

7. Пельгунов А.Н., Маклакова Л.П. Паразитологические аспекты, связанные с акклиматизацией и интродукцией диких копытных // Российский паразитологический журнал. 2013. № 3. С. 67–75.
8. Почепко Р.А. и др. Эпизоотическая ситуация по цестодовой инвазии домашних северных оленей в оленеводческих хозяйствах Мурманской области // Ветеринария сегодня. 2021. Т. 1. № 1. С. 52–58.
9. Якименко Л.В., Иваненко Н.В. Арктическое природопользование: новая парадигма // Территория новых возможностей. Вестник Владивостокского государственного университета экономики и сервиса. 2021. Т. 13. № 2. С. 109–119.

REFERENCES

1. Andreev A.A. Osobennosti rasprostraneniya gel'mintozov sredi zhitelej polyarnyh i pripolyarnyh rajonov // Mezhdunarodnyj studencheskij nauchnyj vestnik. 2021. № 2. S. 161–161.
2. Kazanovskij E.S. Veterinarnoe blagopoluchie severnogo olenevodstva-vazhnyj rezerv sohrannosti pogolov'ya i uvelicheniya produktivnosti otrasli. Strategicheskie prioritety v upravlenii prirodnoresursnym potencialom evropejskogo severo-vostoka i zony arktiki. // Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka. 2017. № 4. S. 44–47.
3. Kokolova L.M., Gavril'eva L.Yu. Cisticerkozy severnyh oleney v Yakutii // Nauka, tekhnika i obrazovanie. 2018. № 11 (52). S. 101–103.

4. Leshchev M.V. Epizootologiya invazionnyh boleznej severnyh oleney v Yamalo-Neneckom avtonomnom okruge. Avtoref. dis. ... kand. vet. nauk. 2008. S. 11–13.
5. Mednova T.V. Issledovanie myasa oleniny na Kol'skom poluostrove // Nauka i sovremennost'. 2011. № 9-2. S. 35–39.
6. Nikolaev S.V. Harakteristika gel'mintofauny severnyh oleney Bol'shezemel'skoj tundry // Agrarnaya nauka na sovremenno etape razvitiya severnyh i arkticheskikh territorij. Sb. nauch. mat. Vseros. nauch. konf. s mezhd. uch., posvyashch. 90-letiyu Nar'yan-Marskoj sel'skhozayajstvennoj opytnoj stancii (1932-2022). Nar'yan-Mar, 2022. S. 28.
7. Pel'gunov A.N., Maklakova L.P. Parazitologicheskie aspekty, svyazannye s akklimatizaciej i introdukciej dikih kopytnyh // Rossijskij parazitologicheskij zhurnal. 2013. № 3. S. 67–75.
8. Pochevko R.A. i dr. Epizooticheskaya situaciya po cestodovoj invazii domashnih severnyh oleney v olenevodcheskikh hoz'yajstvakh Murmanskoj oblasti // Veterinariya segodnya. 2021. T. 1. № 1. S. 52–58.
9. Yakimenko L.V., Ivanenko N.V. Arkticheskoe prirodopol'zovanie: novaya paradigma // Territoriya novyh vozmozhnostej. Vestnik Vladivostokskogo gosudarstvennogo universiteta ekonomiki i servisa. 2021. T. 13. № 2. S. 109–119.

Поступила в редакцию 18.07.2024

Принята к публикации 01.08.2024

УДК 636.223.1

DOI: 10.31857/S2500208225010124, EDN: CSKRAO

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВЕДЕНИЯ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА АБЕРДИН-АНГУССКОЙ ПОРОДЫ В РОССИИ*

Елена Николаевна Коновалова, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник

Ольга Сергеевна Романенкова, кандидат биологических наук, научный сотрудник

Елена Александровна Гладырь, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник

ФГБНУ ФИЦ ВИЖ имени Л.К. Эрнста, п. Дубровицы, г.о. Подольск, Московская обл., Россия

E-mail: konoval-elena@yandex.ru

Аннотация. В статье представлен обзор абердин-ангусской породы крупного рогатого скота на основе исследований, проведенных в 2002–2024 годах. С учетом научно-подтвержденного генетического потенциала породы дана оценка перспектив ее разведения на территории России. Также описаны возможные проблемы в виде проявления наследственных аномалий. Приведены данные о генетических маркерах, перспективных для отбора лучших в отношении продуктивности животных, частоте встречаемости носителей генетических дефектов и возможности совершенствования породы с помощью геномной селекции. Анализ крупного рогатого скота показал, что абердин-ангусская — одна из наиболее подходящих мясных пород для разведения на территории России. Работа по совершенствованию породы с объединением разных звеньев отрасли мясного скотоводства в перспективе обеспечит страну мясом высокого качества и позволит не зависеть от иностранного генетического материала КРС. Представленная в обзоре информация будет полезной при принятии решений о разведении породы в конкретном хозяйстве.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, мясная продуктивность, абердин-ангусская порода, генетические маркеры, мраморность, откормочные качества, генетические дефекты, геномная селекция

PROSPECTS FOR BREEDING AND IMPROVEMENT OF ABERDEEN ANGUS CATTLE IN RUSSIA

E.N. Konovalova, PhD in Biological Sciences, Senior Researcher

O.S. Romanenkova, PhD in Biological Sciences, Senior Researcher

E.A. Gladys, PhD in Biological Sciences, Leading Researcher

Federal Research Center for Animal Husbandry named after Academy member L.K. Ernst, Podolsk, Moscow region, Russia

E-mail: konoval-elena@yandex.ru

* Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда, проект № 23-26-00176 / The work was carried out with the support of Russian Science Foundation, grant No. 23-26-00176.

Abstract. The review is dedicated to Aberdeen Angus cattle breed and consisted by the analysis of the studied breed investigations conducted due 2002–2024. On base of scientific confirmed genetic potential of the breed the evaluation of the perspectives of its breeding on Russian territory has been given. The possible problems as the appearance of the congenital anomalies in Aberdeen Angus cattle breeding have been also described. The results of the molecular genetic investigations of Aberdeen Angus cattle carried out due the last years in Russia and abroad have been presented. In particular, the data about genetic markers perspective for the Aberdeen Angus selection of the best relating to productivity animals, frequencies of the genetic defects carriers and the possibility of the breed improvement by genome selection. The analysis of Aberdeen Angus cattle breed has shown that it is one of the most appropriate beef breeds for the breeding on the territory of Russia. High productivity observed in practice and confirmed by the modern scientific investigations, and also conduction in our country of the works on Aberdeen Angus breed improvement including the combining of efforts of different beef cattle industry parts, in the future, will provide the country with high-quality meat and will allow Russia not to depend on foreign genetic material of cattle. The presented in the review information about Aberdeen Angus cattle breed will be useful for the making decision of breeding this cattle breed in the defined farm.

Keywords: cattle, Aberdeen Angus breed, meat productivity, genetic markers, marbling, feed qualities, genetic defects, genome selection

Известно, что мясо крупного рогатого скота при высокой переваримости и усвояемости обладает большой питательной ценностью, обусловленной содержанием значительного количества полезных элементов, более благоприятным соотношением белка и жира, меньшим содержанием холестерина, по сравнению со свининой и бараниной, в связи с чем, дефицит его потребления, наблюдаемый в России в последние 20 лет, нельзя оставлять без внимания. [1]

Для успешного развития мясного скотоводства необходимо правильно выбирать породы для разведения в различных природно-климатических условиях. [8]

Абердин-ангусская порода динамично развивается в России и востребована на рынке мраморной говядины, ее изучение и совершенствование очень актуально. [7, 15]

Цель работы — анализ продуктивности крупного рогатого скота *абердин-ангусской* породы, возможных проблем при ее разведении и повышение продуктивных показателей с помощью современных молекулярно-генетических методов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Провели обзор научных литературных источников за 2002–2024 годы, содержащих информацию об исследованиях крупного рогатого скота *абердин-ангусской* породы и результатах молекулярно-генетических анализов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Крупный рогатый скот *абердин-ангусской* породы характеризуется гармоничным телосложением. Разводимые на территории России животные хорошо адаптировались к выращиванию в разных климатических регионах, демонстрируя неприхотливость к кормам и условиям содержания, скороспелость, хороший иммунитет и воспроизводительные способности, интенсивное наращивание живой массы, легкость отелов, высокий убойный выход и отличные мясные качества. [15]

Рентабельность выращивания показали не только чистопородные *абердин-ангусы*, но и животные, полученные в результате скрещивания с другими породами в условиях разных технологий содержания и кормления. [2, 26]

Современное развитие генетики позволяет проводить полногеномный анализ животных, но в большинстве российских хозяйств более рентабельна маркер-ориентированная селекция (MAS, marker

assisted selection), направленная на выявление олигонуклеотидных полиморфизмов (single nucleotide polymorphisms, SNP), благоприятно влияющих на продуктивность. [14, 25]

Нежность мяса формируется в ходе посмертного протеолиза мышечной ткани под влиянием белка μ -кальпаина (кальпаин 1, CAPN1) и его ингибитора кальпастина (CAST), поэтому интересно изучение генов *CAPN1* и *CAST*, расположенных на ВТА29 и ВТА14 соответственно. [18] Впервые связь полиморфизмов генов *CAPN1* и *CAST* с нежностью говядины была обнаружена в 2006 году при исследовании смешанной популяции КРС. Показатель силы сдвига по Уорнеру-Братцлеру (WBSF, Warner-Bratzler shear force), измеряемый для оценки нежности на 14-й день после убоя животных, был ниже у особей с наличием в генотипе аллелей C-*CAPN1*_4751 и C-*CAST*_282. [18] Выявили влияние полиморфизмов *CAPN1*_316 и *CAST*_2959 на нежность мяса от крупного рогатого скота *абердин-ангусской* породы — наиболее благоприятные аллели C-*CAPN1*_316 (WBSF проб длиннейшей мышцы спины генотипа CC-*CAPN1*_316 был в среднем на 20,1% ниже, по сравнению с аналогами GG) и A-*CAST*_2959 (самые низкие показатели WBSF у животных с генотипом AA — на 8,6 и 5,1%, чем с AG и GG соответственно).

Проведенные нами исследования бычков *абердин-ангусской* породы от рождения до убоя не доказали связи полиморфизмов гена *CAPN1* с показателями роста, но обнаружено положительное влияние GG-*CAPN1*_316, TT-*CAPN1*_4751, GG-*CAST*_282 и GG-*CAST*_2959 на качество мяса. [21]

Так называемая «мраморная» говядина — один из лучших диетических продуктов по содержанию полиненасыщенных жирных кислот, полезных для сердечно-сосудистой системы, холина, защищающего мембраны клеток от повреждения и снижающего уровень холестерина в крови, а также витамина B12 и железа. Несмотря на влияние технологий откорма на количество внутримышечного жира (IMF, intramuscular fat), определяющего степень мраморности, это свойство обусловлено генетически, и поиск его маркеров актуален. [33]

Ген диацилглицерол-О-ацилтрансферазы 1 (*DGAT1*), картируемый у КРС на хромосоме ВТА14, кодирует одноименный фермент, участвующий в синтезе триглицеридов, диглицеридов и ацетилкофермента А. SNP в экзоне 8 (р. 10434 G→A и C→A, K232A), приводит к нарушению синтеза DGAT. Благодаря, наблюдаемому в ранних работах, положительному влиянию аллеля К на содержание жира в молоке, данный SNP долгое время рассматривали как маркер молочной продуктив-

ности. Позднее обнаружили положительную корреляцию аллеля *A-DGAT1* с содержанием внутримышечного жира в тушах (показатель IMF бычков с генотипом AA-K-232A был значительно выше, по сравнению с другими генотипами). [26] Аналогичные результаты наблюдали при исследовании венгерской популяции коров *абердин-ангусской* породы. [17]

Важную роль в регуляции обмена веществ играют гормоны щитовидной железы, в частности, тиреоглобулин (TG) как переносчик трийодтиронина (T3) и тироксина (T4), влияющих на способность тканей накапливать жир. Ген *TG* расположен в области центромеры BTA14 и состоит из 37 экзонов, а SNP в 5'-промоторной области р. 422 С→Т предположительно влияет на содержание IMF. Недавние исследования молодняка *абердин-ангусской* породы показали, что телята с генотипом *TG5-TT* имели более высокие среднесуточные привесы, по сравнению с аналогами генотипа CC. [6]

В связи с необходимостью повышения объемов производства говядины интерес представляют гены, оказывающие влияние на рост организма. Ген миостатина (*MSTN*), кодирующий белок класса миокинов, известен как фактор роста и дифференцировки 8 (Growth Differentiation factor-8, GDF-8), тормозящий рост мышечной ткани из-за подавления пролиферации и дифференцировки миоцитов. [10] Делеция гена *MSTN*, описанная у многих млекопитающих, повреждает белок *MSTN*, что приводит к двукратному увеличению скелетных мышц вследствие гиперплазии мышечных волокон. [3] Ген *MSTN*, идентифицированный в 1997 году, локализован на BTA2, у животных *абердин-ангусской* породы зарегистрировано две мутации данного гена: делеция nt821del11 *MSTN* и SNP F94L *MSTN*. Несмотря на выгодный, с точки зрения мясной продуктивности, фенотип мышечной гипертрофии, наблюдаемый при проявлении nt821del11 *MSTN*, данная мутация была отнесена к генетическим дефектам (M1, OMIA:000683-9913) из-за негативного влияния на здоровье животных (трудные отелы, проблемы с воспроизводством). [23] Альтернативный SNP F94L *MSTN* (с.282C>A р.Phe94Leu) также индуцирует мышечную гипертрофию, но без воздействия на вес телят при рождении, что делает данную мутацию потенциальным генетическим маркером повышенной мышечной массы. Ранее проведенное генотипирование российских популяций *абердин-ангусского* скота показало низкую частоту встречаемости желательного аллеля A-F94L *MSTN*. [23]

Интересен высокополиморфный ген лептина (*LEP*), кодирующий одноименный глобулярный белок-цитокин, синтезируемый жировой тканью, основная роль которого заключается в регуляции энергетического баланса. [16] Исследования телок *абердин-ангусской* породы показали связь полиморфизмов *LEP* C528T и *LEP* C73T с показателями IMF и толщины шпика — наиболее высокими они оказались у гетерозиготных животных. [19] Проведенное нами в 2022 году исследование молодняка *абердин-ангусской* породы по полиморфизму Arg4Cys *LEP* (R25C) показало положительное влияние аллеля T на среднесуточный прирост массы в возрасте от рождения до восьми месяцев — бычки с генотипом TT достоверно превосходили аналогов с генотипом СТ на 13,2 г. [9]

Гормоны соматотропного каскада — соматотропин (GH), рецептор — GHR и иммуноглобулиновый фактор 1 (IGF-1) влияют на процесс роста млекопитающих. В 2021 году наблюдали связь генов *GH*, *GHR* и *IGF-1* с продуктивностью крупного рогатого скота *абердин-ангусской* породы. У животных с генотипами *GH^{NV}*, *GHR^{FF}* и *IGF^{BB}* самые высокие показатели прироста массы, наиболее рентабельные диплоиды: *GH^{NV}—IGF^{BB}* и *GH^{LL}—IGF^{AA}*. [19]

Несмотря на очевидный высокий генетический потенциал *абердин-ангусской* породы, интенсивное ее разведение привело к снижению степени гетерозиготности в популяциях и накоплению генетического груза в виде мутантных аллелей, связанных с наследственными заболеваниями. [22] Согласно базе данных OMIA (Online Mendelian inheritance in animals) среди *абердин-ангусов* зарегистрировано наибольшее число генетических аномалий, по сравнению с другими мясными породами [www.omia.angis.org]. Евразийской экономической комиссией было принято решение коллегии № 74 от 2 июня 2020 года «Об утверждении положения о проведении молекулярной генетической экспертизы племенной продукции государств-членов евразийского экономического союза», регламентирующее на территории России обязательное ДНК-тестирование КРС *абердин-ангусской* и производных от нее пород по восьми генетическим дефектам. [12]

Исследования российских популяций *абердин-ангусов* на множественный артрогрипоз (AM), остеопетроз (OS), дупликация при развитии (DD) и мышечную гипертрофию (M1) выявили в стадах единичных носителей: частота AMC-животных — 0...2,38%, DDC — 0,9...8,5, M1C — 0,15, OSC — не более 0,26%. [21] Риск распространения наследственных аномалий путем передачи от родителей потомству мутантных аллелей, ассоциированных с заболеваниями, оказался достаточно велик: в популяции *абердин-ангусов* одного из российских хозяйств среди животных 2013 года рождения носители генетических дефектов AM и DD отсутствовали, а у их потомков (2017) они появились (1,7%), что указывает на риск бесконтрольного использования этой породы и необходимость ДНК-тестирования животных по генетическим дефектам. [24]

Для решения проблемы дефицита говядины актуально совершенствование мясных пород крупного рогатого скота при помощи инновационных селекционно-генетических методов. [5]

Наиболее совершенный, по сравнению с ранее применяемой оценкой производителей по качеству потомства, — метод геномной селекции, точность которой возрастает по мере увеличения поголовья и количества оцениваемых параметров. [20] В настоящее время в геномной оценке мясного КРС России учитывают лишь критерии живой массы, экстерьеры и молочности маток, что недостаточно для ускорения и повышения качества селекционного процесса. Необходим поиск дополнительных информативных признаков, например, убойный выход, товарный класс туши по выходу постного мяса, эффективность использования корма (RFI, residual feed intake), мраморность, площадь ребра (мышечного глазка). У бычков *абердин-ангусской* породы с отрицательным значением RFI отмечали лучшее сочетание показателей конверсии корма, среднесуточного прироста и потребленного сухого вещества рациона, что показы-

вает целесообразность введения данного критерия в систему геномной оценки. [13]

Консолидация усилий мясных скотоводческих хозяйств, мясоперерабатывающих предприятий и научных организаций способствует совершенствованию мясного скота. Например, АПХ «Мираторг» с большим поголовьем *абердин-ангусской* породы на нескольких фермах различных субъектов Российской Федерации [https://miratorg.ru/about/], создавший в 2019 году Центр геномной селекции для оценки племенной ценности и совершенствования системы селекции КРС *абердин-ангусской* породы и Национальную ассоциацию по *абердин-ангусской* породе, и некоммерческая общественная Ассоциация заводчиков *абердин-ангусского* скота, у истоков которой стоят два российских племязавода по данной породе: ООО «Суерь» (Курганская обл.) и ООО «Стивенсон-Спутник» (Ленинградская обл.), где основу составляет скот австралийского и американского происхождения. [4, 11]

Выводы. Анализ *абердин-ангусской* породы показал, что она подходит для разведения на территории России, так как от животных при низких затратах на содержание возможно получать качественное мясо.

Высокая продуктивность породы, наблюдаемая на практике и подтверждаемая современными научными исследованиями, а также работа по совершенствованию *абердин-ангусов* обеспечат Россию мясом высокого качества и позволят не зависеть от иностранного генетического материала крупного рогатого скота.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Анциферова О.Ю., Петрова Л.М. Уровень самообеспечения основными продуктами питания ключевой критерий продовольственной безопасности страны // Московский экономический журнал. 2021. № 11. С. 714–721. <https://doi.org/10.24412/2413-046X-2021-10703>
2. Батанов С.Д., Старостина О.С., Атнабаева Н.А., Дякин С.И. Селекционно-генетические параметры роста, развития и типа телосложения ремонтных телок *абердин-ангусской* породы и помесей с черно-пестрой породой // Молочное и мясное скотоводство. 2023. № 3. С. 14–18. <https://doi.org/10.33943/MMS.2023.68.46.003>
3. Васюкова О.В., Касьянова Ю.В., Окороков П.Л., Безлепкина О.Б. Миокины и адипомиокины: медиаторы воспаления или уникальные молекулы таргетной терапии ожирения? // Проблемы эндокринологии. 2021. 67(4). С. 36–45. <https://doi.org/10.14341/probl12779>
4. В России появилась Ассоциация заводчиков *абердин-ангусского* скота. 9 августа 2017 г. <https://ggshu.tatarstan.ru/index.htm/news/984526.htm> (Дата обращения: 02.10.2024).
5. Габидулин В.М., Алимова С.А., Тарасов М.В., Мищенко Н.В. Продуктивность скота *абердин-ангусской* породы австралийской селекции на территории России в юго-западной части Сибири // Разведение, селекция, генетика. С. 20–23.
6. Гуминская Е.Ю., Сидунов С.В., Лобан Р.В., Сидунова М.Н. Взаимосвязь полиморфизма генов тиреоглобулина и лептина с интенсивностью роста ремонтного молодняка *абердин-ангусской* породы // РУП «Научно-практический центр Национальной Академии Наук Беларуси по животноводству» 2023. С. 250–256. <https://doi.org/10.61562/mgfa2023.35>
7. Ежегодник по племенной работе в мясном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации (2023 год). Издательство ФГБНУ ВНИИплем, 2024 г.
8. Емельяненко А.В., Куш Е.Д., Каюмов Ф.Г., Третьякова Р.Ф. Мясная продуктивность бычков разных мясных пород // Животноводство и кормопроизводство. 2020. Т. 103. № 2. С. 68–74. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-103-2-68>
9. Коновалова Е.Н., Селионова, М.И., Гладырь и др. ДНК-анализ полиморфизмов генов миостатина, лептина и кальпаина 1 у крупного рогатого скота *абердин-ангусской* породы российской популяции // Сельскохозяйственная биология. 2023. 58 (4). С. 622–637.
10. Кукес В.Г., Газданова А.А., Фуралев В.А. и др. Современное представление о биологической роли и клиническом значении миостатина — главного регулятора роста и дифференцировки мышц // Медицинский вестник Северного Кавказа. 2021. Т. 16. № 3. С. 327–332.
11. Национальная ассоциация поставщиков, заводчиков и селекционеров крупного рогатого скота *абердин-ангусской* породы. https://www.vij.ru/images/conf-23/LISKUN/round_table_2023/presentations/5Miratorg.pdf (Дата обращения: 02.10.2024).
12. Решение № 74 от 02 июня 2020 г. Об утверждении Положения о проведении молекулярной генетической экспертизы племенной продукции государств-членов Евразийского экономического союза. https://eec.eaeunion.org/upload/medialibrary/58b/Reshenie-Kollegii_-74-ot-2-iyunya-2020-g.-_genekspertiza_.pdf (Дата обращения: 02.10.2024).
13. Сермягин А.А., Боголюбова Н.В., Белоус А.А. и др. Показатели мясной продуктивности, эффективности использования корма и химического состава мяса бычков *абердин-ангусской* породы // Аграрная наука. 2023. 377(12). С. 67–73. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-377-12-67-73>
14. Столповский Ю.А., Кузнецов С.Б., Солоднёва Е.В., Шумов И.Д. Новая система генотипирования крупного рогатого скота на основе технологии ДНК-микрочипов // Генетика. 2022. № 58(8). С. 857–871. <https://doi.org/10.31857/S0016675822080094>
15. Фомина Н.В., Лоретц О.Г., Быкова О.А. Продуктивные качества животных *абердин-ангусской* породы с учетом селекционно-генетических параметров. Аграрный вестник Урала. 2019. № 3. С. 37–42. https://doi.org/10.32417/article_5ce3fd015cf214.96210190
16. Худякова Н.А., Кожевникова И.С., Кудрина М.А. и др. Влияние гена лептина на продолжительность хозяйственного использования крупного рогатого скота // Вестник КрасГАУ. 2023. № 12. С. 146–153. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2023-12-146-153>
17. Anton I., Kovács K., Holló G. et al. Effect of leptin, DGAT1 and TG gene polymorphisms on the intramuscular fat of Angus cattle in Hungary // Livestock Science. 2011. Vol. 135. PP. 300–303. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2010.07.012>
18. Dushayeva L.Z., Nametov A.M., Beishova I.S. et al. Marking of Meat Productivity Features in Pairs of bGH, bGHR and bIGF-1 Polymorphic Genes in Aberdeen-Angus Cattle // OnLine Journal of Biological Sciences. 2021. № 21 (2). PP. 334–345. <https://doi.org/10.3844/ojbsci.2021.334.345>
19. Dzhulamanov K.M., Lebedev S.V., Gerasimov N., Kolpakov V.I. Effect of leptin C528T and leptin C73T polymorphisms and pregnancy on adipose tissue formation and carcass grade in Aberdeen Angus heifers and first-calf cows // Veterinary World. 2022. № 15(7). PP. 1632–1640.
20. Gutierrez-Reinoso M.A., Aponte P.M., Garcia-Herreros M. Genomic Analysis, Progress and Future Perspectives in Dairy Cattle Selection: A Review // Animals (Basel). 2021. Vol. 11(3). PP. 599–614. <https://doi.org/10.3390/ani11030599>

21. Konovalova E., Romanenkova O., Evstafeva L. et al. Aberdeen Angus beef quality and profitability in dependence of the genotypes. E3S WEB OF CONFERENCES. X International Conference on Advanced Agritechologies, Environmental Engineering and Sustainable Development (AGRITECH-X 2024). Том 548. Les Ulis. 2024.
<https://doi.org/10.1051/e3sconf/202454802017>
22. Konovalova E., Romanenkova O., Kostyunina O., Gladyr E. The molecular bases study of the inherited diseases for the health maintenance of the beef cattle // Genes. 2021. T. 12. № 5. <https://doi.org/10.3390/genes12050678>
23. Konovalova E.N., Romanenkova O.S., Zimina A.A. et al. The genotyping results of the Russian cattle populations of Aberdeen Angus, Limousine, Simmental and Belgian Blue 3 breeds on F94L and nt821del11 mutations of the myostatin gene // Animals. 2021. № 11. PP. 1–13.
<https://doi.org/10.3390/ani11102810>
24. Konovalova E.N., Volkova V.V., Romanenkova O.S. Aberdeen Angus cattle breed in Russia: prevention of the genetic defects and evaluation of the risk of their spread by transferring from parents to offspring. В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. 2019. PP. 42008.
25. Li Y., Wang H., Yang Z. et al. Rapid Non-Destructive Detection Technology in the Field of Meat Tenderness: A Review. Foods. 2024. № 13. P. 1512.
<https://doi.org/10.3390/foods13101512>
26. Titanov Z., Kazhgaliyev N., Kulmagambetov T. et al. Adaptation of the Third Generation Aberdeen Angus Heifers in the North Kazakhstan Region // OnLine Journal of Biological Sciences. 2023. № 23 (2). PP. 133–141.
<https://doi.org/10.3844/ojbsci.2023.133.141>
7. Ezhegodnik po plemennoj rabote v myasnom skotovodstve v hozyajstvax Rossijskoj Federacii (2023 god). Izdatel'stvo FGBNU VNIIPlem, 2024 g.
8. Emel'yanenko A.V., Kushch E.D., Kayumov F.G., Tret'yakova R.F. Myasnaya produktivnost' bychkov raznyh myasnyh porod // Zhivotnovodstvo i kormoproizvodstvo. 2020. T. 103. № 2. С. 68–74. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-103-2-68>
9. Konovalova E.N., Selionova, M.I., Gladyr' i dr. DNK-analiz polimorfizmov genov miostatina, leptina i kal'paina 1 u krupnogo rogatogo skota aberdin angusskoj породы russijskoj populyacii // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. 2023. 58 (4). S. 622–637.
10. Kukes V.G., Gazdanova A.A., Furalev V.A. i dr. Sovremennoe predstavlenie o biologicheskoy roli i klinicheskom znachenii miostatina – glavnogo regul'yatora rosta i differencirovki myshc // Medicinskij vestnik Severnogo Kavkaza. 2021. T. 16. № 3. S. 327–332.
11. Nacional'naya associaciya postavshchikov, zavodchikov i selekcionerov krupnogo rogatogo skota aberdin-angusskoj породы. https://www.vij.ru/images/conf-23/LISKUN/round_table_2023/presentations/5Miratorg.pdf (Data obrashcheniya: 02.10.2024).
12. Reshenie № 74 ot 02 iyunya 2020 g. Ob utverzhdenii Polozheniya o provedenii molekulyarnoj geneticheskoy ekspertizy plemennoj produkcii gosudarstv-chlenov Evrazijskogo ekonomicheskogo soyuza. https://eec.eaeunion.org/upload/medialibrary/58b/Reshenie-Kollegii_-74-ot-2-iyunya-2020-g.-_geneksper-tiza_.pdf (Data obrashcheniya: 02.10.2024).
13. Sermiyagin A.A., Bogolyubova N.V., Belous A.A. i dr. Pokazateli myasnoj produktivnosti, effektivnosti ispol'zovaniya kor-ma i himicheskogo sostava myasa bychkov aberdin-angusskoj породы // Agrarnaya nauka. 2023. 377(12). S. 67–73.
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-377-12-67-73>
14. Stolpovskij Yu.A., Kuznecov S.B., Solodneva E.V., Shumov I.D. Novaya sistema genotipirovaniya krupnogo rogatogo skota na osnove tekhnologii DNK-mikrochipov // Genetika. 2022. № 58(8). S. 857–871.
<https://doi.org/10.31857/S0016675822080094>
15. Fomina N.V., Loretc O.G., Bykova O.A. Produktivnye kachestva zhivotnyh aberdin-angusskoj породы s uchetom selekcionno-geneticheskikh parametrov. Agrarnyj vestnik Urala. 2019. № 3. S. 37–42.
https://doi.org/10.32417/article_5ce3fd015cf214.96210190
16. Hudyakova N.A., Kozhevnikova I.S., Kudrina M.A. i dr. Vliyaniye gena leptina na prodolzhitel'nost' hozyajstvennogo ispol'zovaniya krupnogo rogatogo skota // Vestnik KrasGAU. 2023. № 12. S. 146–153.
<https://doi.org/10.36718/1819-4036-2023-12-146-153>
17. Anton I., Kovács K., Holló G. et al. Effect of leptin, DGAT1 and TG gene polymorphisms on the intramuscular fat of Angus cattle in Hungary // Livestock Science. 2011. Vol. 135. PP. 300–303. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2010.07.012>
18. Dushayeva L.Z., Nametov A.M., Beishova I.S. et al. Marking of Meat Productivity Features in Pairs of bGH, bGHR and bIGF-1 Polymorphic Genes in Aberdeen-Angus Cattle // OnLine Journal of Biological Sciences. 2021. № 21 (2). PP. 334–345. <https://doi.org/10.3844/ojbsci.2021.334.345>
19. Dzhulamanov K.M., Lebedev S.V., Gerasimov N., Kolpakov V.I. Effect of leptin C528T and leptin C73T polymorphisms and pregnancy on adipose tissue formation and carcass grade in Aberdeen Angus heifers and first-calf cows // Veterinary World. 2022. № 15(7). PP. 1632–1640.
20. Gutierrez-Reinoso M.A., Aponte P.M., Garcia-Herreros M. Genomic Analysis, Progress and Future Perspectives in Dairy Cattle Selection: A Review // Animals (Basel). 2021. Vol. 11(3). PP. 599–614. <https://doi.org/10.3390/ani11030599>
21. Konovalova E., Romanenkova O., Evstafeva L. et al. Aberdeen Angus beef quality and profitability in dependence of the

REFERENCES

1. Anciferova O.Yu., Petrova L.M. Uroven' samoobespecheniya osnovnymi produktami pitaniya klyuchевой kriterij prodovol'stvennoj bezopasnosti strany // Moskovskij ekonomicheskij zhurnal. 2021. № 11. S. 714–721.
<https://doi.org/10.24412/2413-046H-2021-10703>
2. Batanov S.D., Starostina O.S., Atnabaeva N.A., Dyakin S.I. Selekcionno-geneticheskije parametry rosta, razvitiya i tipa teloslozheniya remontnyh telok aberdin angusskoj породы i pomesej s cherno-pestroj porodoj // Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. 2023. № 3. S. 14–18.
<https://doi.org/10.33943/MMS.2023.68.46.003>
3. Vasyukova O.V., Kas'yanova Yu.V., Okorokov P.L., Bezlep-kina O.B. Miokiny i adipomiokiny: mediatory vospaleniya ili unikal'nye molekuly targetnoj terapii ozhireniya? // Problemy endokrinologii. 2021. 67(4). S. 36–45.
<https://doi.org/10.14341/probl12779>
4. V Rossii poyavilas' Associaciya zavodchikov aberdin-angusskogo skota. 9 avgusta 2017 g. <https://ggshu.tatarstan.ru/index.htm/news/984526.htm> (Data obrashcheniya: 02.10.2024).
5. Gabidulin V.M., Alimova S.A., Tarasov M.V., Mishchenko N.V. Produktivnost' skota aberdin-angusskoj породы avstralijskoj selekcii na territorii Rossii v yugo-zapadnoj chasti Sibiri // Razvedenie, selekciya, genetika. S. 20–23.
6. Guminskaya E.Yu., Sidunov S.V., Loban R.V., Sidunova M.N. Vzaimosvyaz' polimorfizma genov tireoglobulina i leptina s intensivnost'yu rosta remonnogo molodnyaka aberdin-angusskoj породы // RUP «Nauchno-prakticheskij centr Nacional'noj Akademii Nauk Belarusi po zhivotnovodstvu» 2023. S. 250–256.
<https://doi.org/10.61562/mgfa2023.35>

- genotypes. E3S WEB OF CONFERENCES. X International Conference on Advanced Agritechologies, Environmental Engineering and Sustainable Development (AGRITECH-X 2024). Том 548. Les Ulis. 2024.
<https://doi.org/10.1051/e3sconf/202454802017>
22. Konovalova E., Romanenkova O., Kostyunina O., Gladyr E. The molecular bases study of the inherited diseases for the health maintenance of the beef cattle // Genes. 2021. Т. 12. № 5. <https://doi.org/10.3390/genes12050678>
 23. Konovalova E.N., Romanenkova O.S., Zimina A.A. et al. The genotyping results of the Russian cattle populations of Aberdeen Angus, Limousine, Simmental and Belgian Blue 3 breeds on F94L and nt821del11 mutations of the myostatin gene // Animals. 2021. № 11. PP. 1–13.
<https://doi.org/10.3390/ani11102810>
 24. Konovalova E.N., Volkova V.V., Romanenkova O.S. Aberdeen Angus cattle breed in Russia: prevention of the genetic defects and evaluation of the risk of their spread by transferring from parents to offspring. В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. 2019. P. 42008.
 25. Li Y., Wang H., Yang Z. et al. Rapid Non-Destructive Detection Technology in the Field of Meat Tenderness: A Review. Foods. 2024. № 13. P. 1512.
<https://doi.org/10.3390/foods13101512>
 26. Titanov Z., Kazhgaliyev N., Kulmagambetov T. et al. Adaptation of the Third Generation Aberdeen Angus Heifers in the North Kazakhstan Region // OnLine Journal of Biological Sciences. 2023. № 23 (2). PP. 133–141.
<https://doi.org/10.3844/ojbsci.2023.133.141>

Поступила в редакцию 02.09.2024

Принята к публикации 16.09.2024

УДК 636.082

DOI: 10.31857/S2500208225010138, EDN: CSFXHF

УСТАНОВЛЕНИЕ СВЯЗИ ПОЛИМОРФИЗМА ГЕНА ЛЕПТИНА (САЙТ R25C) С ХОЗЯЙСТВЕННО ПОЛЕЗНЫМИ ПРИЗНАКАМИ*

Ирина Сергеевна Кожевникова, кандидат биологических наук
Наталья Александровна Худякова, кандидат сельскохозяйственных наук
Мария Сергеевна Калмыкова, младший научный сотрудник
Андрей Сергеевич Кашин, младший научный сотрудник

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова Уральского отделения Российской академии наук, г. Архангельск, Россия
 E-mail: labinnovrazv@yandex.ru

Аннотация. В статье представлены результаты действия генетических факторов на хозяйственно полезные признаки сельскохозяйственных животных. Установлена связь полиморфизма гена лептина (сайт R25C) с молочной продуктивностью, а также показателями живой массы в период роста и развития коров холмогорской породы. Исследование проводили на маточном поголовье крупного рогатого скота в АО «Холмогорский Племязавод». Анализ частоты встречаемости генотипов однонуклеотидного полиморфизма R25C у коров показал преобладание гетерозиготного генотипа RC (57,14%), при этом частота аллеля C составила 0,62, R – 0,38. Были получены данные по влиянию полиморфизма гена лептина (сайт R25C) на молочную продуктивность и развитие живой массы в разные возрастные периоды коров. Статистический анализ (Критерий Краскела-Уоллиса, U-критерий Манна-Уитни) не выявил достоверного действия однонуклеотидного полиморфизма R25C на показатели молочной продуктивности. Животные с генотипом RR характеризовались достоверно более высокой живой массой при рождении, в 18 мес. при первом осеменении, по сравнению с носителями других генотипов. Крупный розатый скот с генотипом RR имеет более длительный срок продуктивного использования. Полученные результаты свидетельствуют о том, что аллель R гена лептина положительно влияет на рост и развитие животных холмогорской породы. Данные закономерности могут быть использованы для повышения эффективности селекционно-племенной работы.

Ключевые слова: лептин R25C, живая масса, частота встречаемости, холмогорская порода

ASSOCIATING LEPTIN GENE POLYMORPHISM (SITE R25C) WITH ECONOMICALLY USEFUL TRAITS

I.S. Kozhevnikova, PhD in Biological Sciences
N.A. Khudyakova, PhD in Agricultural Sciences
M.S. Kalmykova, Junior Researcher
A.S. Kashin, Junior Researcher
FECIAR UrB RAS, Arkhangelsk, Russia
 E-mail: labinnovrazv@yandex.ru

* Статья подготовлена в рамках государственного задания Федерального исследовательского центра комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова Уральского отделения Российской академии наук «Молекулярно-генетическая оценка сельскохозяйственных животных по селекционным и хозяйственно-полезным признакам в условиях арктических и субарктических территорий РФ» (гос. № темы FUUW-2024-0006; № гос. регистрации темы – 124041000016-1). / The article was prepared as part of the state assignment of the Federal Research Center for Integrated Arctic Studies named after Academician N.P. Laverov of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences “Molecular genetic assessment of farm animals by breeding and economically useful characteristics in the Arctic and subarctic territories of the Russian Federation” (state. Topic No. FUUW-2024-0006; 124041000016-1).