

Научная статья  
 УДК 636.082  
 doi:10.35694/YARCX.2023.63.3.006

## ПРОДУКТИВНЫЕ ПРИЗНАКИ КОРОВ ЧЁРНО-ПЁСТРОЙ ПОРОДЫ С РАЗНЫМИ КОМПЛЕКСНЫМИ ГЕНОТИПАМИ ПО ГЕНАМ GH И TG В УСЛОВИЯХ ПЛЕМРЕПРОДУКТОРОВ КОСТРОМСКОЙ ОБЛАСТИ

**К. Д. Сабетова<sup>1</sup>, А. А. Чаицкий<sup>2</sup>, А. Д. Лемякин<sup>3</sup>, П. О. Щеголев<sup>4</sup>**

<sup>1, 2, 3, 4</sup>Костромская государственная сельскохозяйственная академия, Караваево, Россия

Автор, ответственный за переписку: Алексей Александрович Чаицкий,  
 leha.chaittskiy@mail.ru, ORCID 0000-0002-5853-3809

**Реферат.** Внедрение в практику животноводства ДНК-диагностики на основе молекулярных маркеров количественных признаков (QTL) может способствовать повышению эффективности традиционных программ разведения сельскохозяйственных животных. Гены соматотропина и тиреоглобулина являются активными участниками-регуляторами обменных процессов, и рассматривать их полиморфизмы следует вместе. Учитывая малочисленность научных работ, посвящённых комплексным генотипам GH/TG крупного рогатого скота, и несомненную значимость исследования ассоциативных связей с продуктивными качествами коров была поставлена цель – изучить продуктивные признаки коров чёрно-пёстрой породы с разными комплексными генотипами по генам GH и TG в условиях племрепродукторов Костромской области. Научные исследования проводили на базе лаборатории генетики и ДНК технологий ФГБОУ ВО Костромская ГСХА. Объектом исследований были коровы чёрно-пёстрой породы (n = 105) племенных репродукторов Костромской области. Источник данных племенного и зоотехнического учёта – ИАС «СЕЛЭКС». У коров проводили отбор проб генетического материала для генотипирования по генам GH и TG методом полимеразной цепной реакции в реальном времени (ПЦР-РВ). Амплификацию образцов ДНК осуществляли на приборе DTLite (Россия). Результаты были обработаны стандартными методами биометрического анализа. В результате исследований выявлено три комплексных генотипа по генам соматотропина и тиреоглобулина у коров чёрно-пёстрой породы племенных репродукторов Костромской области: LLCC, LLCT, LLTT. При анализе молочной продуктивности среди животных разных комплексных генотипов GH и TG не было выявлено достоверной разницы по величине удоя за лактацию, однако установлена достоверная ассоциация аллелей GH<sup>C</sup> и TG<sup>T</sup> с показателями массовой доли жира и белка в молоке.

**Ключевые слова:** комплексные генотипы, ген соматотропина, GH, ген тиреоглобулина, TG, коровы, чёрно-пёстрая порода, молочная продуктивность

## PRODUCTIVE TRAITS OF BLACK AND WHITE COWS WITH DIFFERENT GH AND TG COMPLEX GENOTYPES IN THE CONDITIONS OF PEDIGREE BREEDING UNITS OF THE KOSTROMA REGION

**Kseniya D. Sabetova<sup>1</sup>, Aleksey A. Chaittskiy<sup>2</sup>, Aleksandr D. Lemyakin<sup>3</sup>, Pavel O. Shchegolev<sup>4</sup>**

<sup>1, 2, 3, 4</sup>Kostroma State Agricultural Academy, Karavaevo, Russia

Author responsible for correspondence: Aleksey A. Chaittskiy,  
 leha.chaittskiy@mail.ru, ORCID 0000-0002-5853-3809

**Abstract.** The introduction of DNA diagnostics based on molecular markers of quantitative traits (QTL) into animal husbandry practice may contribute to the efficiency of traditional farm animal breeding programs. Somatotropin and thyroglobulin genes are active regulatory participants in metabolic processes, and their polymorphisms should be considered together. Taking into account the small number of scientific works devoted to complex genotypes of GH/TG of cattle, and the undoubted significance of the study of associations with the productive qualities of cows, the goal was set – to study the productive signs of black-and-white cows with different complex genotypes for the GH and TG genes in the conditions of pedigree breeding units

of the Kostroma region. Scientific researches were carried out on the basis of the laboratory of genetics and DNA technologies of the FSBEI HE Kostroma SAA. The object of research was the cows of the black-and-white breed ( $n = 105$ ) of pedigree breeding units of the Kostroma region. The source of breeding records and zootechnical accounting data is IAS "SELEX". The cows were sampled for genetic material for genotyping by GH and TG genes by real-time polymerase chain reaction (PCR-RV). Amplification of DNA samples was performed on DTLite (Russia). The results were processed by standard biometric analysis methods. As a result of studies, three complex genotypes for the somatotropin and thyroglobulin genes were revealed in cows of a black-and-white breed of pedigree breeding units of the Kostroma region: LLCC, LLCT, LLTT. When analyzing milk productivity among animals of different complex genotypes GH and TG, there was no significant difference in the value of milk yield per lactation, however, a reliable association of the GH<sup>L</sup> and TG<sup>T</sup> alleles with the mass fraction of fat and protein in milk was established.

**Keywords:** complex genotypes, somatotropin gene, GH, thyroglobulin gene, TG, cows, black-and-white breed, dairy productivity

Финансирование: исследование выполнено в рамках гранта Президента Российской Федерации № МК-5026.2022.5.

**Введение.** Внедрение в практику животноводства ДНК-диагностики на основе молекулярных маркеров количественных признаков (QTL) может способствовать повышению эффективности традиционных программ селекции и разведения сельскохозяйственных животных, так как эти маркеры не подвержены влиянию факторов внешней среды и могут быть оценены независимо от пола на всех этапах индивидуального развития животного [1].

ДНК маркеры – это маркеры изменчивости участков генома, которые могут быть ассоциированы с фенотипическими проявлениями. Молочная продуктивность у крупного рогатого скота генетически детерминирована 197 генами молочных белков и более 6000 генов, участвующих в развитии и функционировании молочной железы. Учёными установлено, что эти гены расположены в 30 хромосомах крупного рогатого скота и эволюционируют медленнее, чем у других видов плацентарных. При этом генетической дивергенции сильнее подвержены гены белков молока, определяющие его питательные и иммунные свойства, а наиболее консервативными являются гены, ассоциированные с процессами маммогенеза, лактогенеза и лактопоза [2].

Эффективное проведение селекционной работы по повышению продуктивности молочного скота предполагает изучение комплексного влияния целого ряда генов-маркеров. Однако в настоящее время наблюдается дефицит научных работ такого рода, находящихся в открытом доступе (open resource). В то же время, из имеющихся исследований лишь малая часть посвящена отечественным породам [3].

Современная молекулярная генетика предлагает ряд решений для определения ДНК-маркеров, детерминирующих нужные хозяйственно полезные признаки, из числа которых выделяются гены, экспрессирующие гормоны, участвующие в лактогенезе, росте и обмене веществ. К таковым

относятся ген соматотропина и тиреоглобулина. Данные гены являются активными участниками-регуляторами обменных процессов, и рассматривать их полиморфизмы следует вместе [4; 5].

Ген соматотропина (GH) картирован в хромосоме 19 крупного рогатого скота. Наиболее часто при изучении гена GH уделяется внимание двум полиморфизмам: bGH-AluI и bGH-MspI [5–10]. При этом полиморфизм bGH-MspI в литературе освещён менее широко [11; 12].

Относительно распределения генотипов и аллелей по bGH-AluI учёные отмечают значительно большую частоту встречаемости аллеля L (0,840–0,940), по сравнению с аллелем V (до 0,062) среди популяций молочных пород скота, в том числе голштинской, чёрно-пёстрой, холмогорской, костромской, красно-пёстрой, бурятской пород и калмыцкой породы типа Адучи. Вместе с тем существуют исследования, показывающие нарастание частоты встречаемости аллеля V в популяции скота по мере наращивания доли кровности по улучшающей породе [13; 14]. Большинство исследований, посвящённых ассоциации гена гормона роста с продуктивными признаками крупного рогатого скота, касаются полиморфизма AluI. При этом учёными предпочтительным выделен аллель L и генотип LL как в мясном, так и в молочном скотоводстве [15–24].

Ген тиреоглобулина (TG) локализован в хромосоме 14 у крупного рогатого скота. Наиболее часто при изучении гена TG используют полиморфизм bTG5-BstXI [25; 26].

В статьях отечественных и зарубежных учёных, посвящённых исследованиям полиморфизма гена TG у коров голштинской, чёрно-пёстрой, бестужевской, холмогорской, симментальской пород, калмыцкой породы типа Адучи приводятся данные, что наибольшей частотой встречаемости отличался аллель С (0,68–0,71) гена тиреоглобулина, при этом аллель Т и генотип ТТ характери-

зовались низкой частотой встречаемости [26–31].

В абердин-ангусской породе аллели С и Т встречались приблизительно с одинаковой частотой, но при этом генотип ТТ имел частоту встречаемости 0,02–0,03 [32–34].

В то же время, по сообщениям других авторов, генотип ТТ вообще отсутствовал в популяциях герефордской, айрширской и бурой швицкой пород, а генотип СС встречался более чем у 90% животных [29; 33; 35; 36].

Однако в большинстве научных работ сообщается, что этот довольно редкий аллель Т гена тиреоглобулина ассоциирован с высоким качеством молочной продуктивности и мраморностью мяса [28; 30; 37–43].

Продуктами экспрессии генов GH и TG являются одноимённые гормоны, участвующие в регуляции процессов роста и развития организма. Белок тиреоглобулин является предшественником гормонов щитовидной железы трийодтиронина (Т3) и тироксина (Т4). Биохимики сообщают, что в отсутствие Т4 соматотропин (гормон роста) неспособен стимулировать рост скелета, что даёт возможность предположить о значимом влиянии наследуемости комплексных генотипов данных генов [44].

Учитывая тесную взаимосвязь данных белковых молекул в онтогенезе организма, многими авторами делается вывод об их значимом влиянии на формирование уровня молочной продуктивности и отдельных компонентов молока у коров [45].

Однако исследования комплексного влияния генов соматотропина и тиреоглобулина на продуктивные признаки коров носят немногочисленный характер.

По данным литературы, среди различных пород крупного рогатого скота наибольшей частотой обладает комплексный генотип LLCC – 0,282–0,575, в особенности у коров камлыцкой (57,5%), голштинизированной чёрно-пёстрой (56,3%), абердин-ангусской (48,5%) и герефордской (35,1%) пород. Широкое распространение имеет также генотип LVCC, в том числе у животных симментальской – 33,3%, холмогорской – 30,4% и казахской белоголовой породы – 25%. Генотип LLCT показал высокую частоту встречаемости у коров казахской белоголовой – 25%, симментальской – 20,2% и голштинизированной чёрно-пёстрой породы – 24%. Комплексный генотип LVCT также регистрировался достаточно часто у чёрно-пёстрой (21,3%), холмогорской (19,5%) и казахской белоголовой (12,5%) пород. Сравнительно редкими были генотипы VVCT и VVTT, которые встречались только в стадах чёрно-пёстрой и холмогорской пород [4; 32; 38; 41; 46].

Рядом учёных предпринимались попытки исследования ассоциации генов GH и TG с продук-

тивными признаками крупного рогатого скота без учёта комплексных генотипов.

Так, по данным Ю. Р. Юльметьевой и Ш. К. Шакирова, по величине удоя в большую сторону отличались коровы холмогорской породы татарстанского типа с генотипами VV и СС, при этом наилучшими технологическими качествами обладало молоко коров, в геноме которых были V- и Т-аллели генов GH и TG соответственно [47].

Учёными Е. О. Крупиным, Ш. К. Шакировым, М. Ш. Тагировым при проведении исследования динамики молочной продуктивности холмогорской породы татарстанского типа под влиянием фактора научно обоснованного сбалансированного кормления было установлено значимое влияние генотипа, при этом увеличение удоёв на 15,0% с учётом базисных МДЖ и МДБ было у животных с генотипами GH<sup>LL</sup> (P < 0,001) и TG<sup>TT</sup>. Наибольшая калорийность молока была выявлена у коров с генотипом GH<sup>LV</sup> (688 ккал) и TG<sup>TT</sup> (757 ккал) [48]. Этими авторами также установлено высокое содержание общего белка и глюкозы в сыворотке крови коров с генотипами GH<sup>LV</sup> и TG<sup>5CC</sup> [49].

Другими учёными были осуществлены попытки интерпретации ассоциативных связей комплексных генотипов GH/TG с хозяйственно ценными признаками коров. Так, Ф. Р. Валитовым в популяции чёрно-пёстрых коров было установлено, что наиболее высоким уровнем удоя, МДЖ и МДБ характеризовались особи с генотипами LLCT и LLTT [12].

В исследованиях С. В. Тюлькина на голштинизированных коровах чёрно-пёстрой породы сообщается, что наибольшая величина удоя и содержания жира в молоке регистрировалась у животных LLCT-генотипа, а высокая белково-молочность была ассоциирована с генотипом LLCC. В холмогорской породе жирномолочность также была высокой у коров с генотипом LVCT (3,93%), а белково-молочность – у особей генотипа LVCC (3,3%), в то время как наибольшие количественные показатели молочной продуктивности, напротив, регистрировались у коров LLCC-генотипа [4].

Учитывая малочисленность научных работ, посвящённых комплексным генотипам GH/TG крупного рогатого скота, и несомненную значимость исследования ассоциативных связей с продуктивными качествами была поставлена цель – изучить продуктивные признаки коров чёрно-пёстрой породы с разными комплексными генотипами по генам GH и TG в условиях племенрепродукторов Костромской области.

**Материал и методы.** Научные исследования проводили на базе лаборатории генетики и ДНК технологий ФГБОУ ВО Костромская ГСХА. Объектом исследований были коровы чёрно-пёстрой породы (n = 105) племенных репродукторов Ко-

стромской области. Источник данных племенного и зоотехнического учёта – ИАС «СЕЛЭКС».

У коров в условиях хозяйств проводили пункцию хвостовой вены с целью отбора проб генетического материала в виде цельной периферической крови в промаркированные вакуумные системы с антикоагулянтом ЭДТА К2 («IMPROVE», Германия). ДНК коров получали сорбентным методом с помощью набора реактивов ПРОБА-ГС-ГЕНЕТИКА (ООО «НПО ДНК-технология», Россия) в соответствии с инструкцией производителя.

Генотипирование коров по генам GH и TG проводили методом полимеразной цепной реакции в реальном времени (ПЦР-РВ). Амплификацию образцов ДНК осуществляли на приборе DPlite (ООО «НПО ДНК-технология», Россия) по стандартной температурной схеме.

В состав амплификационной смеси входило (из расчёта на 1 образец): 5 мкл образца ДНК, 20 мкл ПЦР-смеси, 0,24 мкл 25 мМ дезоксинуклеозидтрифосфата (dNTP), 10 мкл раствора полимеразы (0,5 мкл TAQ полимеразы и 9,5 мкл ПЦР-буфера). В состав ПЦР-смеси входили следующие компоненты: зонд FAM и HEX по 0,1 мкл, зонд BHQ – 0,3 мкл, праймер rev – 0,6 мкл, праймер forw – 0,1 мкл.

Частоту встречаемости генотипа в популяции рассчитывали по формуле (1):

$$P = \frac{m}{N}, \quad (1)$$

где P – частота встречаемости генотипа;

m – число особей с данным генотипом;

N – общее количество особей в изучаемой группе.

Частоту встречаемости аллелей в популяции вычисляли по формуле (2):

$$p = \frac{2n_{pp} + n_{pq}}{2N} \text{ и } q = \frac{2n_{qq} + n_{pq}}{2N}, \quad (2)$$

где p – частота встречаемости первого аллеля;

q – частота встречаемости второго аллеля;

$n_{pp}$ ,  $n_{pq}$ ,  $n_{qq}$  – количество носителей генотипов pp, pq и qq соответственно;

N – общее количество особей в изучаемой группе.

Независимость распространения аллелей в популяции и соблюдение закона генного равновесия Харди-Вайнберга по изучаемым генам проверяли при помощи следующего уравнения (3):

$$p^2 + 2pq + q^2 = 1, \quad (3)$$

где p и q – частоты аллелей p и q соответственно.

Результаты исследований обработаны в приложении MS Office Excel 2019 стандартными методами биометрического анализа. Достоверность разности между средними показателями групп оценивали путём расчёта t-критерия Стьюдента, достоверной считалась разность между группами при  $P < 0,05$ . При оценке разницы между наблюдаемым и ожидаемым частотным распределением аллелей и генотипов применяли метод «хи-квадрат», разницу считали достоверной при  $P < 0,05$ .

**Результаты и обсуждение.** В результате генотипирования коров чёрно-пёстрой породы по генам тиреоглобулина и соматотропина были определены их комплексные генотипы (табл. 1).

По результатам генетической диагностики коров чёрно-пестрой породы из девяти потенциально возможных установлены три комбинации аллелей гена соматотропина и тиреоглобулина. В племрепродукторе СПК «Расловское» выявлены животные с предпочтительным по хозяйственно полезным признакам молочной продуктивности комплексным генотипом LLTT (0,031). Кроме того, в данном хозяйстве частота комплексного генотипа LLCT регистрировалась на 30,3% чаще по сравнению со стадом СПК «Яковлевское». Между тем встречаемость наиболее распространённого генетического варианта LLCC в СПК «Яковлевское» фиксировалась на 16,4% чаще относительно СПК «Расловское».

Полученные результаты во многом соотносятся с информацией С. В. Тюлькина (2019), где у голштинской породы также отмечалась высокая частота встречаемости генотипа LLCC – 0,563, LLCT – 0,241. В исследованиях Ф. Р. Валитова (2019) на чёрно-пёстрой породе коров сообщается о похожих результатах, где генотип LLCC имел частоту 0,194, LLCT – 0,147, LLTT – 0,034.

Таблица 1 – Частота встречаемости комплексных генотипов TG и GH у коров чёрно-пёстрой породы в Костромской области

Порода / хозяйство	Частота встречаемости								
	LLCC	LLCT	LLTT	LVCC	LVCT	LVTT	VVCC	VVCT	VVTT
СПК «Расловское»	0,646	0,323	0,031	–	–	–	–	–	–
СПК «Яковлевское»	0,775	0,225	0,000	–	–	–	–	–	–
Чёрно-пёстрая	<b>0,695</b>	<b>0,286</b>	<b>0,019</b>	–	–	–	–	–	–

**Продуктивные признаки коров чёрно-пёстрой породы с разными комплексными генотипами по генам GH и TG в условиях племрепродукторов Костромской области**



Проверка соблюдения уравнения Харди-Вайнберга позволяет судить об отсутствии статистически значимого различия между наблюдаемыми и ожидаемыми частотами комплексных генотипов GH/TG. Следовательно, генное равновесие в популяции соблюдено, что говорит об отсутствии давления каких-либо селекционных факторов на распределение комплексных генотипов в исследуемых популяциях коров.

По данным ежегодника ВНИИПЛЕМ за 2022 год, средние удои в стадах коров чёрно-пёстрой породы в Костромской области варьируют в пределах 8000 кг за лактацию, содержание жира в молоке – 4,23–4,38%, содержание белка в молоке – 3,04–3,23% [50].

Молочная продуктивность коров изучаемых выборок в разрезе разных комплексных генотипов

генов соматотропина и тиреоглобулина представлена в таблице 2.

Установлено, что у коров чёрно-пёстрой породы племенных репродукторов Костромской области не было выявлено достоверной разницы по величине удоя за лактацию в разрезе разных комплексных генотипов GH и TG.

Однако в СПК «Расловское» выявлена тенденция к наиболее высоким удоям у коров-носителей комплексного генотипа LLCT, что выше относительно LLCC и LLTT на 220,6 и 1034,6 кг (3,4 и 18,2%) соответственно.

По величине МДЖ коровы этого хозяйства, имеющие в своём геноме LLCC и LLCT-генотипы GH/TG, находились практически на одном уровне. При этом особи с генотипом LLCC обладали достоверно более высокой массовой долей жира в мо-

Таблица 2 – Показатели продуктивности коров с разными комплексными генотипами GH/TG

Порода / хозяйство	Показатель	LLCC	LLCT	LLTT
СПК «Расловское»	п	42	21	2
	удой, кг	6471,11±170,47	6691,78±208,91	5657,17±2528,38
	жир, %	4,08±0,04 <sup>1***</sup>	4,09±0,06 <sup>1***</sup>	3,77±0,07
	белок, %	3,25±0,02	3,28±0,03	3,15±0,10
СПК «Яковлевское»	п	31	9	0
	удой, кг	8021,33±198,73	7833,94±153,10	–
	жир, %	3,95±0,06	4,19±0,05 <sup>2**</sup>	–
	белок, %	3,16±0,03	3,24±0,02 <sup>2*</sup>	–
Чёрно-пёстрая	п	73	30	2
	удой, кг	7129,42±157,05	7034,43±179,76	5657,17±2528,38
	жир, %	4,02±0,03 <sup>1***</sup>	4,12±0,05 <sup>1***</sup>	3,77±0,07
	белок, %	3,21±0,01	3,26±0,02 <sup>2*</sup>	3,15±0,10

Примечание: 1 – достоверность различий указана в сравнении с генотипом LLTT; 2 – в сравнении LLCC и LLCT (1\* –  $P < 0,05$ ; 1\*\* –  $P < 0,01$ ; 1\*\*\* –  $P < 0,001$ ).

локе относительно LLTT – на 0,30% ( $P < 0,001$ ). По белковомолочности преимущество животных LLCT-генотипа, по сравнению с носителями LLCC и LLTT, составило 0,03 и 0,13% ( $P < 0,001$ ) соответственно.

В СПК «Яковлевское» коровы LLCC-генотипа по количественным показателям продуктивности превосходили носителей LLCT на 187,39 кг (2,39%), но при этом значимо уступали животным с генетическим вариантом LLCT – на 0,24% ( $P < 0,01$ ) и 0,08% ( $P < 0,05$ ) по массовой доле жира и белка в молоке соответственно.

В среднем по данным выборкам коров чёрно-пёстрой породы региона установлено, что LLCC-генотип ассоциируется с более высоким удоём за лактацию относительно коров с LLCT и LLTT-генотипом – на 95 кг и 1471 кг соответственно, но более низким качественным составом молока,

в сравнении с носителями генетического варианта LLCT (на 0,10%), по жирномолочности и на 0,04% ( $P < 0,05$ ) – по белковомолочности. Также коровы с комплексными генотипами LLCT и LLCC достоверно превосходили носителей LLTT по жирномолочности на 0,35% ( $P < 0,001$ ) и на 0,025% ( $P < 0,001$ ) соответственно.

**Вывод.** Таким образом, в результате исследований выявлены три комплексных генотипа по генам соматотропина и тиреоглобулина у крупного рогатого скота чёрно-пёстрой породы племенных репродукторов Костромской области: LLCC, LLCT, LLTT. При анализе молочной продуктивности среди животных разных комплексных генотипов GH и TG не было выявлено достоверной разницы по величине удоя за лактацию, однако установлена достоверная ассоциация аллелей GH<sup>+</sup> и TG<sup>+</sup> с показателями массовой доли жира и белка в молоке.

## Список источников

1. Сафина Н. Ю., Шакиров Ш. К., Гайнутдинова Э. Р. [и др.] ДНК-тестирование полиморфизма гена GPX-1 крупного рогатого скота // Молочное и мясное скотоводство. 2020. № 7. С. 37–40. DOI 10.33943/MMS.2020.75.68.009. EDN OJIOBY.
2. Глазко В. И., Косовский Г. Ю., Глазко Т. Т. [и др.] ДНК маркеры и «микросателлитный код» (обзор) // Сельскохозяйственная биология. 2023. Т. 58, № 2. С. 223–248. DOI 10.15389/agrobiology.2023.2.223rus. EDN GABPSB.
3. Михалюк А. Н., Танана Л. А., Кузьмина Т. И. Ассоциация комплекса полиморфных вариантов генов DGAT1, GH, PRL и BLG с показателями молочной продуктивности коров голштинской породы молочной скота отечественной селекции // Генетика и разведение животных. 2023. № 1. С. 74–83. DOI 10.31043/2410-2733-2023-1-74-83. EDN HOYEXJ.
4. Тюлькин С. В. Молекулярно-генетическое тестирование крупного рогатого скота по генам белков молока, гормонов, фермента и наследственных заболеваний : дис. ... д-ра биол. наук / Казан. гос. акад. ветеринар. медицины им. Н. Э. Баумана. Казань, 2019. 349 с.
5. Лемякин А. Д., Тяжченко А. Н., Чаицкий А. А. [и др.] Комплексное влияние полиморфизма генов соматотропина и тиреоглобулина на молочную продуктивность крупного рогатого скота // Генетические ресурсы животноводства и растениеводства: состояние и перспективы в сфере сельского хозяйства : сб. науч. тр. международ. науч.-практ. конф. (Махачкала, 03–04 ноября 2022 г.). Махачкала : ООО «Издательство АЛЕФ», 2022. С. 267–275. ISBN 978-5-00212-096-3. EDN TAHRBZ.
6. Щеголев П. О., Сабетова К. Д., Чаицкий А. А. [и др.] Ассоциация гена гормона роста с продуктивными признаками крупного рогатого скота (обзор) // Вестник АПК Верхневолжья. 2023. № 2 (62). С. 61–72. DOI 10.35694/YARCX.2023.62.2.010. EDN UQZHHM.
7. Сычёва О. В., Кононова Л. В. Генетические маркеры в молочном скотоводстве // Аграрно-пищевые инновации. 2018. № 1 (1). С. 27–31. EDN OSOHGP.
8. Васильева Л. И., Митютько В. И. Молекулярно-генетические маркеры для оценки генетического полиморфизма // Вестник Студенческого научного общества. 2017. Т. 8, № 1. С. 157–160. ISSN 2077-5873.
9. Бейшова И. С. Фенотипические эффекты генов соматотропинового каскада, ассоциированных с мясной продуктивностью у коров казахской белоголовой породы // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 1. С. 48–53. ISSN 1997-3225.
10. Ахметова А. Н., Халишхова Д. В., Боготова З. И. [и др.] Генетическая структура крупного рогатого скота голштинской породы в Кабардино-Балкарии по генам PRL и GH / Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2020. № 4 (96). С. 26–33. DOI 10.35330/1991-6639-2020-4-96-26-33.
11. Долматова И. Ю., Ильясов И. Г. Полиморфизм гена гормона роста крупного рогатого скота в связи с молочной продуктивностью // Генетика. 2011. Т. 47, № 6. С. 814–820. ISSN 0016-6758. EDN NWCKGB.
12. Валитов Ф. Р. Взаимосвязь полиморфных вариантов генов соматотропина и тиреоглобулина с молочной продуктивностью коров чёрно-пёстрой породы // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018. № 4 (72). С. 284–287. ISSN 2073-0853.
13. Перчун А. В., Лазебная И. В., Белокуров С. Г. [и др.] Полиморфизм генов CSN3, bPRL и bGH у коров костромской породы в связи с показателями молочной продуктивности // Фундаментальные исследования. 2012. № 11-2. С. 304–308. ISSN 1812-7339.
14. Попов А. Н., Попов Н. А., Некрасов А. А. Полиморфизм гена bGH в стаде красно-пёстрой породы ООО «Ермоловское» // Сельскохозяйственные науки и агропромышленный комплекс на рубеже веков. 2016. № 15. С. 64–68. EDN WFFDLN.
15. Ruprechter G., Carriquiry M., Ramos J. M. [et al.] Metabolic and endocrine profiles and reproductive parameters in dairy cows under grazing conditions: effect of polymorphisms in somatotrophic axis genes // Acta Veterinaria Scandinavica. 2011. Vol. 53, № 35. DOI 10.1186/1751-0147-53-35.
16. Бейшова И. С. Анализ предпочтительных и альтернативных генотипов коров казахской белоголовой породы // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018. № 1 (69). С. 173–176. ISSN 2073-0853.
17. Некрасов А. А., Попов А. Н., Попов Н. А. [и др.] Влияние полиморфизма генов молочных белков и гормонов на энергию роста телок черно-пестрой голштинской породы // Таврический научный обозреватель. 2016. № 5-2 (10). С. 91–95. eISSN 2412-9356.
18. Ялуга В. Л., Прожерин В. П., Хабибрахманова Я. А. [и др.] Полиморфизм генов CSN3, LGB, PRL, GH, LEP у холмогорских коров // Молочное и мясное скотоводство. 2018. № 4. С. 5–8. ISSN 0026-9034.
19. Ткаченко И. В., Гридина С. Л. Влияние полиморфных вариантов генов каппа-казеина и гормона роста на молочную продуктивность первотелок уральского типа // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2018. № 5. С. 87–95. DOI 10.26897/0021-342X-2018-5-87-95.

20. Ярышкин А. А. Влияние полиморфных вариантов гена соматотропина на молочную продуктивность коров // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2019. № 6 (80). С. 279–281. ISSN 2073-0853.

21. Урядников М. В., Улубаев И. Х. Оценка аллелей и генотипов соматотропина по полиморфизму и живой массе коров черно-пестрой породы // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2011. № 3 (77). С. 80–83. ISSN 1996-4277.

22. Крамаренко А. С., Гиль М. И., Гладырь Е. А. [и др.] Анализ связи полиморфизма гена гормона роста (bGH) с ростовыми признаками коров южной мясной породы // Научно-технический бюллетень Института животноводства Национальной академии аграрных наук Украины. 2015. № 113. С. 112–119. EDN UDRJKZ.

23. Михайлова М. Е., Белая Е. В. Влияние полиморфных вариантов генов соматотропинового каскада bGH, bGHR и bIGF-1 на признаки молочной продуктивности у крупного рогатого скота голштинской породы // Доклады Национальной академии наук Беларуси. 2011. Т. 55, № 2. С. 63–69. ISSN 1561-8223.

24. Каюмов Ф. Г., Третьякова Р. Ф., Третьякова Н. А. Полиморфизм генов CAPN1, GH, TG5 и LEP у молодняка нового мясного типа Адучи // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021. № 5 (91). С. 206–210. DOI 10.37670/2073-0853-2021-91-5-206-210. EDN WYNMDS.

25. Лемякин А. Д., Тяжченко А. Н., Чаицкий А. А. [и др.] Ассоциация гена тиреоглобулина (TG5) с хозяйственно полезными признаками крупного рогатого скота (грант Президента Российской Федерации № МК-5026.2022.5) // Аграрный вестник Нечерноземья. 2022. № 4 (8). С. 39–47. DOI 10.52025/2712-8679\_2022\_04\_39. EDN LMKSTI.

26. Зиннатов Ф. Ф., Шамсова А. Р., Зиннатов Ф. Ф. [и др.] Взаимосвязь полиморфизма генов липидного обмена (LEP, TG) с молочной продуктивностью крупного рогатого скота // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2017. Т. 231, № 3. С. 72–75. EDN WTECAW.

27. Зиннатов Ф. Ф., Хайруллин Д. Д., Зиннатов Ф. Ф. [и др.] ПЦР-ПДРФ анализ в идентификации взаимосвязи гена тиреоглобулина (TG5) с молочной продуктивностью КРС // Физико-химическая биология как основа современной медицины : тезисы докладов участников Республиканской конф. с международ. участием, посвященной 80-летию со дня рождения Т. С. Морозкиной / под редакцией А. Д. Тагановича, В. В. Хрусталёва, Т.А. Хрусталёвой (Минск, 29 мая 2020 г.). Минск : Белорусский государственный медицинский университет, 2020. С. 60–62. EDN NYGDRI.

28. Рачкова Е. Н. Ассоциации генов, связанных с молочной продуктивностью и резистентностью к маститу крупного рогатого скота : дис.... канд. биол. наук : 06.02.07 / Казан. гос. акад. ветеринар. медицины им. Н. Э. Баумана. Казань, 2017. 115 с.

29. Dolmatova I., Valitov F., Gizatullin R. [et al.] Effect of the bovine TG5 gene polymorphism on milk- and meat-producing ability // Veterinary World. 2020. Vol. 13, № 10. P. 2046–2052. DOI 10.14202/vetworld.2020.2046-2052. EDN DNLGOC.

30. Юльметьева Ю. Р., Шакиров Ш. К. Ассоциативные связи гена тиреоглобулина с продуктивным долголетием молочного скота // Молочное и мясное скотоводство. 2020. № 1. С. 14–19. DOI 10.33943/MMS.2020.65.47.004. EDN QYNAKG.

31. Каюмов Ф. Г., Третьякова Р. Ф., Третьякова Н. А. Полиморфизм генов CAPN1, GH, TG5 и LEP у молодняка нового мясного типа Адучи // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021. № 5 (91). С. 206–210. DOI 10.37670/2073-0853-2021-91-5-206-210. EDN WYNMDS.

32. Сурундаева Л. Г. Сравнительный анализ генетической структуры популяций крупного рогатого скота мясных пород по полиморфным вариантам генов гормонов соматотропина и тиреоглобулина // Вестник мясного скотоводства. 2016. № 4 (96). С. 21–29. EDN XILXQX.

33. Епишко О. А., Сонич Н. А., Пестис В. К. [и др.] Полиморфизм генов MSTN, TG5, CAPN1 у мясных пород крупного рогатого скота Беларуси // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы : сб. науч. тр / под ред. В. К. Пестиса. Гродно, 2017. Т. 37. С. 68–75. ISBN 978-985-537-108-4.

34. Габидулин В. М., Алимова С. А., Тарасов М. В. Влияние полиморфизма гена тиреоглобулина (TG-5) на продуктивность стада мясного скота в ООО «Суерь» абердин-ангусской породы австралийской селекции в зоне Зауралья // Вестник мясного скотоводства. 2016. № 3 (95). С. 21–26. EDN WVPFZB.

35. Ларионова П. В. Разработка и экспериментальная апробация систем анализа полиморфизма генов-кандидатов липидного обмена у крупного рогатого скота : автореф. дисс. ... канд. биол. наук : 03.00.23; 06.02.01. Дубровицы, 2006. 24 с. EDN ZMKMJL.

36. Долгих Н. И., Мухтарова О. М. Полиморфизм гена тиреоглобулина (TG5) у быков герефордской породы в ООО «КХ Волгарь» // Неделя студенческой науки : материалы Всеросс. науч.-практ. конф. (Москва, 25 апреля 2023 г.). М. : ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина», 2023. С. 360–362. EDN JQZTCU.

37. Сафина Н. Ю., Шакиров Ш. К., Зиннатов Ф. Ф. [и др.] Ассоциация полиморфизма гена тиреоглобулина с интенсивностью роста и воспроизводительных качеств голштинского скота // Ветеринарный врач. 2018. № 1. С. 59–63. ISSN 1998-698X. EDN YSZKNY.

38. Валитов Ф. Р. Эффективность использования современных методов маркерной селекции в молочном скотоводстве : дисс. ... д-ра с.-х. наук : 06.02.07. Уфа, 2018. 396 с.

39. Сонич Н. А., Епишко О. А., Танана Л. А. [и др.] Показатели мясной продуктивности абердин-ангус х черно-пестрых быков в зависимости от генотипов по генам тиреоглобулина (TG5), кальпаина (CAPN1) и миостатина (MSTN) // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы : сб. науч. тр. Гродно : Гродненский государственный аграрный университет, 2019. Т. 44. С. 226–235. EDN TCIYRE.

40. Зиннатов Ф. Ф., Якупов Т. Р., Зиннатова Ф. Ф. [и др.] Взаимосвязь генов LEP, TG5 и SCD1 с жирномолочностью коров // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2022. Т. 250, № 2. С. 85–92. DOI 10.31588/2413\_4201\_1883\_2\_250\_85.

41. Тюлькин С. В., Гильманов Х. Х., Ржанова И. В. [и др.] Молочная продуктивность и качество молока коров с разными генотипами тиреоглобулина // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2019. Т. 240, № 4. С. 187–190. DOI 10.31588/2413-4201-1883-240-4-187-191.

42. Степанов И. П. Влияние полиморфизма гена тиреоглобулина (TG) на мясную и молочную продукцию крупного рогатого скота // Молодёжная наука : сб. статей VIII Международ. науч.-практ. конф. (Пенза, 12 ноября 2022 г.). Пенза : Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2022. С. 11–13. EDN WQPIDA.

43. Конджария Т. Г. Влияние полиморфизма гена тиреоглобулина на продуктивность и репродуктивные качества крупного рогатого скота // Advances in Science and Technology : сб. статей LII международ. науч.-практ. конф. (Москва, 30 апреля 2023 г.). М. : ООО «Актуальность.РФ», 2023. С. 36–38. EDN WJPQZP.

44. Биохимия : учебник / под ред. Е. С. Северина. 5-е изд. М. : ГЭОТАР-Медиа, 2009. 768 с. ISBN 978-5-9704-1195-7.

45. Крупин Е. О., Шакиров Ш. К. Ассоциация молочной продуктивности, содержания жира и белка в молоке коров с полиморфизмом по генам GH и TG5 при сбалансированном кормлении // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33, № 10. С. 62–66. DOI 10.24411/0235-2451-2019-11014. EDN OBCXLQ.

46. Тюлькин С. В., Ахметов Т. М., Валиуллина Э. Ф. [и др.] Полиморфизм по генам соматотропина, пролактина, лептина, тиреоглобулина быков-производителей // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2012. Т. 16, № 4-2. С. 1008–1012. ISSN 2500-0462. EDN RUVMAJ.

47. Юльметьева Ю. Р., Шакиров Ш. К. Участие генов-кандидатов липидного обмена в формировании продуктивности коров // Молочное и мясное скотоводство. 2017. № 1. С. 10–13. ISSN 0026-9034. EDN XXIAOV.

48. Крупин Е. О., Шакиров Ш. К., Тагиров М. Ш. Динамика физико-химического состава и молочной продуктивности коров при сбалансированном кормлении в зависимости от генотипа // Аграрный вестник Верхневолжья. 2018. № 2 (23). С. 39–44. ISSN 2307-5872. EDN OAGPMJ.

49. Крупин Е. О., Тагиров М. Ш. Биохимические показатели белкового и углеводного обмена у коров различных генотипов // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2018. Т. 233, № 1. С. 83–88. ISSN 2413-4201. EDN YTJRZD.

50. Ежегодник по племенной работе в молочном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации (2022 год) / составители Г. И. Шичкин, Д. В. Бутусов, Г.Ф. Сафина [и др.]. Лесные Поляны : ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела», 2023. 255 с. ISBN 978-5-87958-436-3. EDN WCVFPB.

#### References

1. Safina N. Yu., Shakirov Sh. K., Gajnutdinova E. R. [i dr.] DNK-testirovanie polimorfizma gena GPX-1 krupnogo rogatogo skota // Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. 2020. № 7. S. 37–40. DOI 10.33943/MMS.2020.75.68.009. EDN OJIOBY.

2. Glazko V. I., Kosovskij G. Yu., Glazko T. T. [i dr.] DNK markery i «mikrosatellitnyj kod» (obzor) // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. 2023. T. 58, № 2. S. 223–248. DOI 10.15389/agrobiology.2023.2.223rus. EDN GABPSB.

3. Mikhalyuk A. N., Tanana L. A., Kuz'mina T. I. Associaciya kompleksa polimorfnyh variantov genov DGAT1, GH, PRL i BLG s pokazatelyami molochnoj produktivnosti korov golshtinskoj porody molochnogo skota otechestvennoj selekcii // Genetika i razvedenie zhivotnyh. 2023. № 1. S. 74–83. DOI 10.31043/2410-2733-2023-1-74-83. EDN HOYEXJ.

4. Tyul'kin S. V. Molekulyarno-geneticheskoe testirovanie krupnogo rogatogo skota po genam belkov moloka, gormonov, fermenta i nasledstvennyh zabolevanij : dis. ... d-ra biol. nauk / Kazan. gos. akad. veterinar. mediciny im. N. E. Bauman. Kazan', 2019. 349 s.

5. Lemyakin A. D., Tyazhchenko A. N., Chaitskij A. A. [i dr.] Kompleksnoe vliyanie polimorfizma genov somatotropina i tireoglobulina na molochnyuyu produktivnost' krupnogo rogatogo skota // Geneticheskie resursy zhivotnovodstva i



rasteniyevodstva: sostoyanie i perspektivy v sfere sel'skogo hozyajstva : sb. nauch. tr. mezhdunarod. nauch.-prakt. konf. (Mahachkala, 03–04 noyabrya 2022 g.). Mahachkala : OOO «Izdatel'stvo ALEF», 2022. S. 267–275. ISBN 978-5-00212-096-3. EDN TAHRBZ.

6. Shchegolev P. O., Sabetova K. D., Chaitskij A. A. [i dr.] Associaciya gena gormona rosta s produktivnymi priznakami krupnogo rogatogo skota (obzor) // Vestnik APK Verhnevolzh'ya. 2023. № 2 (62). S. 61–72. DOI 10.35694/YARCX.2023.62.2.010. EDN UQZHMM.

7. Sycheva O. V., Kononova L. V. Geneticheskie markery v molochnom skotovodstve // Agrarno-pishchevye innovacii. 2018. № 1 (1). S. 27–31. EDN OSOHGP.

8. Vasil'eva L. I., Mityut'ko V. I. Molekulyarno-geneticheskie markery dlya ocenki geneticheskogo polimorfizma // Vestnik Studencheskogo nauchnogo obshchestva. 2017. T. 8, № 1. S. 157–160. ISSN 2077-5873.

9. Bejshova I. S. Fenotipicheskie efekty genov somatotropinovogo kaskada, associirovannyh s myasnoj produktivnost'yu u korov kazahskoj belogolovoj porody // Izvestiya Samarskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. 2018. № 1. S. 48–53. ISSN 1997-3225.

10. Akhmetova A. N., Khalishkhova D. V., Bogotova Z. I. [i dr.] Geneticheskaya struktura krupnogo rogatogo skota golshtinskoj porody v Kabardino-Balkarii po genam PRL i GH / Izvestiya Kabardino-Balkarskogo nauchnogo centra RAN. 2020. № 4 (96). S. 26–33. DOI 10.35330/1991-6639-2020-4-96-26-33.

11. Dolmatova I. Yu., Il'yasov I. G. Polimorfizm gena gormona rosta krupnogo rogatogo skota v svyazi s molochnoj produktivnost'yu // Genetika. 2011. T. 47, № 6. S. 814–820. ISSN 0016-6758. EDN NWCKGB.

12. Valitov F. R. Vzaimosvyaz' polimorfnyh variantov genov somatotropina i tireoglobulina s molochnoj produktivnost'yu korov chorno-pyostroj porody // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2018. № 4 (72). S. 284–287. ISSN 2073-0853.

13. Perchun A. V., Lazebnaya I. V., Belokurov S. G. [i dr.] Polimorfizm genov CSN3, bPRL i bGH u korov kostromskoj porody v svyazi s pokazatelyami molochnoj produktivnosti // Fundamental'nye issledovaniya. 2012. № 11-2. S. 304–308. ISSN 1812-7339.

14. Popov A. N., Popov N. A., Nekrasov A. A. Polimorfizm gena bGH v stade krasno-pyostroj porody OOO «Ermolovskoe» // Sel'skohozyajstvennye nauki i agropromyshlennyj kompleks na rubezhe vekov. 2016. № 15. S. 64–68. EDN WFFDLN.

15. Ruprechter G., Carriquiry M., Ramos J. M. [et al.] Metabolic and endocrine profiles and reproductive parameters in dairy cows under grazing conditions: effect of polymorphisms in somatotropic axis genes // Acta Veterinaria Scandinavica. 2011. Vol. 53, № 35. DOI 10.1186/1751-0147-53-35.

16. Bejshova I. S. Analiz predpochtitel'nyh i al'ternativnyh genotipov korov kazahskoj belogolovoj porody // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2018. № 1 (69). S. 173–176. ISSN 2073-0853.

17. Nekrasov A. A., Popov A. N., Popov N. A. [i dr.] Vliyanie polimorfizma genov molochnyh belkov i gormonov na energiyu rosta telok cherno-pestroj golshtinskoj porody // Tavricheskij nauchnyj obozrevatel'. 2016. № 5-2 (10). S. 91–95. eISSN 2412-9356.

18. Yaluga V. L., Prozherin V. P., Khabibrakhmanova Ya. A. [i dr.] Polimorfizm genov CSN3, LGB, PRL, GH, LEP u holmogorskih korov // Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. 2018. № 4. S. 5–8. ISSN 0026-9034.

19. Tkachenko I. V., Gridina S. L. Vliyanie polimorfnyh variantov genov kappa-kazeina i gormona rosta na molochnuyu produktivnost' pervotelok ural'skogo tipa // Izvestiya Timiryazevskoj sel'skohozyajstvennoj akademii. 2018. № 5. S. 87–95. DOI 10.26897/0021-342X-2018-5-87-95.

20. Yaryshkin A. A. Vliyanie polimorfnyh variantov gena somatotropina na molochnuyu produktivnost' korov // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2019. № 6 (80). S. 279–281. ISSN 2073-0853.

21. Uryadnikov M. V., Ulubaev I. Kh. Ocenka allelej i genotipov somatotropina po polimorfizmu i zhivoj masse korov cherno-pestroj porody // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2011. № 3 (77). S. 80–83. ISSN 1996-4277.

22. Kramarenko A. S., Gil' M. I., Gladyr' E. A. [i dr.] Analiz svyazi polimorfizma gena gormona rosta (bGH) s rostovymi priznakami korov yuzhnoj myasnoj porody // Nauchno-tehnicheskij byulleten' Instituta zhivotnovodstva Nacional'noj akademii agrarnykh nauk Ukrainy. 2015. № 113. S. 112–119. EDN UDRJKZ.

23. Mikhajlova M. E., Belaya E. V. Vliyanie polimorfnyh variantov genov somatotropinovogo kaskada bGH, bGHR i bIGF-1 na priznaki molochnoj produktivnosti u krupnogo rogatogo skota golshtinskoj porody // Doklady Nacional'noj akademii nauk Belarusi. 2011. T. 55, № 2. S. 63–69. ISSN 1561-8223.

24. Kayumov F. G., Tret'yakova R. F., Tret'yakova N. A. Polimorfizm genov CAPN1, GH, TG5 i LEP u molodnyaka novogo myasnogo tipa Aduchi // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2021. № 5 (91). S. 206–210. DOI 10.37670/2073-0853-2021-91-5-206-210. EDN WYNMDS.

25. Lemyakin A. D., Tyazhchenko A. N., Chaitskij A. A. [i dr.] Associaciya gena tireoglobulina (TG5) s hozyajstvenno poleznymi priznakami krupnogo rogatogo skota (grant Prezidenta Rossijskoj Federacii № mk-5026.2022.5) // Agrarnyj vestnik Nechernozem'ya. 2022. № 4 (8). S. 39–47. DOI 10.52025/2712-8679\_2022\_04\_39. EDN LMKSTI.

26. Zinnatov F. F., Shamsova A. R., Zinnatova F. F. [i dr.] Vzaimosvyaz' polimorfizma genov lipidnogo obmena (LEP, TG) s molochnoj produktivnost'yu krupnogo rogatogo skota // Uchenye zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny im. N.E. Baumana. 2017. T. 231, № 3. S. 72–75. EDN WTECAW.
27. Zinnatov F. F., Khajrullin D. D., Zinnatova F. F. [i dr.] PCR-PDRF analiz v identifikacii vzaimosvyazi gena tireoglobulina (TG5) s molochnoj produktivnost'yu KRS // Fiziko-himicheskaya biologiya kak osnova sovremennoj mediciny : tezisy dokladov uchastnikov Respublikanskoj konf. s mezhdunarod. uchastiem, posvyashchennoj 80-letiyu so dnya rozhdeniya T. S. Morozkinoj / pod redakciej A. D. Taganovicha, V. V. Hrustalyova, T.A. Hrustalyovoj (Minsk, 29 maya 2020 g.). Minsk : Belorusskij gosudarstvennyj medicinskij universitet, 2020. S. 60–62. EDN HYGDR1.
28. Rachkova E. N. Associacii genov, svyazannyh s molochnoj produktivnost'yu i rezistentnost'yu k mastitu krupnogo rogatogo skota : dis.... kand. biol. nauk : 06.02.07 / Kazan. gos. akad. veterinarn. mediciny im. N. E. Baumana. Kazan', 2017. 115 s.
29. Dolmatova I., Valitov F., Gizatullin R. [et al.] Effect of the bovine TG5 gene polymorphism on milk- and meat-producing ability // Veterinary World. 2020. Vol. 13, № 10. P. 2046–2052. DOI 10.14202/vetworld.2020.2046-2052. EDN DNLGOC.
30. Yul'met'eva Yu. R., Shakirov Sh. K. Associativnye svyazi gena tireoglobulina s produktivnym dolgoletiem molochnogo skota // Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. 2020. № 1. S. 14–19. DOI 10.33943/MMS.2020.65.47.004. EDN QYNAKG.
31. Kayumov F. G., Tret'yakova R. F., Tret'yakova N. A. Polimorfizm genov CAPN1, GH, TG5 i LEP u molodnyaka novogo myasnogo tipa Aduchi // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2021. № 5 (91). S. 206–210. DOI 10.37670/2073-0853-2021-91-5-206-210. EDN WYNMDS.
32. Surundaeva L. G. Cravnitel'nyj analiz geneticheskoy struktury populacij krupnogo rogatogo skota myasnyh porod po polimorfnyh variantam genov gormonov somatotropina i tireoglobulina // Vestnik myasnogo skotovodstva. 2016. № 4 (96). S. 21–29. EDN XILXQX.
33. Epishko O. A., Sonich N. A., Pestis V. K. [i dr.] Polimorfizm genov MSTN, TG5, CAPN1 u myasnyh porod krupnogo rogatogo skota Belarusi // Sel'skoe hozyajstvo – problemy i perspektivy : sb. nauch. tr / pod red. V. K. Pestisa. Grodno, 2017. T. 37. S. 68–75. ISBN 978-985-537-108-4.
34. Gabidulin V. M., Alimova S. A., Tarasov M. V. Vliyanie polimorfizma gena tireoglobulina (TG-5) na produktivnost' stada myasnogo skota v OOO «Suer'» aberdin-angusskoj porody avstralijskoj selekcii v zone Zaural'ya // Vestnik myasnogo skotovodstva. 2016. № 3 (95). S. 21–26. EDN WVPFZB.
35. Larionova P. V. Razrabotka i eksperimental'naya aprobaciya sistem analiza polimorfizma genov-kandidatov lipidnogo obmena u krupnogo rogatogo skota : avtoref. diss. ... kand. biol. nauk : 03.00.23; 06.02.01. Dubrovicy, 2006. 24 s. EDN ZMKMJL.
36. Dolgikh N. I., Mukhtarova O. M. Polimorfizm gena tireoglobulina (TG5) u bykov gerefordskoj porody v OOO «KKH Volgar'» // Nedelya studencheskoj nauki : materialy Vseross. nauch.-prakt. konf. (Moskva, 25 aprelya 2023 g.). M. : FGBOU VO «Moskovskaya gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny i biotekhnologii – MVA imeni K. I. Skryabina», 2023. S. 360–362. EDN JQZTCU.
37. Safina N. Yu., Shakirov Sh. K., Zinnatov F. F. [i dr.] Associaciya polimorfizma gena tireoglobulina s intensivnost'yu rosta i vosproizvoditel'nyh kachestv golshtinskogo skota // Veterinarnyj vrach. 2018. № 1. S. 59–63. ISSN 1998-698X. EDN YSZKNY.
38. Valitov F. R. Effektivnost' ispol'zovaniya sovremennyh metodov markernoj selekcii v molochnom skotovodstve : diss. ... d-ra s.-h. nauk : 06.02.07. Ufa, 2018. 396 s.
39. Sonich N. A., Epishko O. A., Tanana L. A. [i dr.] Pokazateli myasnoj produktivnosti aberdin-angus h chernopestryh bykov v zavisimosti ot genotipov po genam tireoglobulina (TG5), kal'paina (CAPN1) i miostatina (MSTN) // Sel'skoe hozyajstvo – problemy i perspektivy : sb. nauch. tr. Grodno : Grodnenskiy gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2019. T. 44. S. 226–235. EDN TCIYRE.
40. Zinnatov F. F., Yakupov T. R., Zinnatova F. F. [i dr.] Vzaimosvyaz' genov LEP, TG5 i SCD1 s zhirnomolochnost'yu korov // Uchenye zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny im. N. E. Baumana. 2022. T. 250, № 2. S. 85–92. DOI 10.31588/2413\_4201\_1883\_2\_250\_85.
41. Tyul'kin S. V., Gil'manov Kh. Kh., Rzhanova I. V. [i dr.] Molochnaya produktivnost' i kachestvo moloka korov s raznymi genotipami tireoglobulina // Uchenye zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny im. N. E. Baumana. 2019. T. 240, № 4. S. 187–190. DOI 10.31588/2413-4201-1883-240-4-187-191.
42. Stepanov I. P. Vliyanie polimorfizma gena tireoglobulina (TG) na myasnuyu i molochnuyu produkciju krupnogo rogatogo skota // Molodyozhnaya nauka : sb. statej VIII Mezhdunarod. nauch.-prakt. konf. (Penza, 12 noyabrya 2022 g.). Penza : Nauka i Prosveshchenie (IP Gulyaev G.YU.), 2022. S. 11–13. EDN WQPIDA.
43. Kondzhariya T. G. Vliyanie polimorfizma gena tireoglobulina na produktivnost' i reproduktivnye kachestva krupnogo rogatogo skota // Advances in Science and Technology : sb. statej LII mezhdunarod. nauch.-prakt. konf. (Moskva, 30 aprelya 2023 g.). M. : OOO «Aktual'nost'.RF», 2023. S. 36–38. EDN WJPQZP.

44. Biohimiya : uchebnik / pod red. E. S. Severina. 5-e izd. M. : GEOTAR-Media, 2009. 768 s. ISBN 978-5-9704-1195-7.
45. Krupin E. O., Shakirov Sh. K. Associaciya molochnoj produktivnosti, sodержaniya zhira i belka v moloke korov s polimorfizmom po genam GH i TG5 pri sbalansirovannom kormlenii // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2019. T. 33, № 10. S. 62–66. DOI 10.24411/0235-2451-2019-11014. EDN OBCXLQ.
46. Tyul'kin S. V., Akhmetov T. M., Valiullina E. F. [i dr.] Polimorfizm po genam somatotropina, prolaktina, leptina, tireoglobulina bykov-proizvoditelej // Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. 2012. T. 16, № 4-2. S. 1008–1012. ISSN 2500-0462. EDN RUVMAJ.
47. Yul'met'eva Yu. R., Shakirov Sh. K. Uchastie genov-kandidatov lipidnogo obmena v formirovanii produktivnosti korov // Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. 2017. № 1. S. 10–13. ISSN 0026-9034. EDN XXIAOV.
48. Krupin E. O., Shakirov Sh. K., Tagirov M. Sh. Dinamika fiziko-himicheskogo sostava i molochnoj produktivnosti korov pri sbalansirovannom kormlenii v zavisimosti ot genotipa // Agrarnyj vestnik Verhnevolzh'ya. 2018. № 2 (23). S. 39–44. ISSN 2307-5872. EDN OAGPMJ.
49. Krupin E. O., Tagirov M. Sh. Biohimicheskie pokazateli belkovogo i uglevodnogo obmena u korov razlichnyh genotipov // Uchenye zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny im. N. E. Baumana. 2018. T. 233, № 1. S. 83–88. ISSN 2413-4201. EDN YTJRZD.
50. Ezhegodnik po plemennoj rabote v molochnom skotovodstve v hozyajstvah Rossijskoj Federacii (2022 god) / sostaviteli G. I. Shichkin, D. V. Butusov, G.F. Safina [i dr.]. Lesnye Polyany : FGBNU «Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij institut plemennogo dela», 2023. 255 s. ISBN 978-5-87958-436-3. EDN WCVFPB.

*Сведения об авторах*

**Ксения Дмитриевна Сабетова** – кандидат ветеринарных наук, заведующий лабораторией генетики и ДНК технологий Регионального информационно-селекционного центра, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Костромская государственная сельскохозяйственная академия», spin-код: 6120-9223.

**Алексей Александрович Чаицкий** – преподаватель кафедры частной зоотехнии, разведения и генетики, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Костромская государственная сельскохозяйственная академия», spin-код: 3284-3654.

**Александр Дмитриевич Лемякин** – селекционер-зоотехник Регионального информационно-селекционного центра, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Костромская государственная сельскохозяйственная академия», spin-код: 3662-8972.

**Павел Олегович Щеголев** – кандидат сельскохозяйственных наук, селекционер-зоотехник Регионального информационно-селекционного центра, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Костромская государственная сельскохозяйственная академия», spin-код: 4842-8345.

*Information about the authors*

**Kseniya D. Sabetova** – Candidate of Veterinary Sciences, Head of the Laboratory of Genetics and DNA Technologies of the Regional Information and Breeding Center, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kostroma State Agricultural Academy», spin-code: 6120-9223.

**Aleksey A. Chaitkiy** – lecturer of the Department of Private Animal Science, Breeding and Genetics, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kostroma State Agricultural Academy», spin-code: 3284-3654.

**Aleksandr D. Lemyakin** – breeder-zootechician of the Regional Information and Breeding Center, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kostroma State Agricultural Academy», spin-code: 3662-8972.

**Pavel O. Shchegolev** – Candidate of Agricultural Sciences, breeder-zootechician of the Regional Information and Breeding Center, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kostroma State Agricultural Academy», spin-code: 4842-8345.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.