

# Известия

САМАРСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ АКАДЕМИИ

DOI 10.12737/issn.1997-3225

16+

Выпуск 1

2018

УДК 619  
И-33

# Известия

Самарской государственной  
сельскохозяйственной академии

Вып. 1/2018

В соответствии с решением Президиума Высшей аттестационной комиссии Минобрнауки России от 25 мая 2015 года журнал включен в Перечень рецензируемых научных изданий (текущие номера которых или их переводные версии входят в международные базы данных и системы цитирования), в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертации на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук

**УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ:**

ФГБОУ ВО Самарская ГСХА  
446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2

**Главный научный редактор, председатель  
редакционно-издательского совета:**

*А. М. Петров, кандидат технических наук, профессор*

**Зам. главного научного редактора:**

*А. В. Васин, доктор сельскохозяйственных наук, профессор*

**Редакционно-издательский совет:**

*Васин Василий Григорьевич, д-р с.-х. наук, проф., зав. кафедрой растениеводства и земледелия ФГБОУ ВО Самарской ГСХА.*

*Дулов Михаил Иванович, д-р с.-х. наук, проф., зав. кафедрой технологии производства и экспертизы продуктов из растительного сырья ФГБОУ ВО Самарской ГСХА.*

*Курочкин Анатолий Алексеевич, д-р техн. наук, проф. кафедры пищевых производств ФГБОУ ВО Пензенского ГУ.*

*Денисов Евгений Петрович, д-р с.-х. наук, проф. кафедры земледелия, мелиорации и агрохимии ФГБОУ ВО Саратовского ГАУ им. Н. И. Вавилова.*

*Косельяев Виталий Витальевич, д-р с.-х. наук, проф., зав. кафедрой селекции и семеноводства ФГБОУ ВО Пензенского ГАУ.*

*Еськов Иван Дмитриевич, д-р с.-х. наук, проф., зав. кафедрой защиты растений и плодовоовощеводства ФГБОУ ВО Саратовского ГАУ им. Н. И. Вавилова.*

*Баймишев Хамидулла Балтуханович, д-р биол. наук, проф., зав. кафедрой анатомии, акушерства и хирургии ФГБОУ ВО Самарской ГСХА.*

*Ухтворов Андрей Михайлович, д-р с.-х. наук, проф. кафедры зоотехнии ФГБОУ ВО Самарской ГСХА.*

*Гизатуллин Ринат Сахиевич, д-р с.-х. наук, проф. кафедры пчеловодства, частной зоотехнии и разведения животных ФГБОУ ВО Башкирского ГАУ.*

*Алан Фахи, д-р с.-х. наук, зам. декана по международным программам факультета сельского хозяйства Центра сельского хозяйства и продуктов питания, Дублин (Ирландия).*

*Дитер Трауц, д-р, проф., начальник отдела устойчивых агроэкосистем и органического сельского хозяйства факультета сельскохозяйственных наук и ландшафтной архитектуры Университета прикладных наук, Оснабрюк (Германия).*

*Буксман Виктор Эммануилович, проф., директор по экспорту из России фирмы AMAZONEN Werke GmbH Co. KG, генеральный директор ООО «АМАЗОНЕН» (Германия).*

*Лапина Татьяна Ивановна, д-р биол. наук, проф. кафедры биологии и общей патологии ФГБОУ ВО Донского ГУ.*

*Никитин Владимир Николаевич, д-р с.-х. наук, проф., зав. кафедрой химии и биотехнологий ФГБОУ ВО Оренбургского ГАУ.*

*Крjучин Николай Павлович, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой механики и инженерной графики ФГБОУ ВО Самарской ГСХА.*

*Ишанков Александр Павлович, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой мобильных энергетических средств ФГБОУ ВО Мордовского ГУ им. Н. П. Огарева.*

*Уханов Александр Петрович, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой тракторов, автомобилей и теплоэнергетики ФГБОУ ВО Пензенского ГАУ.*

*Курдюмов Владимир Иванович, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой безопасности жизнедеятельности и энергетики ФГБОУ ВО Ульяновского ГАУ им. П. А. Столыпина.*

*Коновалов Владимир Викторович, д-р техн. наук, проф. кафедры теоретической и прикладной механики ФГБОУ ВО Пензенского ГУ.*

*Петрова Светлана Станиславовна, канд. техн. наук, доцент, инженер ООО «Премиум».*

**Редакция научного журнала:**

*Меньшова Е. А. – ответственный редактор*

*Федорова Л. П. – технический редактор*

*Краснова О. В. – корректор*

Адрес редакции: 446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2  
Тел.: 8 939 754 04 86 (доб. 608)  
E-mail: ssaariz@mail.ru

Отпечатано в типографии  
ООО «КНИЖНОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО»  
г. Самара, ул. Песчаная, 1  
Тел.: (846) 267-36-82.  
E-mail: izdatkniga@yandex.ru

Подписной индекс в каталоге «Почта России» – 72654

**Цена свободная**

Подписано в печать 23.03.2018  
Формат 60×84/8  
Печ. л. 10,38  
Тираж 1000. Заказ №1690  
Дата выхода 30.03.2018

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор) 14 июля 2014 года.  
Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-58582

© ФГБОУ ВО Самарская ГСХА, 2018

16+

UDK 619  
I-33

# Bulletin

Samara State Agricultural  
Academy

Iss. 1/2018

According to the Russian Ministry Higher Attestation Commission Presidium decision of May 25, 2015 this magazine was included to the list of peer-reviewed scientific publications (current or their translated versions are included in the international databases and citation), where basic scientific dissertations results for the Candidate of Sciences degree and for the Doctor of Science degree should be published

**ESTABLISHER and PUBLISHER:**

FSBEI HE Samara SAA  
446442, Samara Region, settlement Ust'-Kinskiiy, 2 Uchebnaya str.

**Chief Scientific Editor,**

**Editorial Board Chairman:**

*A. M. Petrov, Ph. D. in Techn. Sciences, Professor*

**Deputy. Chief Scientific Editor:**

*A. V. Vasin, Doctor of Agricultural Sciences, Professor*

**Editorial and Publishing Council:**

*Vasin Vasily Grigorevich, Dr. of Ag. Sci., Professor, head of the Plant Growing and Agriculture department, FSBEI HE SAA.*

*Dulov Michael Ivanovich, Dr. of Ag. Sci., Professor, head of the Production Technology and Herbal Raw Material Products Experting department, FSBEI HE SAA.*

*Kurochkin Anatoly Alekseevich, Dr. of Tech. Sci., Professor of the Food Manufactures department, FSBEI HE Penza STU.*

*Denisov Evgenie Petrovich, Dr. of Ag. Sci., Professor of the Agriculture, Melioration and Agrochemistry department, FSBEI HE Saratov SAU by N. I. Vavilov.*

*Kosheljaev Vitaly Vitalevich, Dr. of Ag. Sci., Professor, head of the Selection and Seed-Growing department, FSBEI HE Penza STU.*

*Eskov Ivan Dmitrievich, Dr. of Ag. Sci., Professor of the Plant and Horticulture Protection department, FSBEI HE Saratov Saratov SAU by N. I. Vavilov.*

*Baymishvev Hamidulla Baltuhanovich, Dr. of Biol. Sci., Professor, head of the Anatomy, Obstetrics and Surgery department, FSBEI HE SAA.*

*Uhtverov Andrey Mihajlovich, Dr. of Ag. Sci., Professor of the Zootechnics department, FSBEI HE SAA.*

*Hizatulin Rinat Sahievich, Dr. of Ag. Sci., Professor of the Beekeeping, Private Zootechnics and Animal Breeding department, FSBEI HE Bashkir SAU.*

*Alan Fahı, Dr. of Ag. Sci., the dean deputy in the International Programs of Agriculture Faculty of the Agriculture and Food Stuffs Center, Dublin (Ireland).*

*Diter Trauts, Dr., Professor, head of the department of Steady Agroecosystem and an Organic Agriculture of Agricultural Sciences and Landscape Architecture faculty of University of Applied Sciences, Osnabruck (Germany).*

*Buksman Victor Emmanuilovich, Professor, the head export manager from Russia of the AMAZONEN Werke GmbH Co. KG, the general director of JPC «АМАЗОНЕН» (Germany).*

*Лapina Tatjana Ivanovna, Dr. of Biol. Sci., Professor of the Biology and General pathology department of the Donskoy STU.*

*Nikulin Vladimir Nikolaevich, Dr. of Ag. Sci., Professor, head of the Chemistry and iotechnologies department, FSBEI HE Orenburg SAU.*

*Krjuchin Nikolay Pavlovich, Dr. of Tech. Sci., Professor, head of the Mechanics and Engineering Schedules department, FSBEI HE SAA.*

*Ishakov Alexander Pavlovich, Dr. of Tech. Sci., Professor, head of the Mobile Power Means department, FSBEI HE Mordovian S U by Ogaryov.*

*Ukhanov Alexander Petrovich, Dr. of Tech. Sci., Professor, head of the Tractors, Cars and Power System department, FSBEI HE Penza SAU.*

*Kurdyumov Vladimir Ivanovich, Dr. of Tech. Sci., Professor, head of the department Safety of Ability to Live and Power», FSBEI HE Ulyanovsk SAU by A. Stolypin.*

*Konovvalov Vladimir Viktorovich, Dr. of Tech. Sci., Professor of the Theoretical and Applied Mechanics department », FSBEI HE Penza STU*

*Petrova Svetlana Stanislavovna, Dr. of Tech. Sci., Associate Professor, engineer of JPC «Premium».*

**Edition science journal:**

*Men'shova E. A. – editor-in-chief*

*Fedorova L. P. – technical editor*

*Krasnova O. V. – proofreader*

Editorial office: 446442, Samara Region, settlement Ust'-Kinskiiy, 2 Uchebnaya str.

Tel.: 8 939 754 04 86 (ext. 608)

E-mail: ssaariz@mail.ru

Printed in Print House

LLC «BOOK PUBLISHING HOUSE»

Samara, 1 Peschanaya str.

Tel.: (846) 267-36-82.

E-mail: izdatkniga@yandex.ru

Subscription index in catalog «Mail of Russia» – 72654

**Price undefined**

Signed in print 23.03.2018

Format 60×84/8

Printed sheets 10,38

Print run 1000. Edition №1690

Publishing date 30.03.2018

The journal is registered in Supervision Federal Service of Telecom sphere, information technologies and mass communications (Roscomnadzor) July 14, 2014.

The certificate of registration of the PI number FS77 – 58582

© FSBEI HE Samara SAA, 2018

16+

## Содержание

### ТЕХНОЛОГИИ, СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Курочкин А. А. (ФГБОУ ВО Пензенский ГТУ) Определение объемного расхода сырья в экструдере с термовакуумным эффектом.....	3
--	---

### ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

Хахимов И. Н. (ФГБОУ ВО Самарская ГСХА), Мударисов Р. М. (ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ) Сортосостав туш молодняка герефордской породы разных генотипов.....	8
Головин А. В. (ФГБНУ «Федеральный научный центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста») Способ повышения энергонасыщенности рационов высокопродуктивных коров.....	13
Хахимов И. Н. (ФГБОУ ВО Самарская ГСХА), Мударисов Р. М. (ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ), Акимов А. Л. (ФГБОУ ВО Самарская ГСХА) Зависимость упитанности мясного скота от живой массы и её коррекция уровнем кормления.....	19
Грашин А. А. (ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела»), Грашин В. А. (ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела») Ассоциация аллелей групп крови с молочной продуктивностью Самарского типа черно-пестрой породы скота.....	26
Фахретдинов И. Р. (ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ), Зубаирова Л. А. (ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ), Губайдуллин Н. М. (ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ) Влияние кормового концентрата на весовой рост бычков черно-пестрой породы.....	30
Вагапов Ф. Ф. (ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ), Гизатова Н. В. (ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ) Продуктивные качества бычков симментальской породы при скармливании им пробиотика Ветоспорин суспензия.....	34
Губайдуллин Н. М. (ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ), Зубаирова Л. А. (ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ), Фахретдинов И. Р. (ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ) Переваримость питательных веществ при включении в рацион бычков кормового концентрата Золотой Фелуцен.....	40
Вагапов Ф. Ф. (ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ), Гизатова Н. В. (ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ) Потребление и использование питательных веществ рационами бычками при включении в рацион пробиотика Ветоспорин суспензия.....	43
Бейшова И. С. (Костанайский ГУ им. А. Байтурсынова) Фенотипические эффекты генов соматотропинового каскада, ассоциированных с мясной продуктивностью у коров казахской белоголовой породы.....	48
Тагиров Х. Х. (ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ), Исхаков Р. С. (ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ), Фисенко Н. В. (ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ) Гематологические и биохимические показатели при скармливании бычкам сенажа, консервированного силостаном и лаксиллом.....	54
Бейшова И. С. (Костанайский ГУ им. А. Байтурсынова) Полиморфизмы генов соматотропинового каскада, ассоциированные с мясной продуктивностью коров казахской белоголовой породы.....	58

6. Исхаков, Р. С. Морфологические и биохимические показатели крови чистопородного и помесного молодняка / Р. С. Исхаков, Л. А. Зубаирова, Х. Х. Тагиров // Состояние и перспективы увеличения производства высококачественной продукции сельского хозяйства : материалы VI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Уфа. – 2016. – С. 136-139.

7. Косилов, В. И. Влияние пробиотической кормовой добавки Биогумитель 2г на рост и развитие бычков симментальской породы / В. И. Косилов, Е. А. Никонова, Д. С. Вильвер, Н. М. Губайдуллин // АПК России. – 2017. – Т. 24, №1. – С. 197-205.

8. Миронова, И. В. Гематологические показатели тёлочек казахской белоголовой породы при использовании кормовой добавки «Биодарин» / И. В. Миронова, А. Я. Гизатов, Н. В. Гизатова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2015. – № 5 (55). – С. 127-129.

9. Саранчина, Е. Ф. Прогрессивные методы заготовки сенажа / Е. Ф. Саранчина // Вестник Тамбовского университета. – 2009. – Т. 14, № 1. – С. 144-145. – (Серия «Естественные и технические науки»).

10. Хазиахметов, Ф. С. Новое в организации полноценного кормления молочного скота / Ф. С. Хазиахметов // Вестник Башкирского ГАУ. – 2010. – № 2. – С. 29-33.

DOI 10.12737/20419

УДК 636.082.12

## ПОЛИМОРФИЗМЫ ГЕНОВ СОМАТОТРОПИНОВОГО КАСКАДА, АССОЦИИРОВАННЫЕ С МЯСНОЙ ПРОДУКТИВНОСТЬЮ КОРОВ КАЗАХСКОЙ БЕЛОГОЛОВОЙ ПОРОДЫ

**Бейшова Индира Салтановна**, канд. с.-х. наук, доцент кафедры биологии и химии, зав. отделом молекулярно-генетических исследований испытательной лаборатории производства продуктов питания, Костанайский государственный университет им. А. Байтурсынова.

110000, Республика Казахстан, г. Костанай, ул. Маяковского, 99/1.

E-mail: indira\_bei@mail.ru

**Ключевые слова:** гены, полиморфизм, маркер, каскад, продуктивность, порода, соматотропный, мясная.

*Цель исследований – установление ассоциации генотипов полиморфизмов bPit-1-Hinfl, bGH-Alu1 и bGHR-Sspl с мясной продуктивностью казахского белоголового скота, перспективных в использовании в качестве генетических маркеров хозяйственно-полезных признаков крупного рогатого скота. Материалом исследований послужила кровь сельскохозяйственных животных. Образцы крови и бонитировочные данные были предоставлены ТОО «Жанабек» и ТОО «Караман-К», Костанайская область. Генотипы животных определяли методом ПЦР-ПДРФ. Статистическая обработка результатов генотипирования и данных зоотехнического учета проводилась с помощью программ Statistica 6.0 и Microsoft Excel. Оценку генотипов с мясной продуктивностью проводили по показателю живой массы. Анализировались индексы, характеризующие телосложение животных. Результаты исследований показали, что генотип bPit-1-HinF<sup>IAA</sup> гена гипофизарного фактора транскрипции-1 положительно ассоциирован с признаком растянутости в возрасте 24 месяца. Так, показатель индекса растянутости у коров с генотипом bPit-1-HinF<sup>IAA</sup> составляет 132,768 (126,667; 137,500), в то время, как данный показатель у коров с генотипами bPit-1-HinF<sup>IAB</sup> и bPit-1-HinF<sup>IBB</sup> составляет 127,966 (120,833; 137,705) и 119,643 (117,544; 124,074). Полиморфизм bIGF-1-SnaBI ассоциирован с признаком живой массы в возрасте 12, 18, 24 месяца (наибольшее значение генотип bIGF-1-SnaBI<sup>AB</sup> и bIGF-1-SnaBI<sup>AA</sup>, наименьшее – генотип bIGF-1-SnaBI<sup>BB</sup>). Таким образом, генотип bPit-1-HinF<sup>IAA</sup> можно рекомендовать в качестве генетического маркера повышенной мясной продуктивности крупного рогатого скота казахской белоголовой породы. Генотип bIGF-1-SnaBI<sup>BB</sup> является маркером пониженной мясной продуктивности крупного рогатого скота. Работа с полиморфизмом bIGF-1-SnaBI как с генетическим маркером должна строиться не на отбор по предпочтительному генотипу, а на элиминацию негативного генотипа bIGF-1-SnaBI<sup>BB</sup>.*

Оценка животных по генетическим маркерам является более эффективной, если включены гены одного физиологического пути, так как в таком случае экспрессия одного гена влияет на экспрессию всех остальных. Следовательно, при анализе комплексного влияния полиморфизмов на исследуемые признаки обнаруживаются парные сочетания с потенцирующим действием [1]. Большой интерес для повышения мясной продуктивности крупного рогатого скота представляют гены

соматотропинового каскада, белковые продукты которых являются ключевыми звеньями одной гормональной цепи, участвующей как в процессе лактации, так и в процессах роста и развития млекопитающих (*bPit-1*, *bGH*, *bGHR*, *bIGF-1*) [2, 3]. Следовательно, изучение полиморфизмов этих генов является перспективным с точки зрения поиска маркеров, ассоциированных с признаками и молочной, и мясной продуктивности у крупного рогатого скота [4, 5]. Характеристика соматотропинового каскада. Известно, что гормон роста и целый ряд других белков (прямо или косвенно необходимых для его функционирования) обеспечивают разнообразные молекулярные и клеточные эффекты, приводящие, в конечном счёте, к развитию и росту организма [6]. Эти белки составляют своеобразную ось («axis») или систему, которая запускает и контролирует совокупность метаболических процессов, ведущих к росту и связанных с клеточной дифференцировкой [2].

Функционирование системы гормона роста представляется в виде целого ряда последовательных молекулярных процессов, в которых принимают участие десятки других белков/пептидов. Компоненты этой системы участвуют в запуске секреции гормона роста, его транспорте в кровотоке, в передаче гормонального сигнала в клетке-мишени (внутриклеточный сигналинг) и, наконец, в целенаправленных изменениях генной экспрессии в клетках-мишенях [6]. В целом, в системе гормона роста выделяют две ветви – «основную» и «боковую» или «дополнительную», а также три специальных регуляторных звена, обусловленных действием: соматолиберина (гипоталамический релизинг-фактор гормона роста или соматокрин, GHRH); соматостатина (SST, SRIF); грелина («ghrelin», GHRL). Каждое из этих регуляторных звеньев представляет собой целую цепь молекулярных событий, влияющих на секрецию гормона роста. Центральной фигурой в системе ГР/ИФР, естественно, считают сам гормон роста, который продуцируют высокодифференцированные соматотрофные клетки гипофиза. Синтез ГР обеспечивает ген *bGH*. Регуляция синтеза гормона роста представляет собой многоуровневый каскад взаимодействий белок – рецептор, тесно связанных между собой. Нарушение, и, тем более, выпадение любого звена влечет за собой изменения в работе соматотропиновой оси, которые могут привести как к различиям в фенотипических проявлениях количественных признаков продуктивности у сельскохозяйственных животных, так и к заболеваниям, развивающимся на разных этапах онтогенеза [7].

**Цель исследований** – установление ассоциации генотипов полиморфизмов *bPit-1-Hinfl*, *bGH-AluI* и *bGHR-Sspl* с мясной продуктивностью казахского белоголового скота, перспективных в использовании в качестве генетических маркеров хозяйственно-полезных признаков крупного рогатого скота.

**Задачи исследований:**

- провести генотипирование крупного рогатого скота по генам соматотропного каскада;
- изучить влияние генотипов исследуемых генов на показатели мясной продуктивности коров.

**Материалы и методы исследований.** Объект исследования – выборки коров казахской белоголовой породы. Предмет исследования – полиморфные гены соматотропинового каскада (*bPit-1*, *bGH*, *bGHR* и *bIGF-1*). Материал исследования – образцы ДНК, выделенной из крови коров казахской белоголовой породы.

Определение генотипов животных осуществлялось методом ПЦР-ПДРФ. Последовательности праймеров и условия ПЦР для анализа каждого полиморфизма приведены в таблице 1.

Таблица 1

Индивидуальные характеристики условий ПЦР для исследуемых полиморфных локусов генов соматотропинового каскада

Полиморфизм	Условия амплификации	Последовательности праймеров
<i>bPit-1-Hinfl</i>	95° – 5 мин; (95°С – 45 с; 55,3°С – 45 с; 72°С – 45 с) x x 34 цикла; 72°С – 10 мин; 12°С – 10 мин	Hinfl-F: 5'-aaaccatcatctcccttctt-3' Hinfl-R: 5'-aatgtacaatgtcttctgag-3'
<i>bGH-AluI</i>	95°С – 5 мин; (95°С – 30 с; 64°С – 30 с; 72°С – 60 с) x x 35 циклов; 72°С – 10 мин	AluI-F: 5'-ccgtgtctatgagaagc-3' AluI-R: 5'-gtcttgagcagcgcgt-3'
<i>bGHR-Sspl</i>	95°С – 3 мин; (95°С – 30 с; 62°С – 30 с; 72°С – 30 с) x x 30 циклов; 72°С – 10 мин; 12°С – 5 мин	Sspl-F: 5'-aatatgtagcagtgacaatat-3' Sspl-R: 5'-acgttcactgggtgatga-3'
<i>bIGF-1-SnaBI</i>	95°С – 3 мин; (95°С – 30 с; 64°С – 30 с; 72°С – 30 с) x x 35 циклов; 72°С – 10 мин; 12°С – 5 мин	SnaBI-F: 5'-attcaagctgcctgcccc-3' SnaBI-R: 5'-acacgtatgaaggaact-3'

Анализ полиморфизма длин рестрикционных фрагментов включал обработку амплификата сайт-специфической рестриктазой и последующее разделение полученных фрагментов с помощью гель-электрофореза. Использовали маркер молекулярных масс O'RangeRuler™ 50 bpDNA Ladder (Thermo Fisher Scientific, Литва). Электрофорез проводили в 2% агарозном геле (SeaKem LE Agarose, Lonza, США).

Анализ полиморфизма нуклеотидной последовательности гена *bPit-1* в экзоне 6 проводился с помощью рестриктазы *HinfI*. Полиморфизм обусловлен А→G нуклеотидной заменой, не приводящей к изменению аминокислотной последовательности. Сайтом узнавания для рестриктазы *HinfI* является последовательность G↓ANTC. Разрезаемый в ходе ферментации фрагмент содержит нуклеотид А, соответствующий аллелю *bPit-1-HinfI<sup>B</sup>* [8]. В случае присутствия G-нуклеотида сайт рестрикции исчезает, такой аллель обозначен как *bPit-1-HinfI<sup>A</sup>*.

Анализ полиморфизма нуклеотидной последовательности гена *bGH* в экзоне 5 проводился с помощью рестриктазы *AluI*. Полиморфизм обусловлен транзицией С→G, приводящей к замене аминокислоты лейцин на валин в последовательности аминокислот белка. Сайтом узнавания для рестриктазы *AluI* является последовательность AG↓CT. Распознаваемый ферментом аллель содержит нуклеотид С и обозначен как *bGH-AluI<sup>L</sup>*. В случае присутствия G-нуклеотида сайт рестрикции исчезает, такой аллель обозначен как *bGH-AluI<sup>V</sup>*.

Анализ полиморфизма нуклеотидной последовательности гена *bGHR* в экзоне 8 проводился с помощью рестриктазы *SspI*. Рестриктаза *SspI* распознает Т→А транзицию в экзоне 8. Данная замена вызывает подстановку полярного, хотя и незаряженного, остатка тирозина вместо нейтрального фенилаланина в положении 279 белка. Сайтом узнавания для рестриктазы является последовательность AAT↓ATT. Разрезаемый ферментом амплификат содержит нуклеотид Т, соответствующий аллелю *bGHR-SspI<sup>F</sup>*. В случае присутствия А-нуклеотида сайт рестрикции исчезает, такой аллель обозначен как *bGHR-SspI<sup>Y</sup>*.

Полиморфизм нуклеотидной последовательности гена инсулиноподобного фактора роста *bIGF-1* в области P1 промоторного региона идентифицирован как Т→С трансверсия. Эта замена распознается рестриктазой *SnaBI*. Разрезаемый ферментом амплификат содержит нуклеотид Т, соответствующий аллелю *bIGF-1-SnaBI<sup>A</sup>*. В случае присутствия С-нуклеотида сайт рестрикции исчезает, такой аллель обозначен как *bIGF-1-SnaBI<sup>B</sup>* [9].

Определение предпочтительного и нежелательного аллелей проводилась путем сравнения показателей живой массы у телок с разными генотипами при рождении, а также в возрасте 3, 6, 9, 12, 18 и 24 месяца. Также в возрастах 12, 18 и 24 месяца была исследована ассоциация генотипов с индексами телосложения, которые характеризуют мясную продуктивность животных: сбитость, костистость, растянутость и массивность, и репродуктивную функцию животных: шилозадость.

Статистическая обработка результатов исследования проведена с использованием стандартного пакета программ Statistica 6.0 (StatSoft, Inc. 1994-2001), при этом использованы модули Basic Statistic/tables, Nonparametric Statistics. Сравнение выборок по распределению частот аллелей исследуемых генов, а также оценку соответствия фактического распределения генотипов теоретически ожидаемому по закону Харди-Вайнберга проводили с помощью критерия  $\chi^2$ . Различия во всех случаях рассматривались как статистически достоверные при уровне значимости  $P < 0,05$ .

Так как характер распределения анализируемых признаков в исследованных группах не имел приближенно нормального распределения, и число выявленных животных с редкими генотипами в некоторых случаях было меньше 20, то в дальнейшем вся обработка и интерпретация данных, а также предоставление результатов проводилась методами непараметрической статистики. Данные представлены в виде Me (25%; 75%), где Me – медиана (срединное значение) признака; 25% и 75% – интерквартильный размах признака, характеризующий разброс распределения признака.

**Результаты исследований.** Из данных, полученных в результате изучения характеристик продуктивности казахской белоголовой породы с разными генотипами полиморфизма *bPit-1-HinfI* (Me (25%; 75%)) можно отметить, что как в основной, так и в контрольной группах нет достоверных различий между генотипами *bPit-1-HinfI<sup>AA</sup>*, *bPit-1-HinfI<sup>AB</sup>* и *bPit-1-HinfI<sup>BB</sup>*.

В качестве тенденции можно отметить, что, начиная с возраста 6 месяцев и в возрасте 9,



и 18 месяцев группа животных с генотипом *bPit-1-HinFI<sup>BB</sup>* характеризуется более высоким показателем живого веса по сравнению с группами с генотипами *bPit-1-HinFI<sup>AB</sup>* и *bPit-1-HinFI<sup>BB</sup>*. Однако, низкая частота встречаемости данного генотипа в выборке казахской белоголовой породы не позволяет оценить достоверность наблюдения.

По данным сравнительного анализа групп с генотипами *bPit-1-HinFI<sup>AA</sup>*, *bPit-1-HinFI<sup>AB</sup>* и *bPit-1-HinFI<sup>BB</sup>* по индексам телосложения можно отметить, что в основной группе наблюдается статистически значимое превышение показателя растянутости в возрасте 24 месяца у коров с генотипом *bPit-1-HinFI<sup>AA</sup>* по сравнению с животными с генотипами *bPit-1-HinFI<sup>AB</sup>* и *bPit-1-HinFI<sup>BB</sup>*.

Так индекс растянутости у коров с генотипом *bPit-1-HinFI<sup>AA</sup>* составляет 132,768 (126,667; 137,500), в то время, как данный показатель у коров с генотипами *bPit-1-HinFI<sup>AB</sup>* и *bPit-1-HinFI<sup>BB</sup>* составляет 127,966 (120,833; 137,705) и 119,643 (117,544; 124,074) соответственно. То есть генотипом с наименьшим значением индекса растянутости является гомозигота *bPit-1-HinFI<sup>BB</sup>*.

Таким образом по признаку растянутости в возрасте 24 месяца генотип *bPit-1-HinFI<sup>AA</sup>* можно рассматривать как потенциальный генетический маркер.

По результатам оценки ассоциации генотипа с мясной продуктивностью по полиморфизму *bGH-AluI* можно отметить, что в основной группе животных начиная с возраста 9 месяцев группа коров с генотипом *bGH-AluI<sup>LL</sup>* превышает по живому весу группу коров с генотипом *bGH-AluI<sup>LV</sup>*. В возрасте 24 месяца этот показатель различается у групп статистически значимо, что делает возможным рассматривать генотип *bGH-AluI<sup>LL</sup>* как предпочтительный, а генотип *bGH-AluI<sup>LV</sup>*, как альтернативный. Группа коров с генотипом *bGH-AluI<sup>VV</sup>* составляла всего 5 животных, поэтому не была включена в обработку.

В контрольной группе наблюдается противоположная тенденция, однако небольшое число наблюдений не позволяет сделать однозначных выводов.

По результатам анализа индексов телосложения у групп коров с генотипами *bGH-AluI<sup>LL</sup>*, *bGH-AluI<sup>LV</sup>* и *bGH-AluI<sup>VV</sup>* можно отметить, что в основной группе прослеживается тенденция к снижению индекса шилозадости и повышению индекса массивности у коров с генотипом *bGH-AluI<sup>LL</sup>* по сравнению с коровами с генотипом *bGH-AluI<sup>LV</sup>*. Это характеризует данную группу как более мясную с улучшенной репродуктивной функцией.

Эти данные консолидированы с контрольной группой. Однако результаты статистической обработки не подтверждают значимости сделанных наблюдений.

Анализ данных характеристик продуктивности в основной и контрольной группах коров с разными генотипами полиморфизма *bGHR-Sspl* казахской белоголовой породы (Me, (25%; 75%)) показал, что в основной группе в пределах полиморфизма *bGHR-Sspl* между животными с генотипами *bGHR-Sspl<sup>FF</sup>*, *bGHR-Sspl<sup>FY</sup>* и *bGHR-Sspl<sup>YY</sup>* достоверных различий в показателях живого веса не наблюдается. Такая же картина отмечается и в контрольной группе. В виде тенденции можно отметить, что гомозиготы по редкому аллелю *bGHR-Sspl<sup>YY</sup>* характеризуются сниженным весом по сравнению с гомозиготами по более распространенному аллелю *bGHR-Sspl<sup>FF</sup>*.

Такая же тенденция прослеживается в контрольной группе. Однако, число животных в группах не позволяет провести оценку достоверности наблюдаемых различий.

По результатам характеристик продуктивности основной и контрольной групп по индексам телосложения можно добавить, что животные основной группы с генотипом *bGHR-Sspl<sup>YY</sup>* характеризуются сниженным индексом костистости в возрасте 24 месяца, а также сниженным индексом растянутости и массивности в возрасте 18 и 24 месяца. Так же для этой группы животных наблюдается снижение индекса шилозадости в возрасте 12, 18 и 24 месяца по сравнению с коровами с генотипом *bGHR-Sspl<sup>FF</sup>* и *bGHR-Sspl<sup>FY</sup>*.

В контрольной группе у животных с генотипом *bGHR-Sspl<sup>YY</sup>* индекс шилозадости также снижен по сравнению с коровами с генотипом *bGHR-Sspl<sup>FY</sup>* и *bGHR-Sspl<sup>FF</sup>*.

По результатам оценки мясной продуктивности в группах коров с генотипами *bIGF-1-SnaBI<sup>AA</sup>*, *bIGF-1-SnaBI<sup>AB</sup>* и *bIGF-1-SnaBI<sup>BB</sup>* по полиморфизму *SnaBI* гена инсулиноподобного фактора роста 1 демонстрируются статистически значимые различия по признаку живой массы в возрасте 12, 18 и 24 месяца между животными с генотипами *bIGF-1-SnaBI<sup>AA</sup>*, *bIGF-1-SnaBI<sup>AB</sup>* и *bIGF-1-SnaBI<sup>BB</sup>*. Предпочтительными генотипами по полиморфизму *bIGF-1-SnaBI* являются

генотипы *bIGF-1-SnaBI<sup>AA</sup>* и *bIGF-1-SnaBI<sup>AB</sup>*. Генотип *bIGF-1-SnaBI<sup>BB</sup>* у коров казахской белоголовой породы является альтернативным и характеризуется сниженной живой массой коров в возрасте 12, 18 и 24 месяца.

По оценке индексов телосложения, можно отметить, что в основной группе животные с генотипом *bIGF-1-SnaBI<sup>AA</sup>* характеризуются более низкими значениями индексов растянутости и массивности в возрасте 18 и 24 месяца, что свидетельствует в пользу более низкой мясной продуктивности при одинаковой живой массе с другими группами. В то же время, эти животные характеризуются более низким индексом шилозадости, что в свою очередь является преимуществом для реализации репродуктивной функции у коров.

В контрольной группе четких тенденций не прослеживается, что объясняется маленьким количеством животных.

**Заключение.** Таким образом для коров казахской белоголовой породы установлено следующее:

- полиморфизм *bPit-1-HinFI* ассоциирован с признаком растянутости в возрасте 24 месяца (наибольшее значение признака – генотип *bPit-1-HinFI<sup>AA</sup>*);

- полиморфизм *bIGF-1-SnaBI* ассоциирован с признаком живой массы в возрасте 12, 18, 24 месяца (наибольшее значение – генотип *bIGF-1-SnaBI<sup>AB</sup>* и *bIGF-1-SnaBI<sup>AA</sup>*, наименьшее – генотип *bIGF-1-SnaBI<sup>BB</sup>*);

- генотипы с наибольшим значением признака рассматриваются как предпочтительные, потенциальные генетические маркеры, и для оценки целесообразности включения их в селекционные программы данные групп животных сравнивали с продуктивностью общей выборки, чтобы установить характер и степень ассоциации генотипа с признаком. Исключение составляет признак шилозадости. В этом случае повышение индекса сопровождается осложнениями при первом отеле. Предпочтительным в селекционных мероприятиях считается генотип с наименьшим значением признака.

#### Библиографический список

1. Белая, Е. В. Комбинированные фенотипические эффекты полиморфных вариантов генов соматотропного каскада (*bPit-1*, *bPRL*, *bGH*, *bGHR* и *bIGF-1*) на признаки молочной продуктивности у крупного рогатого скота голштинской породы / Е. В. Белая, М. Е. Михайлова, Н. В. Батин // Молекулярная и прикладная генетика : сб. науч. тр. – 2012. – Т. 13. – С. 36-43.
2. Михайлова, М. Е. Влияние полиморфных вариантов генов соматотропного каскада *bGH*, *bGHR* и *bIGF-1* на признаки молочной продуктивности у крупного рогатого скота голштинской породы / М. Е. Михайлова, Е. В. Белая // Доклады Национальной академии наук Беларуси. – 2011. – Т. 55, № 2. – С. 63-69.
3. Тюлькин, С. В. Полиморфизм гена гипофизарного фактора транскрипции у быков-производителей Республики Татарстан / С. В. Тюлькин, И. И. Хатыпов, А. В. Муратова [и др.] // Ученые записки КГАВМ им. Н.Э. Баумана. – 2015. – № 222 (2). – С. 218-220.
4. Hammami, H. Environmental sensitivity for milk yield in Luxembourg and Tunisian Holsteins by herd management level / H. Hammami, B. Rekik, C. Bastin [et al.] // Journal of Dairy Science. – 2009. – Vol. 92. – №9. – P. 4604-4612.
5. Szewczuk, M. Association of insulin-like growth factor I gene polymorphisms (*IGF1/TasI* and *IGF1/SnaBI*) with the growth and subsequent milk yield of Polish Holstein-Friesian heifers / M. Szewczuk, M. Bajurka, S. Zych, W. Kruszyński // Czech Journal of Animal Science. – 2013. – Vol. 58. – P. 401-411.
6. Phillips, J. A. III Inherited defects in growth hormone synthesis and action. The metabolic and molecular basis of inherited disease / ed. by C. R. Scriver, A. L. Beaudet, W. S. Sly, D. Valle. – 7-th Edition // McGraw-Hill Health Professions Division. – 1995. – Vol. 2. – P. 3023-3044
7. Rupprechter, G. Metabolic and endocrine profiles and reproductive parameters in dairy cows under grazing conditions: effect of polymorphisms in somatotrophic axis genes / G. Rupprechter, M. Carriquiry, J. M. Ramos [et al.] // Acta Veterinaria Scandinavica. – 2011. – Vol. 53. – P. 35-44.
8. Lemay, D. G. The bovine lactation genome: insights into the evolution of mammalian milk / D. G. Lemay, D. J. Lynn, W. F. Martin // Genome Biology. – 2009. – Vol. 10. – № 4.
9. Keady, S. M. Effect of sire breed and genetic merit for carcass weight on the transcriptional regulation of the somatotrophic axis in longissimus dorsi of crossbred steers / S. M. Keady, D. A. Kenny, M. G. Keane, S. M. Waters // Journal of Animal Science. – 2011. – Vol. 89. – P. 4007-4016.