

Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии имени В.П. Филиппова. 2026. № 1(82). С. 77–85.

Buryat Agrarian Journal. 2026;1(82):77–85.

Научная статья

УДК 636.082.11:636.088.31

DOI: 10.34655/bgsha.2026.82.1.009

### **Взаимодействие факторов генотип x среда при формировании продуктивности бычков казахской белоголовой породы**

**Альбек Комарович Сангаков<sup>1</sup>, Киниспай Мурзагулович Джуламанов<sup>1</sup>, Николай Петрович Герасимов<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, Оренбург, Россия

Автор, ответственный за переписку: Киниспай Мурзагулович Джуламанов, kinispai.d@yandex.ru

**Аннотация.** Важным аспектом, влияющим на реализацию генетического потенциала, является сезон рождения, тесно связанный как с физиологическими особенностями развития молодняка, так и с условиями кормления и адаптации в критические периоды онтогенеза. Целью исследования являлось изучение взаимодействия факторов генотипа и внешней среды при формировании продуктивности бычков казахской белоголовой породы. Влияние фиксированных факторов (сезон рождения и генотип) на рост и развитие бычков изучали в двух последовательно проведенных опытах (I и II) в условиях ООО «Омеко-труд» Оренбургской области. I опыт провели на молодняке (n=60 гол.) разного генотипа по генам GH и LEP осеннего сезона рождения. II опыт включал животных-аналогов по генотипу (n=57 гол.) весеннего сезона рождения. Влияние сезона выращивания на реализацию продуктивного потенциала животных значительно на всех этапах контроля за весовым ростом животных. Молодняк ранневесенних отелов с рождения попадает в более благоприятную среду для реализации продуктивного потенциала, его подсосный этап выращивания проходит преимущественно на пастбище при достаточной молочности матерей. В возрасте 8 мес. молодняк осеннего периода рождения (I опыт) уступал по величине живой массы сверстникам II опыта на 4,7 % (P<0,001), в 12 мес – 4,8 % (P<0,001), в 15 мес – 5,2 % (P<0,001). Высокий потенциал роста бычков VV-генотипа по гену GH проявлялся уже с ранних этапов выращивания. Значительных ассоциаций генотипов по гену LEP с интенсивностью роста в разрезе двух опытов не выявлено. В условиях резко континентального климата важным аспектом реализации генетического потенциала племенных стад является отработка сезонного турового отела в ранневесенний период, ориентированного на пастбищную технологию выращивания подсосных телят.

**Ключевые слова:** казахская белоголовая порода, бычки, живая масса, среднесуточный прирост, генотип, сезон рождения.

**Благодарности:** работа выполнена в соответствии с планом НИР на 2026-2028 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ FNWZ-2026-0001).

Original article

## The interaction of genotype x environment factors in the formation of productivity of Kazakh White-Headed bulls

Albek K. Sangakov<sup>1</sup>, Kinispay M. Dzulamanov<sup>1</sup>, Nikolay P. Gerasimov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Federal Scientific Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia

Corresponding author: Kinispay M. Dzulamanov, kinispai.d@yandex.ru

**Abstract.** An important aspect affecting the implementation of genetic potential is the birth season that is closely connected with both the physiological characteristics of young animals and the feeding conditions and adaptation during critical stages of ontogenesis. The aim of the study was to investigate the interaction between genetic and environmental factors for the productivity development in Kazakh White-Headed bulls. The effect of fixed factors (a birth season and a genotype) on the growth of bulls was studied in two consecutive experiments (I and II) conducted at OOO Omeko-Trud (a limited liability company under the laws of Russian Federation) in the Orenburg Region. The I experiment was conducted on young animals (n=60) of different genotypes for the GH and LEP genes, born in the autumn. The II experiment included animals of the same genotype (n=57) born in the spring. The impact of the rearing season on the realization of animals' productive potential is significant at all stages of the weight growth monitoring of animals. Young animals born in the early spring have a more favorable environment for realizing their productive potential, and their suckling stage is primarily on pastures with sufficient milk production of their dams. At the age of 8 months, the young animals born in the autumn (I experiment) were 4.7% ( $P<0.001$ ) lighter than their peers from the II experiment, at 12 months – 4.8% ( $P<0.001$ ), and at 15 months – 5.2% ( $P<0.001$ ) lighter. The high growth potential of bulls of the VV genotype for the GH gene was evident from the early stages of their rearing. There were no significant connection between the LEP genotype and growth rate in the two experiments. In a sharply continental climate, an important aspect of realization of the genetic potential of breeding herds is the development of seasonal calving in the early spring, which is focused on the pasture technology of rearing suckling calves.

**Keywords:** Kazakh White-Headed breed, bulls, live weight, average daily gain, genotype, birth season.

**Acknowledgement:** the study has been carried out in accordance with the research plan for 2026-2028 of FSBSE FRS BSAT RAS (Federal Scientific Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences) (№ FNWZ-2026-0001).

**Введение.** В современном животноводстве одной из ключевых задач остается повышение продуктивности сельскохозяйственных животных при сохранении их адаптивного потенциала и устойчивости к неблагоприятным условиям окружающей среды [1]. В условиях Южного Урала, где значительная часть пастбищных территорий характеризуется резким континентальным климатом, длительными холодными зимами и дефицитом кормов, особое значение приобретают местные породы мясного скота, обладающие высокой приспособленностью к экстремальным условиям. К числу таких пород относится казахская белоголовая, которая

отличается выносливостью, высокими воспроизводительными качествами и способностью к эффективному использованию грубых кормов [2, 3].

На сегодняшний день большинство исследований по продуктивности мясного скота сосредоточено на оценке отдельных факторов: либо на генетических характеристиках породы, либо на влиянии кормления, технологии содержания и пастбищного режима [4-7]. Однако системный анализ взаимодействия этих факторов, особенно в контексте генотип-среда, практически отсутствует. Между тем, именно понимание того, как генетический потенциал породы проявляется в разных

условиях среды, позволяет разрабатывать целенаправленные стратегии селекции, адаптации кормовых режимов и управления стадами [8]. Важным аспектом, влияющим на реализацию генетического потенциала, является сезон рождения, тесно связанный как с физиологическими особенностями развития молодняка, так и с условиями кормления и адаптации в критические периоды онтогенеза [9-11].

За последнее время проведены многочисленные исследования по оценке генетических факторов формирования мясной продуктивности крупного рогатого скота. В этом контексте особую ценность приобретают полиморфизмы ключевых генов, регулирующих рост, метаболизм и энергетический баланс [12]. Ген гормона роста (*GH*) кодирует соматотропин – основной гормон, стимулирующий пролиферацию клеток, синтез белка и рост мышечной ткани [13-14]. Ген лептина (*LEP*) кодирует гормон лептин, синтезируемый жировой тканью, который регулирует аппетит, энергетический баланс и репродуктивное созревание [15]. В связи с этим важно определить пути совершенствования методов селекции казахской белоголовой породы с учетом факторов внешней среды, которые помогут максимизировать генетический потенциал.

**Целью исследования** являлось изучение взаимодействия факторов генотипа и внешней среды при формировании продуктивности бычков казахской белоголовой породы.

**Условия и методы исследования.** Влияние фиксированных факторов (сезон рождения и генотип) на рост и развитие бычков казахской белоголовой породы изучали в двух последовательно проведенных опытах (I и II) в условиях ООО «Омеко-труд» Оренбургской области. I опыт провели на молодняке (n=60 гол.) разного генотипа по генам *GH* и *LEP*, рождения октябрь-ноябрь месяцы (осенний сезон), отъем в апреле-мае и откорм с 8 до 15 месяцев в условиях откормочной площадки по технологии летнего содержания. II опыт включал животных (n=57 гол. аналогов) по генотипу предыдущего эта-

па, рождения март-апрель месяцы (весенний сезон), отъем в октябре-ноябре и откорм с 8 до 15 месяцев в условиях откормочной площадки по технологии зимнего содержания. До отъема (возраст 7-8 месяцев) бычки находились на подсосе под матерями.

Выделение ДНК для генотипирования по полиморфизмам *GH* L127V и *LEP* A80V осуществляли из цельной крови. Генотипирование проводили методом ПЦР-ПДРФ. Для проведения полимеразной цепной реакции – полиморфизма длин рестрикционных фрагментов (ПЦР-ПДРФ) применялись наборы Gene Pak PCR Core (IsoGeneLab, Москва) на программируемом термоциклере «Терцик» (ДНК-технология, Россия) с использованием праймеров (НПФ «Литех»): *GH* L127V – (F: 5'-gct-gct-cct-gagcct-tcg-3' и R: 5'-gcg-gcg-gca-ctt-cat-gac-cct-3'), *LEP* (A80V) – (F: 5'-tgt-ctt-acg-tgg-agg-ctg-tgc-cca-gct-3' и R: 5'-agg-gtt-ttc-gtg-tca-tcc-tgg-acc-tttcg-3').

ПЦР-программа включала следующие шаги: 1) для гена *GH*: «горячий старт» – 5 мин при +95°C; 35 циклов: денатурация – 45 с при +94°C, отжиг – 45 сек при +65°C, синтез – 45 с при +72°C; элонгация – 7 мин при +72°C;

2) для гена *LEP*: «горячий старт» – 5 мин при +95°C; 30 циклов: +94°C, 30 с – денатурация; отжиг праймеров – 40 с при температуре +62°C; синтез ДНК – при +72°C, 40 с; элонгация – при +72°C, 7 мин.

Для рестрикции амплифицированных участков генов использовали эндонуклеазы: *GH* – *AluI*, *LEP* – *Sau3AI*. Расщепление продуктов проводили при 37°C, генотипы идентифицировали методом гель-электрофорез с визуализацией под УФ-светом. Определение длины фрагментов проводили с помощью маркера молекулярных масс GenePakR DNA Ladder M 50 (IsoGene Lab, Москва). Идентификация продуктов для гена гормона роста: *GH<sup>VV</sup>* – 223 п.н.; *GH<sup>LV</sup>* – 223, 171, 52 п.н.; *GH<sup>LL</sup>* – 171, 52 п.н.; *LEP<sup>AA</sup>* – 424 п.н.; *LEP<sup>AV</sup>* – 424, 398 и 26 п.н.; *LEP<sup>VV</sup>* – 398 и 26 п.н.

Контроль весового роста проводился ежемесячно до кормления молодняка.

На основании данных живой массы рассчитывали среднесуточный прирост по

основным периодам. Общая схема эксперимента представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Схема эксперимента

Организованные факторы			Период контроля		
Этап исследования	Ген	Генотип	Рождение	Отъем	Откорм
I опыт (n=60)	GH	LL (n=28)	Осенний сезон (октябрь-ноябрь)	7-8 мес (апрель-май)	8-15 мес по технологии летнего содержания (май-ноябрь)
		LV (n=22)			
		VV (n=10)			
	LEP	AA (n=24)	Подсосное содержание по технологии зимнего (стойлового) содержания		
		AV (n=18)			
		VV (n=18)			
II опыт (n=57)	GH	LL (n=17)	Весенний сезон (март-апрель)	7-8 мес (октябрь-ноябрь)	8-15 мес по технологии зимнего содержания (ноябрь-апрель)
		LV (n=18)			
		VV (n=22)			
	LEP	AA (n=37)	Подсосное содержание по технологии летнего содержания на пастбище		
		AV (n=15)			
		VV (n=5)			

Статистический анализ проведен с использованием программ Microsoft Excel (2010) и STATISTICA 10.0. Во всех процедурах статистического анализа рассчитывали достигнутый уровень значимости (p), при этом критический уровень значимости в данном исследовании принимался  $P \leq 0,05$ . Уровень достоверности полученных результатов определяли по F-критерию Фишера.

**Результаты и обсуждение.** Анализ данных динамики живой массы бычков свидетельствует о том, что среди фиксированных факторов технология содержания оказывала наиболее сильное воздействие на изменчивость признака (табл. 2). Причем влияние сезона выращивания на реализацию продуктивного потенциала животных распространялось на всех этапах контроля за весовым ростом животных. Так, к 8-месячному возрасту молодняк осеннего периода рождения (I опыт) уступал по величине живой массы сверстникам II опыта на 11,6 кг (4,7 %;  $P < 0,001$ ). В дальнейшем различия между бычками разных сезонов рождения увеличивались, достигая к 12 месяцам 17,5 кг (4,8 %;  $P < 0,001$ ), а к возрасту 15 мес – 23,3 кг (5,2 %;  $P < 0,001$ ). Таким образом, молодняк ранневесенних отелов с самого рождения попадает в более благоприятную среду для реализации продуктив-

ного потенциала, его подсосный этап выращивания проходит преимущественно на пастбище при достаточной молочности матерей, что является существенным заданием для формирования желудочно-кишечного тракта и последующего развития в условиях стойлового содержания.

В контрастные по температурному режиму сезоны выращивания бычки разных генотипов по гену GH неодинаково проявляли потенциал весового роста. Минимальная выраженность признака живая масса во все периоды измерений установлена у носителей LL варианта гена в разрезе двух опытов. В период подсосного выращивания (до 8 мес) по технологии зимнего содержания (I опыт) генетические особенности бычков незначительно определяли межгрупповые различия по живой массе. После отъема гетерозиготные и гомозиготные носители V-аллели значительно превосходили сверстников по величине изучаемого показателя в 12 месяцев на 21,3-28,7 кг (6,4-8,6 %;  $P < 0,01$ ), в 15 месяцев – на 17,5-30,7 кг (4,2-7,4 %;  $P < 0,05-0,001$ ).

Во II опыте высокий потенциал роста VV-генотипа по гену GH проявлялся уже с ранних этапов выращивания. Между альтернативными гомозиготными вариантами гена значительные различия фиксировались в возрасте 8 мес на уровне

**Таблица 2** – Динамика живой массы бычков разных генотипов по генам GH и LEP в зависимости от сезона выращивания ( $X \pm Sx$ ), кг

№ опыта	Генотип		Возраст, мес.			
			при рождении	8	12	15
I опыт	GH	LL (n=28)	27,3±0,74	232,8±3,36	333,6±5,00	414,4±5,65 <sup>ab</sup>
		LV (n=22)	27,1±0,75	238,5±3,34	354,9±5,91 <sup>b</sup>	431,9±5,54 <sup>a</sup>
		VV (n=10)	28,3±0,50	240,7±5,57	362,3±6,34 <sup>b</sup>	445,1±8,89 <sup>b</sup>
	LEP	AA (n=24)	27,2±0,78	237,8±4,01	348,0±6,13	428,4±6,13
		AV (n=18)	26,5±0,78	233,4±3,15	339,4±7,17	416,6±7,15
		VV (n=18)	28,5±0,68	236,8±4,03	350,5±5,60	431,9±6,96
	Всего (n=60)		27,4±0,45	236,2±2,20 <sup>c</sup>	346,2±3,66 <sup>c</sup>	425,9±3,89 <sup>c</sup>
II опыт	GH	LL (n=17)	27,7±0,37	242,8±3,40 <sup>a</sup>	356,0±5,21 <sup>a</sup>	439,6±5,97 <sup>a</sup>
		LV (n=18)	27,3±0,31	245,9±3,68	360,4±5,76	447,5±6,35
		VV (n=22)	27,2±0,33	253,3±3,47 <sup>a</sup>	372,3±5,42 <sup>a</sup>	458,1±6,04 <sup>a</sup>
	LEP	AA (n=37)	27,3±0,27	246,9±2,55	362,2±4,02	447,8±4,34
		AV (n=15)	27,8±0,22	248,4±4,71	364,6±7,15	449,6±8,42
		VV (n=5)	26,8±0,58	253,4±4,89	372,8±7,67	458,8±9,13
	Всего (n=57)		27,4±0,19	247,8±2,09 <sup>c</sup>	363,7±3,26 <sup>c</sup>	449,2±3,64 <sup>c</sup>
Итого по 2 опытам (n=117)		27,4±0,25	241,9±1,61	354,7±2,58	437,3±2,87	

Примечание: значения в столбцах с одинаковыми индексами различаются между генотипами в пределах каждого опыта при <sup>a</sup> –  $P < 0,05$ , <sup>b</sup> –  $P < 0,01$ , <sup>c</sup> –  $P < 0,001$ ; между средними по опытам при <sup>A</sup> –  $P < 0,05$ , <sup>B</sup> –  $P < 0,01$ , <sup>C</sup> –  $P < 0,001$ .

10,5 кг (4,3 %;  $P < 0,05$ ), в 12 мес – 16,3 кг (4,6 %;  $P < 0,05$ ) и в 15 мес – 18,5 кг (4,2 %;  $P < 0,05$ ). Гетерозиготный генотип характеризовался промежуточной выраженностью живой массы.

Генотипированием бычков по гену LEP не установлено значительных различий между носителями разных генотипов. Это объясняется тем, что ген лептина ассоциирован с липидным обменом, интенсивность которого повышается с возрастом и определяет скороспелость животного [16]. Казахская белоголовая порода современной селекции относится к долгорослому типу мясного скота, способной длительное время наращивать мышечную ткань вплоть до 18-20-месячного возраста, а до этого этапа в меньшей степени происходит жиронакопление в организме [2, 17]. В итоге в наших исследованиях не выявлены значительные различия по весовому росту казахских белоголовых бычков. Тем не менее в разрезе двух опытов наблюдалась тенденция повышенного потенциала весового роста носителей VV-генотипа гена. В 15-месячном возрасте превосходство бычков VV-группы по гену лептина составляло в I опыте 3,5-15,3 кг (0,8-3,7 %), во II опыте

– 9,2-11,0 кг (2,0-2,5 %).

Технологический фактор (сезон выращивания) значительно определял изменчивость среднесуточного прироста как в подсосный, так и в послеоъемный периоды выращивания (табл. 3). Причем организация туровых отелов в ранневесенний сезон (II опыт) способствовала более полному проявлению генетического потенциала продуктивности бычков казахской белоголовой породы. Так, разница по среднесуточному приросту в подсосный период (от рождения до 8 мес) между молодняком I и II опыта составляла 48 г (5,6 %;  $P < 0,001$ ), на этапе послеоъемного выращивания (8-15 мес) она увеличилась до 55 г (6,2 %;  $P < 0,01$ ), а по сумме двух технологических этапов различия достигали 51 г (5,8 %;  $P < 0,001$ ).

Таким образом, наиболее критическим периодом в развитии молодняка мясного скота является подсосное выращивание, в течение которого создание благоприятного фона определяет последующую продуктивность. Дефицит питательных веществ и сложные условия содержания на ранних стадиях онтогенеза затруднительно компенсировались при дальнейшей оптимизации лимитирующего фак-

**Таблица 3** – Динамика среднесуточного прироста бычков разных генотипов по генам GH и LEP в зависимости от сезона выращивания ( $X \pm Sx$ ), г

№ опыта	Генотип		Период, мес.				
			0-8	8-12	12-15	8-15	0-15
I опыт	GH	LL	845±15,2	826±34,8 <sup>ab</sup>	887±33,0	852±21,4 <sup>a</sup>	849±12,9 <sup>ab</sup>
		LV	870±13,2	953±40,5 <sup>a</sup>	846±32,4	908±24,3	888±12,1 <sup>a</sup>
		VV	874±23,0	997±53,0 <sup>b</sup>	910±46,0	960±44,5 <sup>a</sup>	914±19,6 <sup>b</sup>
	LEP	AA	867±17,2	903±35,3	883±29,2	895±21,8	880±13,6
		AV	852±12,7	869±58,3	848±48,8	860±33,8	855±16,1
		VV	857±17,9	932±39,3	894±31,9	916±28,7	885±15,7
	Всего по I опыту		859±9,4 <sup>c</sup>	901±25,1	876±20,8	890±15,9 <sup>B</sup>	874±8,7 <sup>c</sup>
II опыт	GH	LL	885±13,9 <sup>a</sup>	928±34,2	918±63,8	924±27,1	903±13,0 <sup>a</sup>
		LV	900±15,5	938±41,8	956±69,1	946±19,9	921±13,9
		VV	930±14,6 <sup>a</sup>	975±44,8	943±65,1	961±17,1	945±13,5 <sup>a</sup>
	LEP	AA	904±10,8	952±27,6	939±43,4	946±14,3	924±9,2
		AV	908±19,1	942±48,3	956±92,4	948±22,5	926±17,7
		VV	933±21,6	952±122,8	905±105,6	932±67,4	932±36,2
	Всего по II опыту		907±8,8 <sup>c</sup>	950±23,8	940±37,7	945±12,1 <sup>B</sup>	925±8,0 <sup>c</sup>
Итого по 2 опытам		883±6,8	925±17,4	907±21,4	917±10,3	899±6,4	

Примечание: значения в столбцах с одинаковыми индексами различаются между генотипами в пределах каждого опыта при <sup>a</sup> –  $P < 0,05$ , <sup>b</sup> –  $P < 0,01$ , <sup>c</sup> –  $P < 0,001$ ; между средними по опытам при <sup>A</sup> –  $P < 0,05$ , <sup>B</sup> –  $P < 0,01$ , <sup>C</sup> –  $P < 0,001$ .

тора у бычков всех генотипов. Лучшими компенсаторными способностями отличались носители V-аллели гена GH. Так, в I опыте влияние среды сдерживало реализацию продуктивного потенциала молодняком VV-генотипа в возрастном интервале 0-8 мес, его превосходство относительно LL-варианта гена составляло 29 г (3,4 %;  $P > 0,05$ ), тогда как во II опыте соответствующая разница увеличилась до 45 г (5,1 %;  $P < 0,05$ ). В послеотъемный период (8-15 мес) бычки VV-генотипа в I опыте нарастили темпы скорости роста до 960 г (на 86 г), в то время как показатель сверстников LL-группы оставался на уровне подсосного периода. Это обеспечило значительное превосходство гомозигот по V-аллели по величине изучаемого показателя на 108 г (12,7 %;  $P < 0,05$ ). Во II опыте межгрупповая изменчивость среднесуточного прироста за период 8-15 мес сократилась до 37 г (4,0 %;  $P > 0,05$ ), при этом бычки VV-генотипа повторили уровень показателя предыдущего этапа исследования. В целом, за период 0-15 мес. при генотипировании молодняка по гену GH наибольшая межгрупповая дифференциация по скорости весового рос-

та установлена в I опыте, которая составляла 65 г (7,7 %;  $P < 0,01$ ), а во II опыте – 42 г (4,7 %;  $P < 0,05$ ). Гетерозиготные бычки характеризовались промежуточными показателями среднесуточного прироста, на отдельных этапах I опыта отмечалось их значительное превосходство относительно LL-генотипа.

Значительных ассоциаций генотипов по гену LEP с интенсивностью роста бычков в разрезе двух опытов не выявлено. При этом наибольшие различия между носителями разных генотипов фиксировались лишь на заключительных этапах контрольного выращивания в возрасте 12-15 мес двух исследований, когда у молодняка казахской белоголовой породы усиливался липидный обмен.

**Заключение.** Проведена оценка продуктивности бычков казахской белоголовой породы разных генотипов по генам GH и LEP в зависимости от технологии содержания. Среди изученных фиксированных факторов значительное влияние на изменчивость живой массы и среднесуточного прироста оказывали генетические особенности молодняка по гену GH и сезон рождения, который определял сис-

тему выращивания животных. Дефицит питательных веществ и сложные условия содержания в подсосный период при осенних отелах не компенсировались полностью при дальнейшей оптимизации лимитирующего фактора у бычков всех генотипов. Лучшими компенсаторными способностями отличались носители V-аллели гена GH.

**Предложения.** Организацию селекционно-племенной работы в мясном скотоводстве необходимо координировать с оптимизацией основных технологических

этапов выращивания ремонтного молодняка. В условиях резко континентального климата важным аспектом реализации генетического потенциала племенных стад является отработка сезонного турового отела в ранневесенний период, ориентированного на пастбищную технологию выращивания подсосных телят. При этом предпочтительными для селекционных целей по комплексу показателей и адаптации к разным системам содержания являлись носители V-аллели гена гормона роста казахской белоголовой породы.

#### Список источников

1. Краткий обзор систем производства говядины в России и мире (обзор) / Г.К. Дускаев, А.В. Харламов, Г.И. Левахин [и др.] // Животноводство и кормопроизводство. 2022. Т. 105. № 3. С. 78-94. DOI: 10.33284/2658-3135-105-3-78. EDN: IBFJGM.
2. Казахская белоголовая – первая отечественная специализированная порода мясного скота / В.Ю. Хайнацкий, В.А. Гонтыурев, К.М. Джуламанов, А.П. Искандерова, С.Д. Тюлебаев // Молочное и мясное скотоводство. 2020. № 2. С. 7-10. DOI: 10.33943/MMS.2020.98.89.002 EDN: VHYEGS
3. Продуктивность казахских белоголовых бычков при разных системах выращивания и откорма / А.В. Харламов, А.Н. Фролов, В.В. Ильин, Е.А. Ажмулдинов // Животноводство и кормопроизводство. 2025. Т. 108. № 3. С. 169-182. DOI: 10.33284/2658-3135-108-3-169. EDN: NMPNGM
4. Столповский Ю.А., Пискунов А.К., Свищева Г.Р. Геномная селекция. I. Последние тенденции и возможные пути развития // Генетика. 2020. Т. 56. № 9. С. 1006-1017. DOI: 10.31857/S0016675820090143. EDN: SIFGKO
5. Влияние типов кормления на продуктивные качества животных казахской белоголовой породы / Е.Г. Насамбаев, А.Б. Ахметалиева, А.Е. Нугманова [и др.] // Животноводство и кормопроизводство. 2020. Т. 103, № 4. С. 150-159. DOI: 10.33284/2658-3135-103-4-150 EDN: QZHNT
6. Влияние различных способов доращивания на интенсивность роста, убойные качества и экономическую эффективность выращивания бычков казахской белоголовой породы / М.В. Явнов, А.Н. Фролов, Н.В. Соболева // Животноводство и кормопроизводство. 2024. Т. 107, № 3. С. 99-107. DOI: 10.33284/2658-3135-107-3-99. EDN: VYWSIK
7. ДНК-генотипирование по генам CAPN1, GH, LEP ремонтного молодняка крупного рогатого скота мясного направления продуктивности / Е.С. Суржикова, Д.Д. Евлагина, Т.Н. Михайленко, О.Н. Онищенко // Сельскохозяйственный журнал. 2023. № 2(16). С. 108-116. DOI: 10.48612/FARC/2687-1254/011.2.16.2023. EDN: UGZRYD.
8. Инербаев Б.О., Храмова И.А., Инербаева А.Т. Генотипическая и фенотипическая характеристика популяции герефордского скота Западной Сибири // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2023. Т. 53, № 3. С. 97-105. DOI: 10.26898/0370-8799-2023-3-11. EDN: LVQXCX
9. Криницина Т.П. Влияние сезона рождения на мясную продуктивность бычков породы обрак // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021. № 5 (91). С. 199-201. EDN: DRDSNI
10. Зазнобина Т.В., Ефимова Л.В. Рост и развитие тёлочек в зависимости от сезона рождения // Молочнохозяйственный вестник. 2024. № 3 (55). С. 82-92. DOI: 10.52231/2225-4269\_2024\_3\_82. EDN: PSWJKL.
11. Ibrayeva R., Nurgazy K., Satiyeva K., Gabit G., Mukhametzhanova O. Genetic potential of Kazakh White-headed and Hereford breeds for beef production in Purebred farms and crossbreeding // Biodiversitas Journal of Biological Diversity. 2025;26(2):761-769. DOI: 10.13057/biodiv/d260224
12. Developmental Stage, Muscle and Genetic Type Modify Muscle Transcriptome in Pigs: Effects on Gene Expression and Regulatory Factors Involved in Growth and Metabolism / M. Ayuso, Fernández A., Núñez Y. [et al.] // PLoS One. 2016;11 (12):e0167858. DOI: 10.1371/journal.pone.0167858
13. 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. EDN: OTEFVL
14. Marking of meat productivity features in pairs of bGH, bGHR and bIGF-1 polymorphic genes in Aberdeen-Angus cattle / L.Z. Dushayeva, A.M. Nametov, I.S. Beishova [et al.] // OnLine Journal of Biological Sciences. 2021;21(2):334-345. DOI: 10.3844/ojbsci.2021.334.345

15. Association of polymorphisms in the leptin and thyroglobulin genes with meat quality and carcass traits in beef cattle / T.D.d. Carvalho, F. Siqueira, R.A.d.A. Torres Júnior [et al.] // *Rev. Bras. Zootec.* 2012. 41. 2162–2168. DOI: 10.1590/S1516-35982012001000004
16. Селионова М.И., Евстафьева Л.В. Влияние полиморфизма в гене лептина на качество говядины у бычков абердин ангусской породы // *Молочное и мясное скотоводство.* 2024. № 5. С. 13-18. DOI: 10.33943/MMS.2024.30.56.003 EDN: KDRUUL
17. Цыдыпов С.С., Гармаев Д.Ц. Некоторые хозяйственные и биологические особенности молодняка казахской белоголовой породы забайкальской селекции // *Животноводство и кормопроизводство.* 2022. Т. 105. № 1. С. 52-61. DOI: 10.33284/2658-3135-105-1-52 EDN: ESIDLE

### References

1. Duskaev G.K., Kharlamov A.V., Levakhin G.I. [et al.]. Brief overview of beef production systems in Russia and the world (review). *Animal Husbandry and Fodder Production.* 2022;105(3):78-94 (In Russ.). DOI: 10.33284/2658-3135-105-3-78.
2. Khainatsky V.Yu., Gontyurev V.A., Dzhulamanov K.M., Iskanderova A.P., Tyulebaev S.D. Kazakh White-Headed - the First Domestic Specialized Breed of Beef Cattle. *Journal of dairy and beef cattle breeding.* 2020;(2):7-10 (In Russ.). DOI: 10.33943/MMS.2020.98.89.002.
3. Productivity of Kazakh white-headed bulls under different rearing and fattening systems / A.V. Kharlamov, A.N. Frolov, V.V. Ilyin, E.A. Azhmuldinov *Animal Husbandry and Fodder Production.* 2025;108(3):169-182 (In Russ.). DOI: 10.33284/2658-3135-108-3-169.
4. Stolpovsky Y.A., Piskunov A.K., Svishcheva G.R. Genomic selection. i: latest trends and possible ways of development. *Russian Journal of Genetics.* 2020;56(9):1044-1054 (In Russ.). DOI: 10.31857/S0016675820090143.
5. Nasambayev E.G., Akhmetalieva A.B, Nugmanova A.E. The influence of feeding types on the productive qualities of Kazakh White-headed animals. *Husbandry and Fodder Production.* 2020;103(4):150-159 (In Russ.). DOI: 10.33284/2658-3135-103-4-150
6. Yavnov M.V., Frolov A.N., Sobolev N.V. The influence of different growing methods on the growth intensity, slaughter qualities and economic efficiency of raising Kazakh white-headed bulls. *Husbandry and Fodder Production.* 2024;107 (3): 99-107 (In Russ.). DOI: 10.33284/2658-3135-107-3-99.
7. Surzhikova E.S., Evlagina D.D., Mikhailenko T.N., Onishchenko O.N. DNA genotyping by CAPN1, GH, LEP genes of herd replacements of beef cattle. *Agricultural journal.* 2023;16(2):108-116 (In Russ.). DOI: 10.48612/FARC/2687-1254/011.2.16.2023.
8. Inerbaev B.O., Khramtsova I.A., Inerbaeva A.T. Genotypic and phenotypic characteristics of the western Siberian Hereford cattle population. *Siberian herald of agricultural science.* 2023;53(3):97-105 (In Russ.). DOI: 10.26898/0370-8799-2023-3-11
9. Krinitsyna T.P. Influence of season of birth on meat productivity of Obrak bulls. *Izvestia Orenburg State Agrarian University.* 2021;91(5):199-201 (In Russ.)
10. Zaznobina T.V., Efimova L.V. Growth and development of heifers depending on season of birth. *Dairy Farming Bulletin.* 2024;55(3):82-92 (In Russ.). DOI: 10.52231/2225-4269\_2024\_3\_82.
11. Ibrayeva R., Nurgazy K., Satiyeva K., Gabit G., Mukhametzhanova O. Genetic potential of Kazakh White-headed and Hereford breeds for beef production in Purebred farms and crossbreeding. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity.* 2025;26(2):761-769. DOI: <https://doi.org/10.13057/biodiv/d260224>
12. Ayuso M., Fernández A., Núñez Y. [et al.]. Developmental Stage, Muscle and Genetic Type Modify Muscle Transcriptome in Pigs: Effects on Gene Expression and Regulatory Factors Involved in Growth and Metabolism. *PLoS One.* 2016;11(12): e0167858.
13. Beyshova I.S. Phenotypic effects of somatotropin cascade genes associated with meat productivity in Kazakh White-Headed cows. *Bulletin of the Samara State Agricultural Academy.* 2018;(1):48-53 (In Russ.).
14. Dushayeva L.Z., Nametov A.M., Beishova I.S. [et al.]. Marking of meat productivity features in pairs of bGH, bGHR and bIGF-1 polymorphic genes in Aberdeen-Angus cattle. *OnLine Journal of Biological Sciences.* 2021;21(2):334-345. DOI: <https://doi.org/10.3844/ojbsci.2021.334.345>
15. Carvalho T.D.d., Siqueira F., Torres Júnior R.A.d.A. [et al.]. Association of polymorphisms in the leptin and thyroglobulin genes with meat quality and carcass traits in beef cattle. *Rev. Bras. Zootec.* 2012;41:2162–2168. DOI: 10.1590/S1516-35982012001000004
16. Selionova M.I., Evstafyeva L.V. The influence of leptin gene polymorphism on beef quality in Aberdeen Angus bulls. *Journal of Dairy and Beef Cattle Breeding.* 2024;5:13-18 (In Russ.). DOI: 10.33943/MMS.2024.30.56.003
17. Tsydykov S., Garmaev D. Some economic and biological features in Kazakh White-Headed young cattle of the Transbaikalian selection. *Husbandry and Fodder Production.* 2022;105(1):52-61 (In Russ.). DOI: 10.33284/2658-3135-105-1-52

#### Информация об авторах

**Альбек Комарович Сангаков** – аспирант, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, sangakovak@mail.ru;

**Киниспай Мурзагулович Джуламанов** – доктор сельскохозяйственных наук, руководитель селекционно-генетического центра по мясным породам скота, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, kinispai.d@yandex.ru;

**Николай Павлович Герасимов** – доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник селекционно-генетического центра по мясным породам скота, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, nick.gerasimov@rambler.ru.

#### Information about the authors

**Albek K. Sangakov** – post-graduate student, Federal Scientific Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, sangakovak@mail.ru;

**Kinispay M. Dzhulamanov** – Doctor of Science (Agriculture), Head of the Breeding and Genetic Center for Meat Breeds of Livestock, Federal Scientific Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, kinispai.d@yandex.ru;

**Nikolay P. Gerasimov** – Doctor of Sciences (Biology), Leading researcher, Breeding and Genetic Center for Meat Breeds of Livestock, Federal Scientific Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, nick.gerasimov@rambler.ru.

Статья поступила в редакцию 23.01.2026; одобрена после рецензирования 05.02.2026; принята к публикации 10.02.2026.

The article was submitted 23.01.2026; approved after reviewing 25.02.2026; accepted for publication 10.02.2026.