

УДК 636.082.11:636.088.31

Научная статья



DOI: 10.32634/0869-8155-2025-400-11-83-90

К.М. Джуламанов

Н.П. Герасимов ✉

А.А. Сафронова

Федеральный научный центр
биологических систем и
агротехнологий Российской
академии наук, Оренбург, Россия

✉ nick.gerasimov@rambler.ru

Поступила в редакцию: 11.06.2025

Одобрена после рецензирования: 11.10.2025

Принята к публикации: 26.10.2025

© Джуламанов К.М., Герасимов Н.П.,
Сафронова А.А.

Research article



DOI: 10.32634/0869-8155-2025-400-11-83-90

Kinispay M. Dzhulamanov

Nikolay P. Gerasimov ✉

Alexandra A. Safronova

Federal Research Center for Biological
Systems and Agrotechnologies of
the Russian Academy of Sciences,
Orenburg, Russia

✉ nick.gerasimov@rambler.ru

Received by the editorial office: 11.06.2025

Accepted in revised: 11.10.2025

Accepted for publication: 26.10.2025

© Dzulamanov K.M., Gerasimov N.P.,
Safronova A.A.

Влияние полиморфизмов генов гормона роста и тиреоглобулина на морфологический состав туши и биоконверсию кормов в мясную продукцию у герефордских бычков

РЕЗЮМЕ

Развитие новых направлений в селекции мясного скота ориентировано на создание высокопродуктивных животных, способных к эффективному производству продукции при рациональном использовании протеина и энергии корма.

Цель работы — оценить влияние генотипа герефордских бычков по генам гормона роста и тиреоглобулина на морфологический состав туши и биоконверсию кормов в мясную продукцию.

Генотипированных по генам GH и TG5 герефордских бычков ($n = 9$) выращивали до 21-месячного возраста. Гомозиготные носители V-аллели гена GH за период выращивания потребили на 6,4% ($p = 0,09$) больше сырого протеина корма, что сопровождалось лучшим развитием мышечной ткани на 25,6 кг ($p < 0,05$) и скелета на 3,1 кг ($p < 0,05$) и меньшим содержанием жира на 6,4 кг ($p < 0,05$). У носителей LL-генотипа мякоть составляла 70,6% массы туши, что на 4,7–5,2% ($p < 0,05$) меньше сверстников с V-аллелем. Между гомозиготными генотипами по гену GH установлена значительная разница по расходу обменной энергии корма на 1 кг прироста на уровне 9,82 МДж ($p = 0,05$). У бычков с VV-вариантом гена GH 10% сырого протеина корма использовались на построение тканей тела, что на 0,9% ($p = 0,19$) превышало показатель LL-генотипа. Количество жира в туше значительно ($p < 0,05$) детерминировано генотипом молодняка по гену TG5. T-аллель ассоциировалась с интенсивным жиросложением, а C-аллель — с развитием мускулатуры. Генетические вариации по генам GH и TG5 могут быть использованы для улучшения эффективности разведения герефордского скота.

Ключевые слова: герефордские бычки, генотип, морфологический состав туши, сырой протеин, обменная энергия, конверсия, мясная продукция

Для цитирования: Джуламанов К.М., Герасимов Н.П., Сафронова А.А. Влияние полиморфизмов генов гормона роста и тиреоглобулина на морфологический состав туши и биоконверсию кормов в мясную продукцию у герефордских бычков. *Аграрная наука*. 2025; 400(11): 83–90.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-400-11-83-90>

The effect of growth hormone and thyroglobulin gene polymorphisms on the morphological composition of carcasses and the bioconversion of feed into meat products in Hereford bulls

ABSTRACT

The development of new directions in beef cattle breeding is focused on the creation of highly productive animals capable of efficient meat production with rational use of feed protein and energy.

The aim of the work was to evaluate the effect of genotype by growth hormone and thyroglobulin genes on morphological composition of carcass and feed bioconversion into meat products in Hereford bulls. Hereford bulls genotyped for GH and TG5 genes ($n = 9$) were raised to 21 months of age. Homozygous carriers of the V allele of the GH gene consumed 6.4% ($p = 0.09$) more feed crude protein during the rearing period, accompanied by better muscle tissue development by 25.6 kg ($p < 0.05$) and skeletal development by 3.1 kg ($p < 0.05$), and lower fat content by 6.4 kg ($p < 0.05$). In LL-genotype carriers, lean accounted for 70.6% of carcass weight, which was 4.7–5.2% ($p < 0.05$) less than peers with the V allele. Between homozygous genotypes for GH gene there was a significant difference in feed metabolizable energy consumption per 1 kg of gain at the level of 9.82 MJ ($p = 0.05$). In bulls with VV-variant of GH gene 10% of feed crude protein was used for building body tissues, which was 0.9% ($p = 0.19$) higher than in LL-genotype. Carcass fat amount was significantly ($p < 0.05$) determined by the TG5 gene genotype of young animals. T allele was associated with intensive fat deposition and C allele with muscle development. Genetic variation in GH and TG5 genes can be used to improve the breeding efficiency of Hereford cattle.

Key words: Hereford bulls, genotype, morphological composition of the carcass, crude protein, metabolizable energy, bioconversion

For citation: Dzhulamanov K.M., Gerasimov N.P., Safronova A.A. The effect of growth hormone and thyroglobulin gene polymorphisms on the morphological composition of carcasses and the bioconversion of feed into meat products in Hereford bulls. *Agrarian science*. 2025; 400(11): 83–90 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-400-11-83-90>

Введение/Introduction

Важнейшей биологической особенностью крупного рогатого скота является их способность потреблять и перерабатывать в ценные для человека продукты большое количество дешевых малопитательных кормов, включая отходы растениеводства и пищевой промышленности. Развитие новых направлений в селекции мясного скота ориентировано на создание высокопродуктивных животных, способных иметь большую живую массу в молодом возрасте и производить наибольшее количество питательных веществ при максимальном использовании протеина и энергии корма [1, 2].

Высокая продуктивность — это прежде всего генетически обусловленная способность организма эффективно трансформировать питательные вещества кормов в элементы тканей и органов, которые используются как продукты животноводства [3, 4]. Эта способность обусловлена интенсивным течением процессов обмена веществ в организме на всех уровнях — от использования энергии и питательных веществ кормов в желудочно-кишечном тракте до биосинтеза белка, липидов и других питательных веществ [5–7].

Сложный процесс переваривания питательных веществ корма с дальнейшим переносом их и включением в ткани животных никогда не прекращается в живом организме [8, 9]. Причем вновь поступившие вещества используются не только для формирования новых структур организма, но и для обновления старых, что происходит со значительной интенсивностью [10]. В период выращивания молодые животные обладают высокой способностью к наращиванию массы мышц, хорошо используют протеин корма для формирования мышечной ткани, дают высокие приросты при относительно эффективном использовании энергии и протеина кормов [11].

Широко известные методы оценки мясной продуктивности животных и определяющие эффективность использования корма недостаточно характеризуют их способности к максимальному производству пищевого белка. Наиболее объективную оценку животного в этом случае дают показатели конверсии и трансформации питательных веществ корма в продукцию [12, 13].

Основной путь улучшения рентабельности производства говядины состоит в повышении эффективности биоконверсии питательных веществ корма в продукцию, прежде всего за счет совершенствования генетического потенциала мясного скота [14]. Дальнейшее развитие мясного скотоводства и интенсификация сельскохозяйственного производства предъявляют новые требования к породе. Фундаментальные знания о молекулярно-генетических механизмах, определяющих особенности использования корма для производства

говядины, создадут основу для направленной селекции мясного скота с заданными параметрами продуктивности [15].

Высокая корреляция между живой массой, массой мякоти и затратами кормов свидетельствует о том, что на эти признаки влияет схожий комплекс генов. Ряд исследований отмечают влияние полиморфизмов генов гормона роста и тиреоглобулина на эффективность использования корма, весового роста, убойных показателей и химический состав говядины, что свидетельствует о том, что генетические вариации этих генов могут влиять на эффективность преобразования корма в массу тела у крупного рогатого скота [16, 17].

Поэтому исследование генетических аспектов превращения энергии и протеина корма в энергию и протеин мясной продукции имеет высокую теоретическую и практическую значимость для сельскохозяйственной науки. Развитие новых направлений в селекции с учетом генетических маркеров создаст предпосылки для раннего прогнозирования продуктивных качеств, определит возможности отбора и сокращения интервала между поколениями для ускоренного совершенствования мясного скота [18, 19].

Цель данной работы — оценка влияния полиморфизмов генов гормона роста и тиреоглобулина на анатомо-морфологическую характеристику и эффективность трансформации энергии и протеина кормов в продукцию у герефордских бычков.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

В работе приведены данные по контрольному выращиванию бычков ($n = 9$) герефордской породы с мая 2023 г. по февраль 2025 г. в условиях племязавода ООО «Агрофирма Калининская» Челябинской области Российской Федерации.

Молодняк для откорма отбирали после отъема от матерей в возрасте 205 дней. На этом этапе их генотипировали по генам гормона роста (GH) и тиреоглобулина (TG5). По результатам генотипирования комплектовали группы для откорма по 3 гол. носителей каждого генотипа изучаемых полиморфизмов. Общее поголовье составило 9 гол.

Бычков разных генотипов выращивали при одинаковых условиях кормления и содержания до 21-месячного возраста¹, после чего провели контрольный убой согласно ГОСТ 34120-2017².

Выращивание молодняка в подсосный период проводили по системе «корова — теленок». Зимой животные содержались вместе с коровами в помещениях легкого типа на соломенной подстилке. В летний период до отъема телята вместе с коровами выпасались на пастбищах. В этот период основными кормами для телят являлись молоко

¹ Директива Европейского парламента и Совета Европейского союза по охране животных, используемых в научных целях. https://ruslasa.ru/wp-content/uploads/2017/06/Directive_201063_rus.pdf

² ГОСТ 34120-2017 Крупный рогатый скот для убоя. Говядина и телятина в тушах, полутушах и четвертинах. Технические условия.

и трава. Отъем молодняка проводили по достижении ими живой массы не менее 200 кг и возраста 6–8 месяцев. После отъема бычков перевели на откормочную площадку при беспривязном содержании. Кормление и поение осуществлялись на выгульном дворе из групповых кормушек и поилок.

Контроль за весовым ростом бычков проводили ежемесячно от рождения до 21 месяца в одну и ту же дату с использованием электронных весов. Кормление проводили 3 раза в день, рационы кормления составляли в соответствии с детализированными нормами с поправкой на возраст, живую массу и среднесуточный прирост животных. Контроль потребления кормов проводили индивидуально ежедневно по разнице между заданным количеством и остатками.

В структуре потребленных кормов по питательности за весь период выращивания молоко составляло 11,3%, сено — 17,7%, сенаж — 7,1%, зерносенаж — 13,6%, трава — 8,2%, концентраты — 42,1% (табл. 1).

По окончании откорма (возраст 21 месяц) провели контрольный убой животных. После охлаждения в течение 24–48 ч. тушу раздвигали на естественно-анатомические отруба и проводили обвалку. Среднюю пробу мяса-фарша в количестве 400 г отбирали из левой полутуши. Из этой же полутуши перед обвалкой взяли путем поперечного среза мышцы пробу (200 г) длиннейшей мышцы спины на уровне 9–11-го ребра. Определение содержания сухого вещества проводили путем высушивания образцов в сушильном шкафу при 100 °С. Органическое вещество определяли озолением высушенного образца при 550 °С. Анализ химического состава мяса выполняли в соответствии с ГОСТ 9793-2016³, ГОСТ 25011-2017⁴, ГОСТ 23042-2015⁵.

Исследования выполнены в Центре коллективного пользования биологических систем и агротехнологий РАН (<http://цкп-бст.рф>). Оценку животных по эффективности конверсии питательных веществ и энергии корма в основные питательные вещества мясной продукции проводили по методике ВАСХНИЛ⁶.

Для генотипирования по полиморфизмам генов GH L127V гормона роста и TG5 (с. -422C>T) тиреоглобулина у подопытных бычков проводили забор крови из яремной вены. Выделение ДНК проводили из цельной крови с использованием набора реагентов для выделения геномной ДНК «М-сорб кровь» («Синтол», Россия).

ПЦР-амплификацию проводили на термоблокере Biorad T100 (BioRad, Сингапур) в смеси объемом 15 мкл, содержащей по 1,5 мкл смеси динитрофосфатов и 10х-буфера, по 0,03 мкл каждого

Таблица 1. Потребление кормов бычками разных генотипов за 21-месячный период выращивания (в среднем на одну голову)

Table 1. Feed intake by bulls of different genotypes over a 21-month rearing period (on average per head)

Показатель	GH			TG5		
	LL	LV	VV	CC	CT	TT
Молоко, кг	1041	1062	1048	1056	1051	1044
Сено разнотравное, кг	1748	1862	1869	1815	1828	1835
Сенаж из ячменя, кг	1455	1686	1666	1593	1604	1610
Сенаж из суданки, кг	2642	2821	2870	2761	2780	2792
Зерносесь, кг	2622	2622	2622	2622	2622	2622
Зеленая масса, кг	1848	1832	1822	1843	1836	1823
Трава пастбищная, кг	656	626	638	636	641	643
Премикс, кг	130	130	130	130	130	130
В кормах содержатся:						
Сухое вещество, кг	4539,0	4608,0	4607,0	4557,2	4589,3	4607,6
Обменная энергия, МДж	47 205,6	47 656,0	46 584,6	46 860,9	47 186,5	47 398,7
Сырой протеин, кг	584,1	621,0	621,6	618,5	604,3	603,9
Переваримый протеин, кг	446,3	451,2	452,0	449,6	439,3	439,0

праймера концентрацией 100 мМ и 1 е. а. Taq-полимеразы. Дизайн праймеров проводили с помощью онлайн-инструмента BLAST NCBI (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>).

Подбор эндонуклеаз рестрикции осуществляли в программе NEBcutter v2.0. (<https://nc2.neb.com/NEBcutter2/>). Использовались ферменты *AluI* и *BstX2I* (ООО «СибЭнзайм», Россия). Расщепление продуктов проводили при 37 °С, генотипы идентифицировали методом гель-электрофорез с визуализацией под УФ-светом. Идентификация продуктов для гена гормона роста: GH^{VV} — 223 п. н.; GH^{LV} — 223, 171, 52 п. н.; GH^{LL} — 171, 52 п. н. Для гена тиреоглобулина: TG5^{TT} — 473, 75 п. н.; TG5^{CT} — 473, 295, 178, 75 п. н.; TG5^{CC} — 295, 178, 75 п. н.

Результаты опыта были обработаны биометрически с использованием программ Excel (Microsoft, США) и Statistica 10 (Stat Soft Inc., США) по алгоритмам описательной статистики.

Определение значимости различий между групповыми средними проводили дисперсионным анализом по Критерию Фишера (критерий наименьшей значимости, F-критерий), при этом критический уровень значимости принимался $p \leq 0,05$.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Результаты обвалки и жиловки полутуш герфордских бычков показали значительные различия по содержанию отдельных тканей тела в зависимости от генотипа по гену GH (табл. 2).

³ ГОСТ 9793-2016 Мясо и мясные продукты. Методы определения влаги.

⁴ ГОСТ 25011-2017 Мясо и мясные продукты. Методы определения белка.

⁵ ГОСТ 23042-2015 Мясо и мясные продукты. Методы определения жира.

⁶ Методические рекомендации оценки животных по эффективности конверсии корма в основные питательные вещества мясной продукции. М.: ВАСХНИЛ. 1983; 19.

Таблица 2. Морфологический состав полутуши герефордских бычков разных генотипов по генам GH и TG5 ($X \pm Sx$)
 Table 2. Effects of GH and TG5 gene polymorphisms on morphological composition of half carcasses in Hereford bulls ($X \pm Sx$)

Показатель	GH			TG5		
	LL (n = 3)	LV (n = 3)	VV (n = 3)	CC (n = 3)	CT (n = 3)	TT (n = 3)
Масса полутуши, кг	161,7 ± 6,69	178,0 ± 7,77	184,3 ± 3,18	179,0 ± 8,19	171,2 ± 8,88	173,3 ± 9,56
Масса мякоти, кг	114,2 ± 5,94 ^a	134,0 ± 5,18	139,8 ± 3,70 ^a	137,0 ± 6,44	126,1 ± 8,21	124,9 ± 10,09
Выход мякоти, %	70,61 ± 1,06 ^{a, b}	75,32 ± 0,45 ^a	75,80 ± 0,95 ^b	76,53 ± 0,38 ^a	73,35 ± 1,04	71,85 ± 1,88 ^a
Масса жира, кг	22,7 ± 1,04 ^{ab}	15,6 ± 2,00 ^a	16,3 ± 1,23 ^b	14,3 ± 1,72 ^a	18,5 ± 1,21	21,8 ± 1,95 ^a
Выход жира, %	14,06 ± 0,30 ^{a, b}	8,68 ± 0,78 ^b	8,83 ± 0,68 ^a	7,94 ± 0,64 ^a	10,91 ± 1,33	12,71 ± 1,60 ^a
Масса костей	22,4 ± 0,80 ^{ab}	25,5 ± 0,52 ^a	25,5 ± 0,30 ^b	25,0 ± 0,26	24,4 ± 1,75	24,1 ± 0,93
Выход костей, %	13,91 ± 0,63	14,38 ± 0,38	13,87 ± 0,40	14,02 ± 0,54	14,18 ± 0,31	13,95 ± 0,62
Масса сухожилий, кг	2,3 ± 0,30	2,9 ± 0,20	2,8 ± 0,09	2,7 ± 0,06	2,7 ± 0,15	2,6 ± 0,47
Выход сухожилий, %	1,42 ± 0,23	1,63 ± 0,08	1,50 ± 0,06	1,51 ± 0,07	1,55 ± 0,04	1,48 ± 0,23

Примечание: ^{a, b} — значения с одинаковыми индексами в строке различаются при $p < 0,05$.

LL-генотип отличался минимальной массой мякоти, костей и максимальной массой жировой ткани. Различия между группами носителей V-аллеля и LL-генотипом по массе мышечной ткани составляли 19,8–25,6 кг (17,3–22,4%; $p < 0,05$). Более интенсивное жиросотложение у бычков с LL-генотипом выражалось в превосходстве по накоплению жира в полутуше на 6,4–7,1 кг (39,3–45,5%; $p < 0,05$) относительно сверстников с V-аллелем. Ранг распределения генотипов по гену GH по содержанию костной ткани соответствовал развитию мякотной части туши при разнице между группами 3,1 кг (13,8%; $p < 0,05$).

Генетические особенности бычков по гену GH не оказали значительного влияния на вариабельность массы охлажденной полутуши, тем не менее установлены различия на уровне тенденции ($p = 0,09$) между носителями альтернативных гомозиготных генотипов, достигающих 22,6 кг (14,0%). V-аллель у герефордских бычков ассоциировалась с повышенной массой мякоти и развитием скелета, а у гетерозиготных животных наблюдалось промежуточное развитие тканей тела. Это согласуется с результатами убоя казахских белоголовых бычков, проведенных М.И. Selionova [20].

Кроме того, по данным М. Zalewska *et al.* [21] и J.V. Romero *et al.* [22], генетические варианты гена GH обуславливают различия в показателях мясной продуктивности, такие как масса туши, площадь мышечного глазка, толщина подкожного жира, содержание жира в туше.

Особенности развития тканей тела в большей мере характеризует анализ относительного содержания отдельных частей полутуши у герефордских бычков. Формирование мышечной ткани значительно детерминировано генотипом по гену GH. У носителей LL-генотипа она составляла 70,6% массы туши, что на 4,7–5,2% ($p < 0,05$) меньше гетерозиготных и гомозиготных сверстников с V-аллелем. Обратный ранг распределения генотипов наблюдался по содержанию жировой ткани. V-аллель ассоциирована с меньшей интенсивностью

жиросотложения и способствовала снижению доли жира в туше на 5,3–5,4% ($p < 0,05$) относительно LL-генотипа.

Влияние генотипа по гену TG5 на массу отдельных тканей тела было менее выражено. Значительные различия между гомозиготными группами установлены по количеству жира, которые составляли 7,5 кг (52,4%; $p < 0,05$) в пользу TT-генотипа. По остальным показателям морфологического состава полутуши носители CC-генотипа имели тенденцию к превосходству относительно сверстников. Полиморфизм гена TG5 оказывал влияние на изменчивость морфологического состава полутуши бычков герефордской породы. Между альтернативными гомозиготными генотипами была зафиксирована разница на уровне тенденции по содержанию мышечной ткани на 4,6% ($p < 0,05$) и жировой ткани на 4,8% ($p < 0,05$). Причем T-аллель ассоциировалась с интенсивным жиросотложением, а C-аллель — с развитием мускулатуры. Сочетание аллелей способствовало промежуточной выраженности развития тканей в теле у гетерозиготного генотипа.

Настоящие результаты согласуются с L.P. Zhang *et al.* [23], которые отмечали значительное ($p < 0,05$) влияние полиморфизмов гена тиреоглобулина (TG) на выход мякоти и площадь мышечного глазка. По данным I. Dolmatova *et al.* [24] (2020) и I. Sycheva *et al.* [25], более интенсивным жиросотложением отличались животные с TT-генотипом, а T-аллель ассоциировалась с повышенным содержанием жира в туше и мясе.

В зависимости от генотипа по гену GH бычки по-разному использовали сырой протеин корма на единицу прироста живой массы (табл. 3).

По данным К. Heine *et al.* [26], выявлена положительная корреляция содержания сырого протеина в рационе с развитием тканей тела у крупного рогатого скота.

В настоящих исследованиях носители V-аллели за период выращивания потребили на 6,4%

Таблица 3. Биоконверсия протеина и энергии корма в съедобные части тела герефордских бычков разных генотипов по генам GH и TG5 ($n = 9$, $\bar{X} \pm Sx$)

Table 3. Bioconversion of feed protein and energy into the edible body parts of Hereford bulls of different genotypes by GH and TG5 genes ($n = 9$, $\bar{X} \pm Sx$)

Показатель	GH			TG5		
	LL	LV	VV	CC	CT	TT
Потреблено на 1 кг прироста живой массы:						
сырой протеин, г	1092 ± 29,5	1085 ± 32,6	1048 ± 11,4	1083 ± 34,2	1074 ± 21,6	1067 ± 30,5
обменная энергия, МДж	88,39 ± 3,62	83,30 ± 3,34	78,57 ± 0,54	82,22 ± 3,80	84,06 ± 3,94	83,98 ± 4,21
Содержание протеина в теле, кг	56,0 ± 4,67	64,8 ± 3,36	66,0 ± 1,77	64,3 ± 3,27	61,7 ± 4,05	60,8 ± 5,94
Содержание жира в теле, кг	45,5 ± 4,19	45,5 ± 5,49	47,1 ± 3,93	44,6 ± 5,25	46,1 ± 5,26	47,3 ± 2,61
Выход на 1 кг живой массы:						
протеин, г	98,7 ± 4,30	106,3 ± 1,90	104,9 ± 2,29	105,7 ± 1,54	103,2 ± 3,21	101,0 ± 5,06
жир, г	80,6 ± 8,26	74,5 ± 7,81	74,7 ± 5,58	73,0 ± 6,35	76,9 ± 6,61	79,9 ± 8,75
энергия, МДж	5,51 ± 0,250	5,45 ± 0,348	5,42 ± 0,257	5,37 ± 0,282	5,47 ± 0,336	5,53 ± 0,229
Коэффициент конверсии протеина, %	9,1 ± 0,63	9,8 ± 0,43	10,0 ± 0,18	9,8 ± 0,40	9,6 ± 0,39	9,5 ± 0,72
Коэффициент конверсии обменной энергии, %	6,2 ± 0,36	6,6 ± 0,55	6,9 ± 0,38	6,6 ± 0,59	6,5 ± 0,57	6,6 ± 0,08

($p = 0,09$) больше сырого протеина корма, что сопровождалось лучшим развитием мышечной ткани и скелета. Однако расход сырого протеина и энергии в расчете на 1 кг прироста живой массы имел обратный ранг распределения генотипов по гену GH, а между гомозиготными бычками была установлена значительная разница — 9,82 МДж (11,1%; $p = 0,05$) — по потреблению обменной энергии рациона. Минимальное количество сырого протеина потребляли носители VV-генотипа, уступая сверстникам на 37–44 г (3,4–4,0%). Полиморфизм гена TG5 не оказывал влияния на изменчивость потребности в сыром протеине и обменной энергии корма в расчете на прирост живой массы.

В теле бычков с LL-генотипом содержалось наименьшее количество протеина, различия на уровне тенденции относительно гетерозиготных животных составляли 8,8 кг (15,7%; $p = 0,12$), гомозиготных носителей V-аллели — 10,0 кг (17,9%; $p = 0,08$). Меньшая доля протеина в составе прироста живой массы зафиксирована у молодняка с LL-генотипом, они уступали VV-особям на 6,2 г (5,9%; $p = 0,20$) и гетерозиготным сверстникам на 7,6 г (7,1%; $p = 0,12$). Разница между генотипами по гену GH по количеству накопленного жира в теле, а также его выходу на 1 кг прироста живой массы была незначительной.

При анализе содержания питательных веществ в теле на 1 кг живой массы бычков, генотипированных по гену TG5, не выявлено значительных межгрупповых различий. Лидерами по выходу пищевого протеина на единицу прироста являлись носители CC-генотипа с преимуществом 2,5–4,7 г (2,4–4,7%) относительно сверстников носителей T-аллели. По количеству синтезированного в теле жира в расчете на 1 кг живой массы превосходство

было на стороне TT-группы — на 3,0–6,9 г (3,9–9,6%). P. Kostusiak *et al.* [27] также не выявили значительного влияния полиморфизма гена TG на прирост живой массы в сухом веществе и обменной энергии.

Ключевым показателем эффективности мясного скотоводства является способность животных преобразовывать кормовой протеин и энергию в питательные вещества съедобной части туши [12, 28, 29]. В.Н. Приступа и др. [13] отмечали, что при одинаковых условиях кормления и содержания эффективность преобразования корма в массу тела у бычков определяется генетическими особенностями.

В настоящих исследованиях особенности синтеза питательных веществ в съедобных частях тела у бычков разных генотипов по гену GH определяли различия по коэффициентам конверсии протеина и энергии корма в пищевую белок и энергию мясной продукции. Различия между гомозиготными генотипами по биоконверсии протеина составляли 0,9% ($p = 0,19$), а по обменной энергии — 0,7%. Наибольшей эффективностью использования питательных веществ корма отличались бычки с VV-генотипом. Гетерозиготные животные имели промежуточные показатели конверсии.

При группировке бычков в соответствии с генотипом по гену TG5 варибельность трансформации питательных веществ корма в продукцию находилась в узких пределах. В разрезе генотипов 9,5–9,8% сырого протеина и 6,5–6,6% обменной энергии корма расходовались на образование тканей тела, при этом крайние варианты коэффициента конверсии протеина в выборке герефордских бычков достигали 8,05–10,29%, обменной энергии — 5,55–7,65%.

Выводы/Conclusions

Настоящее исследование выявило значительные ассоциации между полиморфизмами генов GH и TG5 и анатомо-морфологической оценкой туш способностью преобразовывать кормовой протеин и энергию в питательные вещества съедобной части тела крупного рогатого скота. В частности, наблюдались различные эффекты генетических вариантов на состав туши, развитие мышечной и жировой тканей, содержание питательных веществ и энергии в теле, особенности конверсии сырого протеина и обменной энергии для синтеза съедобных тканей туши у герефордских бычков. Аллель V гена GH продемонстрировал значительное влияние на параметры, связанные с высоким выходом мякоти, низкой

интенсивностью жирового обмена, невысокой потребностью обменной энергии корма на 1 кг прироста по сравнению с гомозиготными носителями LL-генотипа.

Аналогичным образом генотип TT гена TG5 показал корреляцию с вариациями в отложении жира в туше. Таким образом, внедрение наиболее точных методов прогнозирования и прижизненной оценки мясной продуктивности позволит комплектовать стада наиболее ценными животными без проведения убоя. Генетические вариации по генам GH и TG5 могут быть использованы для улучшения как количественных, так и качественных показателей мясной продуктивности герефордского скота при маркер-зависимой селекции.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data. All authors made an equal contribution to the work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа выполнена в соответствии с планом НИР на 2023–2025 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (FNWZ-2021-0001).

FUNDING

The research was carried out in accordance with the research plan for 2023–2025 of the Federal Scientific Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences (FNWZ-2021-0001).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Белоус А.А., Сермягин А.А., Зиновьева Н.А. Система оценки мясного скота по показателям эффективности использования корма и энергии роста на основе применения цифровых и геномных технологий (обзор). *Сельскохозяйственная биология*. 2022; 57(6): 1055–1070. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2022.6.1055rus>
2. Косилов В.И. и др. Эффективность выращивания молодняка черно-пестрой породы и ее помесей с голштинами. *Мичуринский агрономический вестник*. 2023; (3): 36–40. <https://www.elibrary.ru/aobenb>
3. Старцева Н.В., Седых Т.А., Ребезов М.Б., Ермолова Е.М. Влияние генотипа бычков на интенсивность роста. *Мичуринский агрономический вестник*. 2022; (1): 17–22. <https://www.elibrary.ru/gbvjyi>
4. Жаймышева С.С., Нуржанов Б.С., Толочка В.В., Ребезов М.Б., Салихов А.А., Кубатбеков Т.С. Влияние генотипа бычков на возрастную динамику живой массы и интенсивность роста. *Мичуринский агрономический вестник*. 2020; (3): 20–26. <https://www.elibrary.ru/ejjafn>
5. Baber J.R., Sawyer J.E., Wickersham T.A. Evaluation of net protein contribution, methane production, and net returns from beef production as duration of confinement increases in the cow-calf sector. *Journal of Animal Science*. 2019; 97(7): 2675–2686. <https://doi.org/10.1093/jas/skz145>
6. Шейда Е.В., Кван О.В., Шошина О.В., Сечнев Ю.А., Топурия Л.Ю. Влияние протеолитических ферментов на степень усвоения питательных веществ в организме бычков. *Аграрная наука*. 2025; (8): 39–44. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-397-08-39-44>
7. Шейда Е.В., Дускаев Г.К., Кван О.В., Букарева Е.А., Сечнев Ю.А. Особенности усвоения питательных веществ и химических элементов бычками при включении в рацион протеазы. *Аграрная наука*. 2025; (5): 63–68. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-394-05-63-68>
8. Ryazanov V., Duskaev G., Sheida E., Nurzhanov B., Kurilkina M. Rumen fermentation, methane concentration, and blood metabolites of cattle receiving dietetical phytobiotic and cobalt (II) chloride. *Veterinary World*. 2022; 15(11): 2551–2557. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2022.2551-2557>
9. Гречкина В.В., Шейда Е.В., Кван О.В. Механизм взаимодействия организма животного с микробиотой желудочно-кишечного тракта (обзор). *Аграрная наука*. 2024; (4): 54–58. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-381-4-54-58>
10. Lebedev S. et al. Use of chromium nanoparticles as a protector of digestive enzymes and biochemical parameters for various sources of fat in the diet of calves. *AIMS Agriculture and Food*. 2021; 6(1): 14–31. <https://doi.org/10.3934/agrfood.2021002>

REFERENCES

1. Belous A.A., Sermiyagin A.A., Zinovieva N.A. Beef cattle evaluation by feeding efficiency and growth energy indicators based on bioinformatic and genomic technologies (review). *Agricultural Biology*. 2022; 57(6): 1055–1070 (in Russian). <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2022.6.1055eng>
2. Kosilov V.I. et al. Efficiency of growing young Black-and-White cattle and their crosses with Holsteins. *Michurinsky Agronomic Bulletin*. 2023; (3): 36–40 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/aobenb>
3. Startseva N.V., Sedykh T.A., Rebezov M.B., Ermolova E.M. Influence of bull genotype on growth intensity. *Michurinsky Agronomic Bulletin*. 2022; (1): 17–22 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/gbvjyi>
4. Zhaimysheva S.S., Nurzhanov B.S., Tolochka V.V., Rebezov M.B., Salikhov A.A., Kubatbekov T.S. The influence of bull genotype on age-related live weight dynamics and growth rate. *Michurinsky Agronomic Bulletin*. 2020; (3): 20–26 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/ejjafn>
5. Baber J.R., Sawyer J.E., Wickersham T.A. Evaluation of net protein contribution, methane production, and net returns from beef production as duration of confinement increases in the cow-calf sector. *Journal of Animal Science*. 2019; 97(7): 2675–2686. <https://doi.org/10.1093/jas/skz145>
6. Sheida E.V., Kvan O.V., Shoshina O.V., Sechnev Yu.A., Topuria L.Yu. The effect of proteolytic enzymes on the degree of absorption of nutrients in the body of bull calves. *Agrarian science*. 2025; (8): 39–44 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-397-08-39-44>
7. Sheida E.V., Duskaev G.K., Kvan O.V., Bukareva E.A., Sechnev Yu.A. Features of the absorption of nutrients and chemical elements by gobies when the protease enzyme is included in the diet. *Agrarian science*. 2025; (5): 63–68 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-394-05-63-68>
8. Ryazanov V., Duskaev G., Sheida E., Nurzhanov B., Kurilkina M. Rumen fermentation, methane concentration, and blood metabolites of cattle receiving dietetical phytobiotic and cobalt (II) chloride. *Veterinary World*. 2022; 15(11): 2551–2557. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2022.2551-2557>
9. Grechikina V.V., Sheida E.V., Kvan O.V. The mechanism of interaction of the animal's body with the microbiota of the gastrointestinal tract (review). *Agrarian science*. 2024; (4): 54–58 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-381-4-54-58>
10. Lebedev S. et al. Use of chromium nanoparticles as a protector of digestive enzymes and biochemical parameters for various sources of fat in the diet of calves. *AIMS Agriculture and Food*. 2021; 6(1): 14–31. <https://doi.org/10.3934/agrfood.2021002>

11. Бесараб Г.В. и др. Повышение продуктивного действия кормов путем балансирования рационов молодянка крупного рогатого скота по протеину. *Актуальные проблемы репродуктивного здоровья животных. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию Вятского государственного агротехнологического университета и 95-летию со дня рождения заслуженного деятеля науки Российской Федерации д-ра ветеринар. наук, профессора А.И. Варганова*. Сыктывкар: ФИЦ Коми НЦ УрО РАН. 2025; 64–68. <https://www.elibrary.ru/vircbm>
12. Valoshin A.V., Glazkov A.V. The use of Microvit A in the Form of a Synthetic supplement for Metabolic Processes and Localization of Protein Substances. *Research Journal of Pharmacy and Technology*. 2022; 15(7): 3101–3108. <https://doi.org/10.52711/0974-360X.2022.00519>
13. Приступа В.Н., Торосян Д.С., Савенков К.С. Формирование мясной продуктивности и трансформация питательных веществ и энергии корма в мякоть туши бычков различных пород. *Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии*. 2025; (1): 95–101. <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2025.1.95>
14. Ghavi Hossein-Zadeh N. An overview of recent technological developments in bovine genomics. *Veterinary and Animal Science*. 2024; 25: 100382. <https://doi.org/10.1016/j.vas.2024.100382>
15. Abo-Ismael M.K. et al. Development and validation of a small SNP panel for feed efficiency in beef cattle. *Journal of Animal Science*. 2018; 96(2): 375–397. <https://doi.org/10.1093/jas/sky020>
16. Bila L., Malatji D.P., Tyasi T.L. Single nucleotide polymorphisms of growth hormone gene in cattle and their association with growth traits: a systematic review. *Tropical Animal Health and Production*. 2024; 56(4): 141. <https://doi.org/10.1007/s11250-024-03985-1>
17. Горлов И.Ф., Сложенкина М.И., Анисимова Е.Ю., Карпенко Е.В., Бадмаева К.Е., Убушиева В.С. Полиморфизм генов *GH*, *MC4R* и *CAPN1* у южных популяций крупного рогатого скота мясных пород и влияние на живую массу. *Животноводство и кормопроизводство*. 2023; 106(3): 21–34. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-106-3-21>
18. McPhee M.J., Walmsley B.J., Dougherty H.C., McKiernan W.A., Oddy V.H. Live animal predictions of carcass components and marble score in beef cattle: model development and evaluation. *Animal*. 2020; 14(S2): s396–s405. <https://doi.org/10.1017/S1751731120000324>
19. Kolpakov V., Bukareva E., Kosyan D., Ruchay A., Ryazanov V. Identification of Candidate Genes Associated with Meat Production of Aberdeen Angus Cattle. *Animals*. 2025; 15(2): 155. <https://doi.org/10.3390/ani15020155>
20. Selionova M.I., Plakhtyukova V.R. Biochemical and histological indicators of blood and m. longissimus dorsi of young bulls of Kazakh white-headed breed of different genotypes by the CAPN1 and GH genes. *Теория и практика переработки мяса*. 2020; 5(2): 20–25. <https://doi.org/10.21323/2414-438X-2020-5-2-20-25>
21. Zalewska M., Puppel K., Sakowski T. Associations between gene polymorphisms and selected meat traits in cattle — A review. *Animal Bioscience*. 2021; 34(9): 1425–1438. <https://doi.org/10.5713/ab.20.0672>
22. Romero J.V., Olleta J.L., Resconi V.C., Santolaria P., del Mar Campo M. Genetic markers associated with beef quality: A review. *Livestock Science*. 2024; 289: 105583. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2024.105583>
23. Zhang L.P., Gan Q.F., Hou G.Y., Gao H.J., Li J.Y., Xu S.Z. Investigation of TG gene variants and their effects on growth, carcass composition, and meat quality traits in Chinese steers. *Genetics and Molecular Research*. 2015; 14(2): 5320–5326.
24. Dolmatova I., Sedykh T., Valitov F., Gizatullin R., Khaziev D., Kharlamov A. Effect of the bovine TG5 gene polymorphism on milk- and meat-producing ability. *Veterinary World*. 2020; 13(10): 2046–2052. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2020.2046-2052>
25. Sycheva I. et al. Effect of TG5 and LEP polymorphisms on the productivity, chemical composition, and fatty acid profile of meat from Simmental bulls. *Veterinary World*. 2023; 16(8): 1647–1654. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2023.1647-1654>
26. Heine K. et al. Investigation of Body Development in Growing Holstein Heifers With Special Emphasis on Body Fat Development Using Bioelectrical Impedance Analysis. *Frontiers in Veterinary Science*. 2021; 8: 724300. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.724300>
27. Kostusiak P. et al. Genetic Markers Related to Meat Quality Properties in Fattened HF and HF x Charolaise Steers. *Genes*. 2024; 15(7): 843. <https://doi.org/10.3390/genes15070843>
11. Besarab G.V. et al. Improving the productive action of feed by balancing the protein content of young cattle rations. *Current issues of animal reproductive health. Materials of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 95th anniversary of Vyatka State Agrotechnological University and the 95th anniversary of the birth of the Honored Scientist of the Russian Federation, Doctor of Veterinary Sciences, Professor A.I. Varganov*. Syktvykar: Federal Research Center of Komi Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. 2025; 64–68 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/vircbm>
12. Valoshin A.V., Glazkov A.V. The use of Microvit A in the Form of a Synthetic supplement for Metabolic Processes and Localization of Protein Substances. *Research Journal of Pharmacy and Technology*. 2022; 15(7): 3101–3108. <https://doi.org/10.52711/0974-360X.2022.00519>
13. Pristupa V.N., Torosyan D.S., Savenkov K.S. Formation of meat productivity and transformation of nutrients and feed energy into carcass pulp of bulls of various breeds. *Legal regulation in veterinary medicine*. 2025; (1): 95–101 (in Russian). <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2025.1.95>
14. Ghavi Hossein-Zadeh N. An overview of recent technological developments in bovine genomics. *Veterinary and Animal Science*. 2024; 25: 100382. <https://doi.org/10.1016/j.vas.2024.100382>
15. Abo-Ismael M.K. et al. Development and validation of a small SNP panel for feed efficiency in beef cattle. *Journal of Animal Science*. 2018; 96(2): 375–397. <https://doi.org/10.1093/jas/sky020>
16. Bila L., Malatji D.P., Tyasi T.L. Single nucleotide polymorphisms of growth hormone gene in cattle and their association with growth traits: a systematic review. *Tropical Animal Health and Production*. 2024; 56(4): 141. <https://doi.org/10.1007/s11250-024-03985-1>
17. Gorlov I.F., Slozhenkina M.I., Anisimova E.Yu., Karpenko E.V., Badmaeva K.E., Ubushieva V.S. Polymorphism of the *GH*, *MC4R* and *CAPN1* genes in southern beef cattle populations and their impact on live weight. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2023; 106(3): 21–34 (in Russian). <https://doi.org/10.33284/2658-3135-106-3-21>
18. McPhee M.J., Walmsley B.J., Dougherty H.C., McKiernan W.A., Oddy V.H. Live animal predictions of carcass components and marble score in beef cattle: model development and evaluation. *Animal*. 2020; 14(S2): s396–s405. <https://doi.org/10.1017/S1751731120000324>
19. Kolpakov V., Bukareva E., Kosyan D., Ruchay A., Ryazanov V. Identification of Candidate Genes Associated with Meat Production of Aberdeen Angus Cattle. *Animals*. 2025; 15(2): 155. <https://doi.org/10.3390/ani15020155>
20. Selionova M.I., Plakhtyukova V.R. Biochemical and histological indicators of blood and m. longissimus dorsi of young bulls of Kazakh white-headed breed of different genotypes by the CAPN1 and GH genes. *Theory and practice of meat processing*. 2020; 5(2): 20–25. <https://doi.org/10.21323/2414-438X-2020-5-2-20-25>
21. Zalewska M., Puppel K., Sakowski T. Associations between gene polymorphisms and selected meat traits in cattle — A review. *Animal Bioscience*. 2021; 34(9): 1425–1438. <https://doi.org/10.5713/ab.20.0672>
22. Romero J.V., Olleta J.L., Resconi V.C., Santolaria P., del Mar Campo M. Genetic markers associated with beef quality: A review. *Livestock Science*. 2024; 289: 105583. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2024.105583>
23. Zhang L.P., Gan Q.F., Hou G.Y., Gao H.J., Li J.Y., Xu S.Z. Investigation of TG gene variants and their effects on growth, carcass composition, and meat quality traits in Chinese steers. *Genetics and Molecular Research*. 2015; 14(2): 5320–5326.
24. Dolmatova I., Sedykh T., Valitov F., Gizatullin R., Khaziev D., Kharlamov A. Effect of the bovine TG5 gene polymorphism on milk- and meat-producing ability. *Veterinary World*. 2020; 13(10): 2046–2052. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2020.2046-2052>
25. Sycheva I. et al. Effect of TG5 and LEP polymorphisms on the productivity, chemical composition, and fatty acid profile of meat from Simmental bulls. *Veterinary World*. 2023; 16(8): 1647–1654. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2023.1647-1654>
26. Heine K. et al. Investigation of Body Development in Growing Holstein Heifers With Special Emphasis on Body Fat Development Using Bioelectrical Impedance Analysis. *Frontiers in Veterinary Science*. 2021; 8: 724300. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.724300>
27. Kostusiak P. et al. Genetic Markers Related to Meat Quality Properties in Fattened HF and HF x Charolaise Steers. *Genes*. 2024; 15(7): 843. <https://doi.org/10.3390/genes15070843>

28. Гречкина В.В., Шейда Е.В., Кван О.В., Шевченко А.Д. Применение экзогенных кормовых ферментов в питании жвачных животных. *Аграрная наука*. 2025; (4): 69–74. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-393-04-69-74>

29. Василевский Н.В., Березин А.С., Лысова Е.А., Ушаков А.С., Сметанина И.Г., Демьянов А.В. Выращивание бычков на мясо при использовании в их рационах низкораспадаемых кормовых средств. *Аграрная наука*. 2023; (4): 80–86. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-369-4-80-86>

28. Grechkina V.V., Sheida E.V., Kvan O.V., Shevchenko A.D. The use of exogenous feed enzymes in the nutrition of ruminants. *Agrarian science*. 2025; (4): 69–74 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-393-04-69-74>

29. Vasilevsky N.V., Berezin A.S., Lysova E.A., Ushakov A.S., Smetanina I.G., Demyanov A.V. Cultivation of bulls for meat when using low-decaying feed products in their diets. *Agrarian science*. 2023; (4): 80–86 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-369-4-80-86>

ОБ АВТОРАХ

Киниспай Мурзагулович Джуламанов
доктор сельскохозяйственных наук, руководитель селекционно-генетического центра по мясным породам скота
kinispai.d@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-8039-7471>

Николай Павлович Герасимов
доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник
nick.gerasimov@rambler.ru
<https://orcid.org/0000-0003-2295-5150>

Александра Андреевна Сафронова
лаборант-исследователь
sovaalexandra@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-8609-8640>

Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, ул. 9 Января, 29, Оренбург, 460000, Россия

ABOUT THE AUTHORS

Kinispay Murzagulovich Dzhulamanov
Doctor of Agricultural Sciences, Head of the Breeding and Genetic Center for Beef Cattle Breeds
kinispai.d@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-8039-7471>

Nikolay Pavlovich Gerasimov
Doctor of Biology Sciences, Leading Researcher
nick.gerasimov@rambler.ru
<https://orcid.org/0000-0003-2295-5150>

Aleksandra Andreevna Safronova
Laboratory Researcher
sovaalexandra@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-8609-8640>

Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 29 9th January Str., Orenburg, 460000, Russia



3–4 декабря 2025 г. в Москве
пройдет XVII Международная научно-практическая конференция
«Свиноводство-2025. Новый инвестиционный этап в 2026–2030 гг. — качественный импульс в развитии отрасли»



Организаторы конференции: Национальный союз свиноводов, Международная промышленная академия.

Конференция проводится при поддержке: Министерства сельского хозяйства РФ, Федеральной службы по ветеринарному и фитосанитарному надзору РФ.

Основные темы обсуждения:

- Свиноводство России: качественные изменения и ориентиры до 2030 года
- Новый инвестиционный этап как стимул дальнейшего развития и совершенствования отрасли
- Отечественная ветеринария на пути к импортозамещению
- Эффективные кормовые решения в свиноводстве
- Биобезопасность на свиноводческих предприятиях
- Генетическое совершенствование отечественного свиноводства
- Интеллектуальные системы управления свиноводческими предприятиями.

К участию в конференции приглашаются: руководители и специалисты агрохолдингов, свиноводческих, мясоперерабатывающих и комбикормовых предприятий; органов управления АПК субъектов Российской Федерации, отраслевых союзов и ассоциаций АПК; отечественных и зарубежных компаний, фирм и предприятий — производителей оборудования, ингредиентов, ветеринарных препаратов; ученые и преподаватели научно-исследовательских институтов, высших и средних профессиональных учебных заведений, а также редакторы отраслевых СМИ.

Конференция будет проходить в гибридном формате, который предусматривает офлайн- (личное) и онлайн-участие.

Справки

Реклама

МПА:

Кафедра отраслей животноводства и комбикормового производства

Завкафедрой профессор
Щербакова
Ольга Евгеньевна
тел/факс (495) 959-71-06
scherbakovae@grainfood.ru

Доцент
Агеева
Ксения Михайловна
тел/факс (499) 235-48-27
a89057777955@yandex.ru

Декан
Карцева
Ольга Павловна
тел/факс (499) 235-95-79
dekanat@grainfood.ru

НСС:

Главный эксперт по развитию отрасли

Аксаньян
Григорий Степанович
тел. (495) 690-53-17
next@nssrf.ru