence of the kappa-casein gene locus on the technological properties of milk obtained from red-motley first-calves] / A.V. Barshinova, L.A. Kalashnikova, Ya.V. Avdalyan. – Text: direct // Sovremennyye dostizheniya i problemy biotekhnologii sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh: sbornik Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii, November 24–25, 2004 / Vserossiyskiy institut zhivotnovodstva, Dubrovitsy, 2004: 36–38. – ISBN – unavailable. (In Rus.)
6. *Gallyamova A.* Kappa-kazein – vazhnyy selektsionnyy kriteriy v molochnom skotovodstve [Kappa-casein as an important selection criterion in dairy cattle breeding] / A. Gallyamova, S. Islamova. – Text: direct. // Molochnoye i myasnoye skotovodstvo. – 2008; 2: 17–18. (In Rus.)
7. *Gutkin S.S.* Novaya prizhiznennaya otsenka myasnoy produktivnosti skota [New intravital assessment of cattle meat productivity] / S.S. Gutkin. – Text: direct. // Vestnik Rossiyskoy akademii sel'skokhozyaystvennykh nauk. – 2001; 6: 65–67. (In Rus.)

8. *Yegorashina Ye.V.* Otsenka polimorfizma genov kappa – kazeina i beta – lakto globulina u zhivotnykh golshkinskoy porody [Assessment of kappa-casein and beta-lactoglobulin gene polymorphism in animals of the Holstein breed] / Ye.V. Yegorashina, R.V. Tamarova. – Text: direct // Povysheniye urovnya i kachestva biogenogo potentsiala v zhivotnovodstve: sbornik III Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, October 25–26, 2017. / Yaroslavskaya gosudarstvennaya sel'skokhozyaystvennaya akademiya. – Yaroslavl', 2017: 41–49. – ISBN – 978–5–98914–184–5. (In Rus.)

9. *Zelenkov P.I.* Sovremennyye trebovaniya k zhelatel'nomu tipu korov v molochnom skotovodstve [Modern requirements for the desired type of cows in dairy cattle] / P.I. Zelenkov. – Text: direct // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2005; 1; 5–1: 124–127. (In Rus.)

10. *Iolchiyev B.S.* Sel'tsov, V.I. Vzaimosvyaz' sistemy kappa-kazeina s molochnoy produktivnost'yu korov [Relationship between the kappa-casein system and the milk productivity of cows] / B.S. Iolchev, V.I. Sel'tsov. – Text: direct // Zootekhnika. – 1999; 6: 4–5. (In Rus.)

11. *Kalashnikova L.A.* Perspektivy uluchsheniya tekhnologicheskikh svoystv molo-ka korov cherno-pestroy porody s ispol'zovaniyem DNK markerov po genu kappa-kazeina [Prospects for improving the technological properties of milk obtained from black-motley cows using DNA markers for the kappa-casein gene] / L.A. Kalashnikova Ye.A. Denisenko. – Text: direct // Sovremenniye dostizheniya i problemy biotekhnologii sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh: sbornik Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii, November 24–25, 2004. / Vserossiyskiy institut zhivotnovodstva, Dubrovitsy, 2004: 104. – ISBN – unavailable. (In Rus.)

12. *Kalashnikova L.* Otsenka kholmogorskiy bykov proizvoditeley po genotipu kappa-kazeina [Assessment of the Kholmogory servicing bulls according to the genotype of kappa-casein] / L. Kalashnikova, T. Ganchenkova. – Tekst: neposredstvennyy // Molochnoye i myasnoye skotovodstvo, 2008; 3: 10–12. 14. (In Rus.)

13. *Kalashnikova L.A.* Polimorfizm gena kappa-kazeina krupnogo rogatogo skota krasno-pestroy porody [Polymorphism of the kappa-casein gene of red-motley cattle] / L.A. Kalashnikova, N.A. Strelkova, Ye.P. Golubina. – Text: direct // Sovremenniye dostizheniya i problemy biotekhnologii sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh: sbornik Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii / Vserossiyskiy institut zhivotnovodstva, Dubrovitsy, 2002: 137–138. – ISBN – unavailable. (In Rus.)

14. Kachestvo syra iz moloka korov s raznymi genotipami kappa – kazeina [Quality of cheese made from cow's milk with different kappa-casein genotypes] / A.S. Karamayeva. Text: direct // Vklad molodykh uchenykh v agrarnuyu nauku: materialy mezhdunarodnoy nauchno – prakticheskoy konferentsii, April 18, 2018. / Samarskaya gosudarstvennaya sel'skokhozyaystvennaya akademiya, Kinel', 2018: 210–213. – ISBN – 978–5–88575–552–1. (In Rus.)

15. *Leonova M.A.* DNK-markery v selektsii krupnogo rogatogo skota [DNA-markers in cattle breeding] / M.A. Leonova, L.V. Getmantseva, K.A. Yuldasheva Sh.D. Mikh-todzhoa. – Text: direct // Vestnik DonGAU. – 2017; 6: 44–50 (In Russian). (In Rus.)

17. *Litvinenko T.V.* Dinamika rosta zhivoy massy korov golshkinskoy porody zaru-bezhnoy selektsii [Growth dynamics of live weight of Holstein cows of foreign breeding] / T.V. Litvinenko Yu.S. Bun'. – Text: direct // Vestnik myasnogo skotovodstva. – 2012; 3 (77): 12–15. (In Rus.)

18. *L'vina, O.A.* Molochnaya produktivnost' korov simmental'skoy porody s razlichnymi genotipami po genam kappa-kazeina, al'fa-laktal'bumina, beta- kazeina i gormona rosta [Milk productivity of Simmental cows with different genotypes for kappa-casein,

alpha-lactalbumin, beta-casein, and growth hormone genes] / O.A. L'vina, Ye.A. Konvalova, V.I. Sel'tsov. – Tekst: neposredstvennyy // Novyye metody genodiagnostiki i genoterapii: sovremennoye sostoyaniye i perspektivy ispol'zovaniya v sokhraneniі genofonda sel'skokhozyaystvennykh zhyvotnykh: materialy mezhdunarodnoy shkoly – konferentsii. Dubrovitsy, 2005: 117–120. – ISBN – unavailable. (In Rus.)

18. *Lyashenko V.V.* Otsenka tipa teloslozheniya vysokoproduktivnykh korov golstinskoy porody [Evaluation of the constitutional type of highly productive Holstein cows] / V.V. Lyashenko, I.V. Sitnikova. – Text: direct // Niva povolzh'ya, 2013; 3 (28): 118–124. (In Rus.)

19. *Kryuchkova G.N.* Sostav i tekhnologicheskiye svoystva moloka korov simmental'skoy porody avstriyskoy selektsii raznykh genotipov po kappa – kazeinu [Composition and technological properties of milk obtained from the Simmental breed cows of Austrian selection with different kappa-casein genotypes] / G.N. Kryuchkova, D.V. Novikov, G.N. Glotova, N.N. Kryuchkova, I.V. Tyan. – Text: direct // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta im. P.A. Kostycheva, 2013; 2 (18): 42–44. (In Rus.)

20. *Obidenko T.* Molochnaya produktivnost' pervotelok s razlichnymi genotipami kappa-kazeina [Milk productivity of heifers with different kappa-casein genotypes] / T. Obidenko. – Text: direct // Molochnoye i myasnoye skotovodstvo, 2008; 2: 18–19. (In Rus.)

21. *Tel'nov N.O.* Genotipirovaniye krasno-pestrogo skota po genam kappa-kazeina i beta-laktoglobulina metodami DNK – analiza: spetsial'nost': 06.02.07 – razvedeniye, selektsiya i genetika sel'skokhozyaystvennykh zhyvotnykh: avtoreferat dissertatsii kandidata sel'skokhozyaystvennykh nauk [Genotyping the red-motley cattle by the genes of kappa-casein and beta-lactoglobulin with DNA analysis methods: specialty: 06.02.07 – breeding, selection and genetics of farm animals: Self-review of PhD (Ag) thesis] / Tel'nov Nikita Olegovich; Natsional'nyy issledovatel'skiy Mordovskiy gosudarstvenniy universitet im. N.P. Ogareva, – Saransk, 2017: 21. – Text: direct. (In Rus.)

22. *Khmel'nichiy L.M.* Model'niy tip molochnoy korovy [Model type of a dairy cow] / L.M. Khmel'nichiy. – Text: direct // Zootekhnika, 2005; 3: 6–8. (In Rus.)

23. *Yudina O.P.* Dinamika zhivoy massy docherey bykov-proizvoditeley golstinskoy porody raznoy selektsii v zavisimosti ot genotipa ottsa po genu kappa – kazeina [Live weight dynamics of the Holstein servicing bulls' daughters of different breeding depending on the father's genotype according to the kappa-casein gene] / O.P. Yudina, M.Yu. Borisov, A.S. Delyan. – Text: direct // Molochnoye i myasnoye skotovodstvo, 2019; 1: 14–16. (In Rus.)

24. *Yarlykov N.G.* Vliyaniye genoma kappa-kazeina na syroprigodnost' moloka korov yaroslavskoy porody i mikhaylovskogo tipa [Effect of the kappa-casein genome on the cheese suitability of milk obtained from cows of the Yaroslavl breed and the Mikhailovsky type] / N.G. Yarlykov, R.V. Tamarova. – Yaroslavl': Yaroslavskaya gosudarstvennaya sel'skokhozyaystvennaya akademiya, 2012: 124. – ISBN – 978–5–98914–109–8. – Text: direct. (In Rus.)

Юдина Ольга Петровна – к.б.н., доц. кафедры зоотехнии, производства и переработки продукции животноводства ФГБОУ ВО Российский государственный аграрный университет (143900, Московская область, г. Балашиха, ул. Фучика, д. 1; +7-495-552-39-01; e-mail: Udinich1977@yandex.ru).

Делян Ашот Суренович – д. с-х. н., проф., кафедры зоотехнии, производства и переработки продукции животноводства ФГБОУ ВО Российский государственный

аграрный университет (143900, Московская область, г. Балашиха, ул. Фучика, д. 1; +7-495-552-51-52; e-mail: zooing@rgazu.ru).

Ермилов Александр Николаевич – д. с-х. н., проф., первый заместитель генерального директора ОАО «Московское» по племенной работе (142400, Московская область, Ногинский район, г. Ногинск, ст. Захарово; +7-496-514-35-80; e-mail: mos-bulls@mail.ru).

Романенкова Ольга Сергеевна – к.б.н., мл. н. сотр. лаборатории молекулярных основ селекции ФГБНУ ФНЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста (142132, Московская область, г.о. Подольск, п. Дубровицы, дом 60. Тел. +7-496-765-11-63, +7-496-765-11-01).

Сойнова Ольга Леонидовна – к.б.н., доцент кафедры охотоведения и биоэкологии ФГБОУ ВО Российский государственный аграрный университет, (143900, Московская область, г. Балашиха, ул. Фучика, д. 1; +7-495-521-51-52; e-mail: zooing@rgazu.ru).

Усова Татьяна Петровна д.с.-х. наук, проф. кафедры «Зоотехнии, производства и переработки продукции животноводства ФГБОУ ВО»Российский государственный аграрный заочный университет». 143900 г. Балашиха, улица Энтузиастов шоссе. 50. E-mail: usovatan@yandex.ru.

Сапегина Евгения Владимировна, аспирант кафедры «Зоотехнии, производства и переработки продукции животноводства ФГБОУ ВО»Российский государственный аграрный заочный университет». 143900 г. Балашиха, улица Энтузиастов шоссе. 50. E-mail: Evgenya.sapagina@yandex.ru.

Olga P. Yudina – PhD (Bio), Associate Professor, the Department of Animal Breeding, Livestock Production and Processing Technology, Russian State Agrarian Correspondence University (143900, Moscow region, Balashikha, Fuchika Str., 1, phone: +7-495-552-39-01; e-mail: Udinich1977@yandex.ru).

Ashot S. Delian – DSc (Ag), Professor, the Department of Animal Breeding, Livestock Production and Processing Technology, Russian State Agrarian Correspondence University (143900, Moscow region, Balashikha, Fuchika Str., 1, phone: +7-495-552-39-01; e-mail: Udinich1977@yandex.ru).

Aleksandr N. Yermilov – DSc (Ag), Professor, First Deputy General Director, Open JSC “Moscovskoye” of breeding direction (142400, Moscow region, Noginsk district, Noginsk, Zakharovo station; +7-496-514-35-80; e-mail: mos-bulls@mail.ru).

Olga S. Romanenkova – PhD (Bio), Junior Research Assistant, the Laboratory of Molecular Fundamentals of Selection, Federal Research Center for Animal Husbandry named after Academician L.K. Ernst (142132, Moscow region, Podolsk, Dubrovitsy settlement, 60, phone: +7-496-765-11-63, +7-496-765-11-01).

Olga L. Sainova – PhD (Bio), Associate Professor, the Department of Game Hunting Management and Bioecology, Russian State Agrarian Correspondence University (143900, Moscow region, Balashikha, St. Fuchika, 1, phone: +7-495-552-51-52; e-mail: zooing@rgazu.ru).

Tatiana P. Usova – DSc (Ag), Professor, the Department of Animal Breeding, Livestock Production and Processing Technology, Russian State Agrarian Correspondence University (143900, Moscow region, Balashikha, Entuziastov Str., 50. E-mail: usovatan@yandex.ru).

Yevgenia V. Sapagina – postgraduate student, the Department of Animal Breeding, Livestock Production and Processing Technology, Russian State Agrarian Correspondence University (143900, Moscow region, Balashikha, Entuziastov Str., 50. E-mail: Evgenya.sapagina@yandex.ru).