

Научная статья/Research Article

УДК 636.4.082.12

DOI: 10.36718/1819-4036-2023-5-172-178

Александра Евгеньевна Святогорова^{1✉}, Ольга Леонидовна Третьякова²,
Любовь Владимировна Гетманцева³, Николай Алексеевич Святогоров⁴,
Виктория Владимировна Чекрышева⁵, Александр Иванович Клименко⁶

^{1,5}Северо-Кавказский зональный научно-исследовательский ветеринарный институт – филиал Федерального Ростовского аграрного научного центра, Новочеркасск, Ростовская область, Россия

^{2,4}Донской государственной аграрный университет, п. Персиановский, Ростовская область, Россия

³Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью Федерального медико-биологического агентства России, Москва, Россия

⁶Федеральный Ростовский аграрный научный центр, пос. Рассвет, Аксайский район, Ростовская область, Россия

¹sviatogorova.a@yandex.ru

²aldebaran.olga@yandex.ru

³ilonaluba@mail.ru

⁴sviatogorov@mail.ru

⁵veterinar1987@mail.ru

⁶dzni@mail.ru

МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ГЕНА *LEPR* НА ОТКОРМОЧНЫЕ И МЯСНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОДУКТИВНОСТИ СВИНЕЙ ПОРОДЫ ДЮРОК

*Цель исследования – изучить влияние гена рецептора лептина (*LEPR*) на мясные и откормочные качества свиней породы дюрок для выявления генов-маркеров, перспективных для использования в селекционном процессе свиней. Представлены результаты экспериментального молекулярно-генетического исследования и его влияния на хозяйственно полезные признаки 55 животных: 45 ♀ и 10 ♂ породы дюрок СЦ «Лозовое» ЗАО «Племзавод “Юбилейный”». Исследованы полиморфизмы в гене *LEPR* свиней и проведено сравнение их частоты у свинок и хрячков породы дюрок, выявлены желательные генотипы продуктивности. ДНК выделяли из образца ткани ушной раковины этих животных. Затем была проведена амплификация ДНК образцов ткани с помощью ПЦР, а также генотипирование с помощью ПДРФ, используя фермент рестрикции *HpaII*. Для производственного использования наиболее перспективных животных в разведении племенного высокопродуктивного поголовья популяции свиней породы дюрок получены новые сведения о взаимосвязи гена – маркера рецептора лептина (*LEPR*) с откормочными и мясными показателями продуктивности и выявлены гендерные особенности наследования данного гена. В результате было выявлено, что свинки с генотипом АВ в сравнении со свинками с генотипом АА обладали лучшими показателями по скороспелости на 11 дней ($P > 0,99$), толщине шпика – на 3,6 мм ($P > 0,999$), длине туловища – на 4,4 см ($P > 0,999$) и среднесуточному приросту – на 180,4 г ($P > 0,99$). Свинки с генотипом АВ также превосходили свинок с генотипом ВВ по скороспелости на 4 дня ($P > 0,99$), толщине шпика – на 2,5 мм ($P > 0,95$), длине туловища – на 0,6 см ($P > 0,999$) и среднесуточному приросту – на 88 г ($P > 0,99$). Хрячки с генотипом АВ существенно уступали животным с генотипом ВВ по показателю длины туловища на 0,6 см ($P > 0,95$) и показателю среднесуточного прироста на 34,9 г ($P > 0,95$).*

Ключевые слова: ген *LEPR*, свиньи породы дюрок, откормочные и мясные продуктивные качества

Для цитирования: Молекулярно-генетические исследования влияния гена *LEPR* на откормочные и мясные показатели продуктивности свиней породы дюрок / А.Е. Святоторова [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2023. № 5. С. 172–178. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-5-172-178.

Alexandra Evgenievna Svyatogorova^{1✉}, Olga Leonidovna Tretyakova², Lyubov Vladimirovna Getmantseva³, Nikolai Alekseevich Svyatogorov⁴, Victoria Vladimirovna Chekrysheva⁵, Alexander Ivanovich Klimenko⁶

^{1,5}North Caucasian Zonal Research Veterinary Institute – branch of the Federal Rostov Agricultural Research Center, Novocherkassk, Rostov Region, Russia

^{2,4}Don State Agrarian University, Persianovskiy village, Rostov Region, Russia

³Center for Strategic Planning and Management of Medical and Biological Health Risks of the Federal Medical and Biological Agency of Russia, Moscow, Russia

⁶Federal Rostov Agricultural Research Center, Rassvet village, Aksai District, Rostov Region, Russia

¹sviatogorova.a@yandex.ru

²aldebaran.olga@yandex.ru

³ilonaluba@mail.ru

⁴sviatogorov@mail.ru

⁵veterinar1987@mail.ru

⁶dzni@mail.ru

MOLECULAR GENETIC STUDIES OF THE *LEPR* GENE EFFECT ON FATTENING AND MEAT PRODUCTIVITY INDICATORS OF DUROC PIGS

*The purpose of research is to study the effect of the leptin receptor gene (*LEPR*) on the meat and fattening qualities of Duroc pigs in order to identify marker genes that are promising for use in the breeding process of pigs. The results of an experimental molecular genetic study and its influence on economically useful traits of 55 animals: 45 ♀ and 10 ♂ of the Duroc breed SC Lozovoye CJSC Plemzavod-Yubileiny are presented. Polymorphisms in the *LEPR* gene of pigs were studied and their frequency was compared in Duroc sows and boars; desirable productivity genotypes were identified. DNA was isolated from a tissue sample of the auricle of these animals. DNA amplification of the tissue samples was then carried out by PCR, as well as genotyping by RFLP using the restriction enzyme *Hpa*II. For the industrial use of the most promising animals in the breeding of highly productive breeding stock of the Duroc pig population, new information was obtained on the relationship of the leptin receptor marker gene (*LEPR*) with fattening and meat productivity indicators and the gender characteristics of the inheritance of this gene were revealed. As a result, it was found that pigs with the AB genotype, compared to pigs with the AA genotype, had the best indicators in terms of precocity by 11 days ($P > 0.99$), fat thickness – by 3.6 mm ($P > 0.999$), body length – by 4.4 cm ($P > 0.999$) and the average daily gain – by 180.4 g ($P > 0.99$). Sows with the AB genotype also outperformed those with the BB genotype in early maturity by 4 days ($P > 0.99$), fat thickness by 2.5 mm ($P > 0.95$), and body length by 0.6 cm ($P > 0.99$) and average daily gain – by 88 g ($P > 0.99$). Boars with the AB genotype were significantly inferior to animals with the BB genotype in terms of body length by 0.6 cm ($P > 0.95$) and the average daily gain by 34.9 g ($P > 0.95$).*

Keywords: *LEPR* gene, Duroc pigs, fattening and meat productive qualities

For citation: Molecular genetic studies of the *LEPR* gene effect on fattening and meat productivity indicators of Duroc pigs / A.E. Svyatogorova [et al.] // Bulliten KrasSAU. 2023;(5): 172–178. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2023-5-172-178.

Введение. Свиноводство является одной из наиболее важных отраслей животноводства, позволяющее обеспечивать население незаменимым мясным сырьем. Согласно нынешней обстановке в стране и постановке задач прави-

тельства и президента РФ вопрос наращивания собственного внутреннего продуктивного рынка и развития племенного поголовья является основной целью отрасли свиноводства.

В племенном свиноводстве России и мировых стран активно ведутся работы с применением геномной селекции. Технологии современной геномной селекции достаточно широко изучены и продолжают перспективно изучаться во всем мире [1–5]. Благодаря этому они дают огромный потенциал для проведения расшифровки генотипов животных на ранних этапах развития [6], отбор лучших животных с наиболее выгодными качествами для экономического развития предприятия и получение высокопродуктивного стада племенных свиней с лучшими племенными качествами [7].

В целях создания конкурентоспособной продукции на комплексе ЗАО «Племзавод «Юбилейный»» Тюменской области профессором Н.В. Михайловым была разработана научно обоснованная система гибридизации, отвечающая требованиям, предъявляемым производителем и переработчиком продукции. Учеными ДонГАУ на протяжении почти десяти лет проводятся генетические исследования на свиньях данного свинокомплекса с целью улучшения продуктивного стада и закрепления результата направленной селекции на генетическом уровне [1, 2, 8–10].

Нами был изучен ген *DB*, в настоящее время известный, как ген рецептора лептина (*LEPR*). Лептин – гормон жировой ткани, он секретируется в основном адипоцитами белой жировой ткани. Он участвует в нормализации веса тела, регулируя при этом массу жировой ткани. Также ген лептина оказывает влияние на пищевое поведение, воздействуя на аппетит и увеличивая энергетический обмен, благодаря чему происходит использование жиров и расходование энергии. С помощью центральной нервной системы лептин осуществляет регулирование липидного обмена. В нормальном состоянии лептин оказывает подавляющее действие на аппетит и помогает снизить массу тела. При голодании происходит снижение уровня лептина в крови, при переедании – повышение [11].

Ген рецептора лептина (*LEPR*) является одним из наиболее весомых генов-кандидатов для определения откормочных и мясных качеств. У свиней он локализован на шестой хромосоме в пределах q33–35 в четвертом интроне [12, 13].

Полиморфизм анализируемого *HpaII* сайта рестрикции гена лептина приводит к образованию двух аллелей: *A* (2000 н.п) и *B* (1450- и 550 н.п.). Словацкий ученый А. Kováčik с соавто-

рами опубликовали данные своих исследований по гену *LEPR* на двухпородных гибридах (крупная белая × ландрас) [3, 4]. Они отметили взаимосвязь генотипа *BB* с высоким выходом постного мяса и низким показателем толщины шпика по данному гену в сравнении с генотипами *AB* и *AA*.

Цель исследования – изучить влияние гена рецептора лептина (*LEPR*) на мясные и откормочные качества свиней породы дюрок для дальнейшего использования.

Задачи: определить частоты генотипов по гену-маркеру рецептора лептина; выявить аллельные варианты гена *LEPR* и их связь с откормочными и мясными качествами свиней; изучить роль гена-маркера в качестве критерия оценки продуктивных качеств свиней породы дюрок данного гена в совершенствовании стада по заявленным продуктивным качествам.

Объекты и методы. Исследование проводилось в одном из ведущих селекционных центров России СЦ «Лозовое» ЗАО «Племзавод «Юбилейный»». Объектом исследования выступали 55 животных: 45 ♀ и 10 ♂ породы дюрок.

Исследуемый участок гена *LEPR* размером 2000 нуклеотидных пар амплифицировали с помощью специфичных праймеров. Полиморфизм гена рецептора лептина определяли при помощи эндонуклеазы рестрикции *HpaII*.

После осуществления молекулярно-генетического анализа по гену лептина проводили определение наличия и частоты аллелей и генотипов по гену *LEPR*. Обработку статистических данных проводили по стандартным методикам с использованием программного обеспечения MS Excel и STATISTICA 6.0.

Экспериментальные генетические исследования свиней породы дюрок были проведены в лаборатории Молекулярной генетики ЮФУ и в лаборатории молекулярной диагностики и биотехнологии сельскохозяйственных животных в ФГБОУ ВО ДГАУ.

Результаты и их обсуждение. По итогам проведенного исследования по ДНК-генотипированию по гену *LEPR* были установлены генотипы для каждого исследуемого животного. Связь гена *LEPR* с откормочными и мясными качествами: скороспелостью, толщиной шпика, длиной туловища и среднесуточным приростом – осуществлялась по результатам контрольного выращивания свиней до 100 кг.

В исследуемой выборке животных у свинок были определены три генотипа гена *LEPR* – *AA*, *AB* и *BB*, что можно увидеть на рисунке 1. Отмечено, что у свинок и хрячков частота аллеля *B*

была выше частоты аллеля *A*, она составила 0,73 и 0,27 у свинок и 0,71 и 0,29 у хрячков, соответственно.

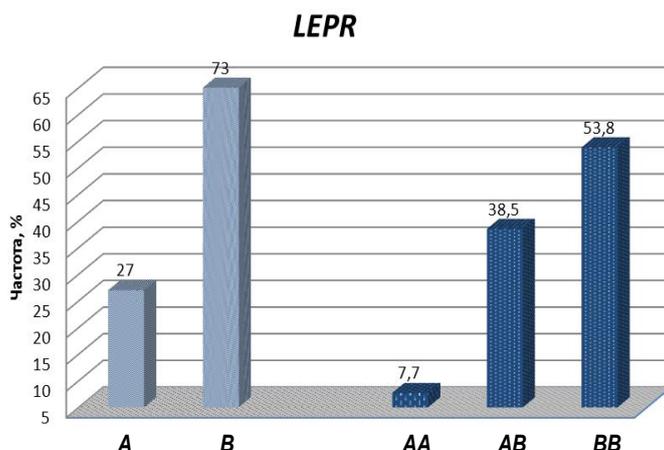


Рис. 1. Частота аллелей и генотипов гена *LEPR/НраII* свинок породы дюрк

У свинок частота генотипа *BB* составила 53,8 %; генотипа *AB* – 38,5; *AA* – 7,7 % (см. рис. 1), в то время как у хрячков установлено наличие двух генотипов – *AB* с частотой 58,8 % и *BB* с частотой 41,2 %.

Генотип *AA* в исследуемой выборке отсутствовал (рис. 2). Согласно вышеизложенному, у свинок породы дюрк наиболее распространен генотип *BB*, у хрячков – генотип *AB*.

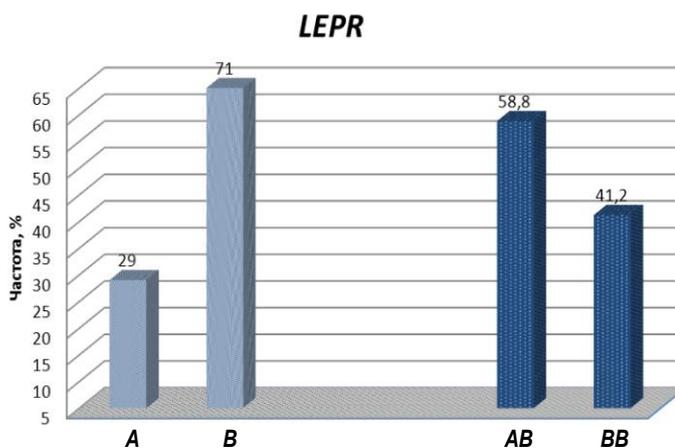


Рис. 2. Частота аллелей и генотипов гена *LEPR/НраII* хрячков породы дюрк

Согласно данным исследований, проводимых по аналогии зарубежными исследователями Óvilo C. et al (2002 г.) [4], у гибридов свиней (иберийская х ландрас) испанской селекции обнаружена низкая частота аллеля *A* – 0,08 и также отмечалось отсутствие генотипа *AA*. Ученый Словении А. Ковачиќ с соавторами (2009 г.) [3] у двухпородных гибридов (крупная белая х ландрас) отмечают в своих работах наибольшую частоту аллеля *B* – 0,71 в сравнении с аллелем

A – 0,29. В результате сравнительного анализа, проведенного нами и иностранными учеными, отмечено, что генотип *AA* имеет низкую наследуемость у всех исследуемых свиней различных пород.

По итогам анализа продуктивности по откормочным и мясным показателям у свинок породы дюрк по гену лептина наилучший результат взаимосвязи со скороспелостью, толщиной шпика, длиной туловища и среднесуточным

приростом отмечен с генотипом *AB*. Так, согласно полученным результатам по продуктивности (табл. 1), свинки с генотипом *AB* имели низкий показатель толщины шпика и скороспе-

лости и больший показатель длины туловища и среднесуточного прироста. К таким результатам стремятся все производители мраморного мяса.

Таблица 1

Откормочные и мясные качества свинок породы дюрок различных генотипов гена *LEPR*

Генотип	Скороспелость, дней	Толщина шпика, мм	Длина туловища, см	Среднесуточный прирост, г
<i>AA</i> (n = 3)	170	16	112	695
<i>AB</i> (n = 18)	158,8±6,38*	12,4±1,75**	116,4±1,81**	875,4±68,60*
<i>BB</i> (n = 24)	162,6±3,71	14,9±1,06	117±1,07	787,4±43,59

Примечание: P > 0,95, *P > 0,99, **P > 0,999.

Свинки с генотипом *AB* показывают лучшие показатели откормочных и мясных качеств по сравнению с генотипами *AA* и *BB* по скороспелости – на 11 и 4 дня, толщине шпика – на 3,6 и 2,5 мм, длине туловища – на 4,4 и 0,6 см и среднесуточному приросту – на 180,4 и 88 г соответственно.

По итогам определения связи показателей продуктивности хрячков породы дюрок с генотипами гена лептина достоверного влияния на

скороспелость, толщину шпика, длину туловища и среднесуточный прирост выявлено не было (табл. 2). Однако стоит отметить, что хрячки с генотипом *BB* по сравнению с генотипом *AB* обладают высокими показателями длины туловища и среднесуточного прироста, что также описано в работе испанского ученого С. Óvilo с соавторами (2002 г.) [4] на двухпородных гибридах (иберийская × ландрас).

Таблица 2

Откормочные и мясные качества хрячков породы дюрок различных генотипов гена *LEPR*

Генотип	Скороспелость, дней	Толщина шпика, мм	Длина туловища, см	Среднесуточный прирост, г
<i>AA</i> (n = 0)	–	–	–	–
<i>AB</i> (n = 6)	151,7±2,91	12,3±0,47	116,4±1,08	815,5±39,23
<i>BB</i> (n = 4)	151,9±2,53	12,6±0,71	117±0,95	850,4±25,50

Заключение. По итогам экспериментальных исследований у хрячков породы дюрок установлен желательный генотип *BB* по гену лептина, выявлена его взаимосвязь с лучшими показателями длины туловища (117 см) и среднесуточного прироста (850 г). У свинок в качестве желательного установлен генотип *AB*, который связан с лучшими показателями скороспелости (158,8 дней, P > 0,99), толщины шпика (12,4 мм, P > 0,999), длины туловища (116,4 см, P > 0,999) и среднесуточного прироста (875,4 г, P > 0,99).

Список источников

1. Исследование ядерного гена гипофизарного фактора транскрипции и его влияние на племенную ценность свиней / А.Е. Святогорова [и др.] // Сб. науч. тр. Краснодарского научного центра по зоотехнии и ветеринарии. 2022. Т. 11, № 1. С. 327–331. DOI: 10.48612/sbornik-2022-1-83. EDN KECCGC.
2. Святогорова А.Е., Третьякова О.Л., Святогоров Н.А. Анализ стада породы дюрок с использованием ДНК-маркеров // Инновации в производстве продуктов питания: от селекции животных до технологии пищевых

- производств: мат-лы междунар. науч.-практ. конф. пос. Персиановский. 2019. С. 274–276. EDN: ZBPAST.
- Effects of genotypes *lepr* and *mc4r* on pigs production / A. Kováčik [et al.] // *Scientific Papers Animal Science and Biotechnologies*. 2009. Т. 42. № 2. С. 397–401.
 - Test for positional candidate genes for body composition on pig chromosome 6 / C. Óvilo [et al.] // *Genetics Selection Evolution*. 2002. Т. 34. № 4. С. 465–480.
 - A meta-analysis of genome-wide association studies for average daily gain and lean meat percentage in two Duroc pig populations / Zh. Shenping [et al.] // *BMC Genomics*. 2021 Jan 6;22(1):12. DOI: 10.1186/s12864-020-07288-1.
 - Святогорова А.Е., Чекрышева В.В. Перспективы генетического исследования в ветеринарной практике // *Ветеринария Северного Кавказа*. 2022. № 4. С. 34–40. DOI: 10.56660/77368_2022_4_39.
 - Индексная селекция в системе гибридизации свиней / А.Е. Святогорова [и др.] // Сб. науч. тр. Краснодарского научного центра по зоотехнии и ветеринарии. 2022. Т. 11, № 1. С. 21–25. DOI: 10.48612/sbornik-2022-1-4. EDN АНОКZE.
 - Влияние генетического полиморфизма гена *MC4R* на откормочные и мясные качества свиней породы дюрок / А.Е. Святогорова [и др.] // *Актуальные проблемы биологии, нанотехнологий и медицины: мат-лы VI Междунар. науч.-практ. конф. (Ростов-на-Дону, 1–3 октября 2015 г.)*. Ростов н/Д.: Южный федеральный университет, 2015. С. 105–106. EDN ZEODDZ.
 - Влияние полиморфизма гена *MC4R* на откормочные и мясные качества свиней / А.Е. Святогорова [и др.] // *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. Наука и высшее профессиональное образование*. 2022. № 2 (66). С. 298–306. DOI: 10.32786/2071-9485-2022-02-37.
 - Святогорова А.Е. Влияние генетического полиморфизма гена *POU1F1* на откормочные и мясные качества свиней породы дюрок // *Неделя науки 2015: сб. тезисов (Ростов-на-Дону, 20–24 апреля 2015 г.)*. Ростов н/Д.: Южный федеральный университет, 2015. С. 10–13. EDN GFEDJL.
 - Бахтюков А.А., Шнаков А.О. Молекулярные механизмы действия лептина на гипоталамо-гипофизарно-гонадную ось // *Цитология*. 2018. Т. 60, № 10. С. 755–767. DOI: 10.7868/S0041377118100016.
 - Генотипическая структура разных пород свиней по генам *MC4R* и *LEP* и их связь с продуктивностью / Г.М. Гончаренко [и др.] // *Свиноводство*. 2018. № 4. С. 11–15.
 - Ассоциация показателей генотипической структуры отечественных пород свиней по генам *MC4R* и *LEP* с их продуктивными качествами / А.П. Гришкова [и др.] // *Вестник Российской академии естественных наук. Западно-Сибирское отделение*. 2019. № 22. С. 128–136.
 - Issledovanie yadernogo gena gipofizarnogo faktora transkripcii i ego vliyanie na plemenuyu cennost' svinej / A.E. Svyatogorova [i dr.] // *Sb. nauch. tr. Krasnodarskogo nauchnogo centra po zootehnii i veterinarii*. 2022. Т. 11, № 1. С. 327–331. DOI: 10.48612/sbornik-2022-1-83. EDN KECCGC.
 - Svyatogorova A.E., Tret'yakova O.L., Svyatogorov N.A. Analiz stada porody dyurok s ispol'zovaniem DNK-markerov // *Innovacii v proizvodstve produktov pitaniya: ot selekcii zhivotnyh do tehnologii pischevyh proizvodstv: mat-ly mezhdunar. nauch.-prakt. konf. pos. Persianovskij*. 2019. С. 274–276. EDN: ZBPAST.
 - Effects of genotypes *lepr* and *mc4r* on pigs production / A. Kováčik [et al.] // *Scientific Papers Animal Science and Biotechnologies*. 2009. Т. 42. № 2. С. 397–401.
 - Test for positional candidate genes for body composition on pig chromosome 6 / C. Óvilo [et al.] // *Genetics Selection Evolution*. 2002. Т. 34. № 4. С. 465–480.
 - A meta-analysis of genome-wide association studies for average daily gain and lean meat percentage in two Duroc pig populations / Zh. Shenping [et al.] // *BMC Genomics*. 2021 Jan 6;22(1):12. DOI: 10.1186/s12864-020-07288-1.
 - Svyatogorova A.E., Chekrysheva V.V. Perspektivy geneticheskogo issledovaniya v veterinarnoj praktike // *Veterinariya Severnogo Kavkaza*. 2022. № 4. С. 34–40. DOI: 10.56660/77368_2022_4_39.
 - Indeksnyaya selekciya v sisteme gibridizacii svinej / A.E. Svyatogorova [i dr.] // *Sb. nauch.*

References

- tr. Krasnodarskogo nauchnogo centra po zootehnii i veterinarii. 2022. T. 11, № 1. S. 21–25. DOI: 10.48612/sbornik-2022-1-4. EDN AHOKZE.
8. Vliyanie geneticheskogo polimorfizma gena MC4R na otkormochnye i myasnye kachestva svinej porody dyurok / A.E. Svyatogorova [i dr.] // Aktual'nye problemy biologii, nanotekhnologii i mediciny: mat-ly VI Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (Rostov-na-Donu, 1–3 oktyabrya 2015 g.). Rostov n/D.: Yuzhnyj federal'nyj universitet, 2015. S. 105–106. EDN ZEODDZ.
 9. Vliyanie polimorfizma gena MC4R na otkormochnye i myasnye kachestva svinej / A.E. Svyatogorova [i dr.] // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa. Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. 2022. № 2 (66). S. 298–306. DOI: 10.32786/2071-9485-2022-02-37.
 10. Svyatogorova A.E. Vliyanie geneticheskogo polimorfizma gena POU1F1 na otkormochnye i myasnye kachestva svinej porody dyurok // Nedelya nauki 2015: sb. tezisov (Rostov-na-Donu, 20-24 aprelya 2015 g.). Rostov n/D.: Yuzhnyj federal'nyj universitet, 2015. S. 10–13. EDN GFEDJL.
 11. Bahtyukov A.A., Shpakov A.O. Molekulyarnye mehanizmy dejstviya leptina na gipotalamogipofizarno-gonadnuyu os' // Citologiya. 2018. T. 60, № 10. S. 755–767. DOI: 10.7868/S0041377118100016.
 12. Genotipicheskaya struktura raznyh porod svinej po genam MC4R i LEP i ih svyaz' s produktivnost'yu / G.M. Goncharenko [i dr.] // Svinovodstvo. 2018. № 4. S. 11–15.
 13. Associaciya pokazatelej genotipicheskoy struktury otechestvennyh porod svinej po genam MC4R i LEP s ih produktivnymi kachestvami / A.P. Grishkova [i dr.] // Vestnik Rossijskoj akademii estestvennyh nauk. Zapadno-Sibirskoe otdelenie. 2019. № 22. S. 128–136.

Статья принята к публикации 30.03.2023 / The article accepted for publication 30.03.2023.

Информация об авторах:

Александра Евгеньевна Святогорова¹, младший научный сотрудник ТК «Химического синтеза новых лекарственных соединений», кандидат сельскохозяйственных наук

Ольга Леонидовна Третьякова², профессор кафедры разведения сельскохозяйственных животных, частной зоотехнии и зоогигиены им. акад. П.Е. Ладана, доктор сельскохозяйственных наук

Любовь Владимировна Гетманцева³, ведущий аналитик, доктор биологических наук

Николай Алексеевич Святогоров⁴, доцент кафедры разведения сельскохозяйственных животных, частной зоотехнии и зоогигиены им. акад. П.Е. Ладана, кандидат сельскохозяйственных наук

Виктория Владимировна Чекрышева⁵, директор, кандидат ветеринарных наук, доцент

Александр Иванович Клименко⁶, директор, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Information about the authors:

Alexandra Evgenievna Svyatogorova¹, Junior Researcher, TC Chemical Synthesis of New Medicinal Compounds, Candidate of Agricultural Sciences

Olga Leonidovna Tretyakova², Professor at the Department of Farm Animal Breeding, Private Animal Science and Animal Hygiene named after acad. P.E. Ladan, Doctor of Agricultural Sciences

Lyubov Vladimirovna Getmantseva³, Leading Analyst, Doctor of Biological Sciences

Nikolai Alekseevich Svyatogorov⁴, Associate Professor at the Department of Breeding Farm Animals, Private Animal Science and Zoohygiene named after acad. P.E. Ladan, Candidate of Agricultural Sciences

Victoria Vladimirovna Chekrysheva⁵, Director, Candidate of Veterinary Sciences, Docent

Alexander Ivanovich Klimenko⁶, Director, Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Agricultural Sciences, Professor