

Научная статья
 УДК 630.03.516
 doi:10.35694/YARCX.2024.67.3.009

ОЦЕНКА ГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ СОВЕТСКОЙ ТЯЖЕЛОВОЗНОЙ ПОРОДЫ ЛОШАДЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МИКРОСАТЕЛЛИТНЫХ ЛОКУСОВ ДНК

**Анна Вячеславовна Борисова¹, Анна Валерьевна Устьянцева²,
 Анастасия Викторовна Санганаева³**

^{1, 2}Всероссийский научно-исследовательский институт коневодства, Дивово, Россия

³Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, Санкт-Петербург, Россия

¹vniik63@mail.ru, ORCID 0000-0003-0034-8747

²vniik63@mail.ru, ORCID 0000-0003-0516-9473

³asyvs@mail.ru, ORCID 0000-0002-5529-9949

Реферат. Советская тяжеловозная порода лошадей – уникальное достижение отечественных селекционеров. Цель исследования – провести мониторинг генетической структуры советской тяжеловозной породы лошадей по микросателлитным локусам ДНК, определить генетическое разнообразие в популяции, исследовать генетические особенности линий в породе с использованием микросателлитных маркеров. Объектом исследования являлись чистопородные лошади советской тяжеловозной породы с подтвержденным происхождением, материалом – ДНК сертификаты с результатами генотипирования образцов проб волоса лошадей по 17 микросателлитным локусам. При проведении генетико-популяционного анализа рассчитывали следующие показатели: общее число аллелей на локус (Na), частота встречаемости аллелей, уровень полиморфности (Ae), степень наблюдаемой (Ho) и ожидаемой (He) гетерозиготности. Коэффициенты внутривидового инбридинга (Fis), коэффициент фиксации (Fst), коэффициент инбридинга особей в популяции (Fit) оценивали с применением методов F-статистики и использованием программного обеспечения Microsoft Excel 2010. Научная новизна исследования заключается в изучении генетических особенностей и внутривидовой дифференциации, наличии внутренних ресурсов для успешного развития советской тяжеловозной породы без привлечения постороннего генетического потенциала. При тестировании лошадей советской тяжеловозной породы по 17 микросателлитным локусам ДНК определили 118 аллелей, из которых наиболее часто встречаются аллели: HTG4M (0,449), VHL200 (0,378), HMS6L (0,545), HTG10M (0,391), HTG7M (0,132), HMS2H (0,564). Выявлены редкие аллели: ANT4 M(0,002), HMS7Q (0,002), HTG6R(0,002), HMS3O (0,002). Результаты исследований позволяют заключить, что практически во всех линиях советской тяжеловозной породы отсутствует внутривидовой инбридинг, а применяемые методы разведения способствуют поддержанию генетического разнообразия в популяции.

Ключевые слова: советская тяжеловозная порода, мужские линии, генетический мониторинг, генетический маркер, микросателлиты ДНК, аллель, локус

GENETIC DIVERSITY ESTIMATION OF THE SOVIET HEAVY DRAFT HORSE BREED USING DNA MICROSATELLITE LOCI

Anna V. Borisova¹, Anna V. Ustyantseva², Anastasiya V. Sanganaeva³

^{1, 2}The All-Russian Research Institute of Horsebreeding, Divovo, Russia

³Saint-Petersburg State Agrarian University, Saint-Petersburg, Russia

¹vniik63@mail.ru, ORCID 0000-0003-0034-8747

²vniik63@mail.ru, ORCID 0000-0003-0516-9473

³asyvs@mail.ru, ORCID 0000-0002-5529-9949

Abstract. The Soviet Heavy Draft horse breed is a unique achievement of domestic breeders. The goal of research is to monitor the genetic structure of the Soviet Heavy Draft horse breed by microsatellite DNA loci, determine the genetic diversity in the population, and study the genetic characteristics of lines in the breed using microsatellite markers. The object of the study was purebred horses of the Soviet Heavy Draft breed with confirmed origin, material – DNA certificates with the results of genotyping of horse hair samples

Оценка генетического разнообразия советской тяжеловозной породы лошадей с использованием микросателлитных локусов ДНК

at 17 microsatellite loci. The following parameters were calculated during genetic-population analysis: the total number of alleles per locus (N_a), allele frequency, level of polymorphism (A_e), degree of observed (H_o) and expected (H_e) heterozygosity. The intrapopulation inbreeding coefficients (F_{is}), fixation coefficient (F_{st}), inbreeding coefficient of individuals in the population (F_{it}) were estimated using F-statistics methods and using Microsoft Excel 2010 software. The scientific novelty of the study lies in the study of genetic characteristics and intralinear differentiation, the availability of internal resources for the successful development of the Soviet Heavy Draft breed without attracting extraneous genetic potential. When testing horses of the Soviet Heavy Draft breed, 118 alleles were determined from 17 microsatellite DNA loci, of which the most common alleles are HTG4M (0.449), VHL200 (0.378), HMS6L (0.545), HTG10M (0.391), HTG7M (0.132), HMS2H (0.564). Rare alleles were identified: ANT4 M (0.002), HMS7Q (0.002), HTG6R (0.002), HMS3O (0.002). The research results allow us to conclude that almost all lines of the Soviet Heavy Draft breed do not have intrapopulation inbreeding, and the breeding methods used contribute to maintaining genetic diversity in the population.

Keywords: *Soviet Heavy Draft breed, male lines, genetic monitoring, genetic marker, DNA microsatellites, allele, locus*

Введение. Малочисленность племенного поголовья лошадей советской тяжеловозной породы повышает риск генетического замыкания в породе и сужения возможностей использования внутренних ресурсов для успешного развития без привлечения постороннего генетического материала, а также ведёт к сокращению внутривидового биоразнообразия.

После распада СССР племенное ядро породы сократилось почти в 2 раза. Согласно классификации пород по степени риска, представленной в отчёте ФАО (Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН) советская тяжеловозная порода входит в категорию имеющих «критический статус» [1]. При таком малочисленном поголовье необходимо использовать генетические методы оценки биоразнообразия в породе.

Сохранению биологического разнообразия в породах всегда уделялось большое внимание. Выявление и анализ редких генетических ресурсов способствует как сохранению, так и увеличению генетического разнообразия в малочисленных популяциях различных пород лошадей [2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 11; 12; 13].

Основным методом совершенствования советского тяжеловоза является чистопородное разведение. Ключевым элементом чистопородного разведения является разведение по линиям. Это одна из эффективных систем селекции. На основе разведения по линиям созданы и совершенствуются все заводские породы сельскохозяйственных животных как в нашей стране, так и в мировой практике [14; 15; 15; 16; 17]. В советской тяжеловозной породе в воспроизводстве используются 47 жеребцов-производителей из восьми линий.

Материалы и методы исследования. В исследование взяты данные лошадей (всего 527 голов), имеющих племенные паспорта, подтверждающие их происхождение, в том числе по микросателлитам ДНК. Материалом для исследования служили ДНК сертификаты лошадей советской

тяжеловозной породы с результатами генотипирования биологических проб по 17 микросателлитным локусам.

Генотипирование биологического материала лошадей проводилось в лаборатории генетики ФГБНУ «ВНИИ коневодства». ДНК выделяли из волосных луковиц с использованием реагентов «Diatom™ DNA Prep 200» (ООО «Лаборатория «Изоген», г. Москва).

Аmplification ДНК проводилась методом ПЦР на мультиплексном наборе праймеров StokMarks®. Для генотипирования амплификатов применяли четырёхканальный анализатор ABI 3130. Генетическое разнообразие субпопуляций по локусам микросателлитам ДНК оценивали по показателям: общее число аллелей на локус (N_a), частоту встречаемости аллелей, уровень полиморфности (A_e), степень наблюдаемой (H_o) и ожидаемой (H_e) гетерозиготности, коэффициент внутривидового инбридинга (F_{is}), коэффициент фиксации (F_{st}), коэффициент инбридинга особей в популяции (F_{it}).

Математически обрабатывали данные и строили дендрограммы с помощью программ MS Excel 10 и Statistics 12.

Результаты. При использовании стандартной панели из 17 микросателлитных локусов у анализируемых лошадей советской тяжеловозной породы выявлено 118 аллелей. Максимальное число аллелей в локусах – 13, минимальное – 2. Наибольшая вариабельность обнаружена в локусах ASB17 (13) и LEX3 (9). В генетической структуре лошадей советской тяжеловозной породы наиболее часто встречаются аллели: HTG4M (0,449), VHL200 (0,378), HMS6L (0,545), HTG10M (0,391), HTG7M (0,132) и HMS2H (0,564). Были выявлены редкие аллели ANT4 M(0,002), HMS7Q (0,002), HTG6R (0,002), HMS3O (0,002). В локусе ABS2 был выявлен аллель С (0,006) в Кемеровской популяции советской тяжеловозной породы (рис. 1).

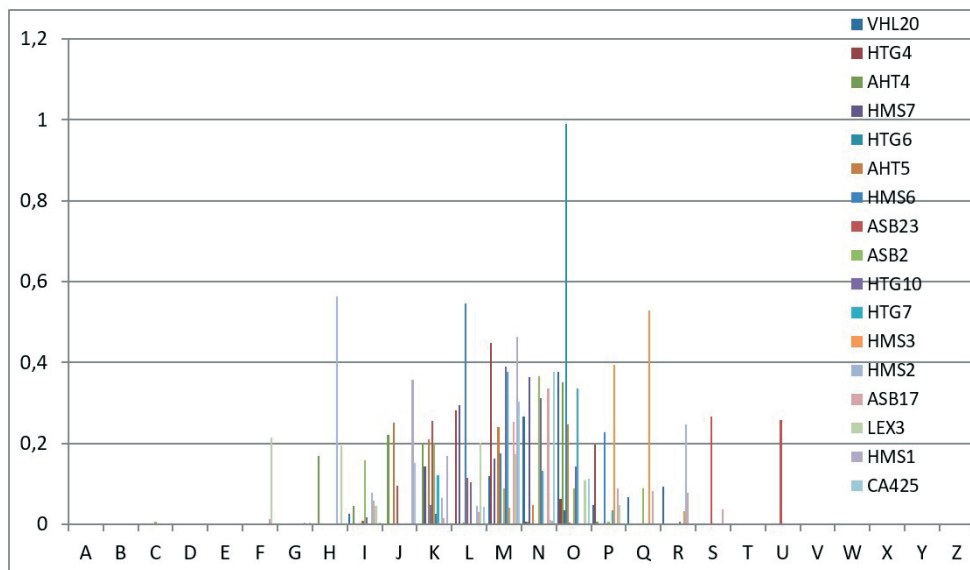


Рисунок 1 – Частота встречаемости аллелей 17 локусов микросателлитов ДНК у лошадей советской тяжеловозной породы

Дендрограмма генетических дистанций (рис. 2) показывает внутрипородную дифференциацию советского тяжеловоза. Первый кластер – это лошади, предки которых происходят из Починковского конного завода, одного из хозяйств – основателей породы. Второй кластер – это лошади, родившиеся в Мордовском конном заводе, втором по значению заводе, который стоял у истоков породы. В первой группе родословные лошадей насыщены кличками выдающихся жеребцов, таких как Феномен и Рафинад, во второй – это лошади мордовского типа породы, в создании

которого принимали участие лошади суффольской породы.

Для полной оценки внутрипородного генетического разнообразия лошадей советской тяжеловозной породы проанализировали генетические особенности продолжателей разных линий. В настоящее время в советской тяжеловозной породе имеется 9 линий (табл. 1).

Высокие показатели уровня полиморфизма отмечаются у линии Ковбоя ($A_e = 478$, $H_o = 6,73$). Высокие коэффициенты фиксации, характеризующие степень дифференциации линий на фоне

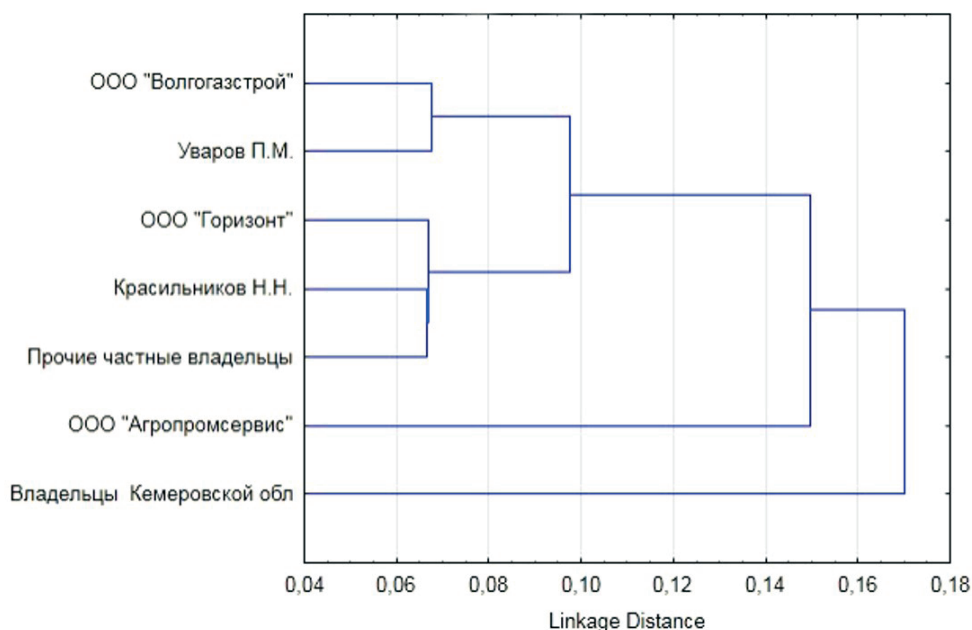


Рисунок 2 – Дендрограмма генетических дистанций субпопуляций лошадей советской тяжеловозной породы по локусам микросателлитов ДНК

Таблица 1 – Характеристика полиморфизма по 17 STR локусов в разных линиях лошадей советской тяжеловозной породы

Линия	Показатель							
	n	MNa	A _e	H _o	H _e	F _{is}	F _{st}	F _{it}
Феномена	135	6,118	3,467	0,666	0,663	-0,007	0,018	0,013
Омуля	118	5,941	3,393	0,676	0,656	-0,033	0,028	-0,002
Режима	6	3,235	2,661	0,681	0,551	-0,210	0,183	-0,009
Румба	40	4,529	2,867	0,623	0,611	-0,024	0,095	0,077
Ковбоя	114	5,529	3,478	0,673	0,665	-0,023	0,015	0,003
Жасмина	46	4,882	2,983	0,627	0,603	-0,046	0,107	0,071
Гарольда	39	4,824	3,024	0,597	0,610	0,007	0,096	0,142
Флейтиста	46	5,471	3,027	0,645	0,612	-0,054	0,093	0,044
Люсика	6	3,294	2,575	0,646	0,558	-0,163	0,173	0,043

породы по STR – локусам, были определены для линий Режима (0,183) и Люсика (0,173).

Практически для всех линий получены отрицательные значения Fis, кроме линии Гарольда, что свидетельствует об отсутствии внутрипопуляционного инбридинга в них. Показатель Fis по советской тяжеловозной породе в целом составляет 0,013, значит, имеется смещение генетического равновесия в сторону увеличения гомозиготных генотипов, что создаёт угрозу внутрипородного инбридинга.

Кластерный анализ генетических расстояний между анализируемыми генеалогическими группами показал, что первый кластер образуют линии Феномена и Омуля (рис. 3). Между этими группами наблюдается наибольшее генетическое сходство

по микросателлитным локусам, так как обе эти линии выделились из линии Божё. Многие выдающиеся лошади и продолжатели линий были получены при кроссе этих двух линий. Например: Капрал (кросс линий Феномен x Омуль), Ривер (кросс линий Омуль x Феномен). Ближе к ним стоит и линия Ковбоя, так как все основные продолжатели линии Ковбоя получены при кроссе с линиями Феномена и Омуля.

Значительное генетическое расстояние наблюдается между основными линиями и линиями Люсика и Флейтиста. В основных племенных хозяйствах представителей этих линий нет, они имеются только в популяции лошадей Кемеровской области, где использовались жеребцы – производители этих линий.

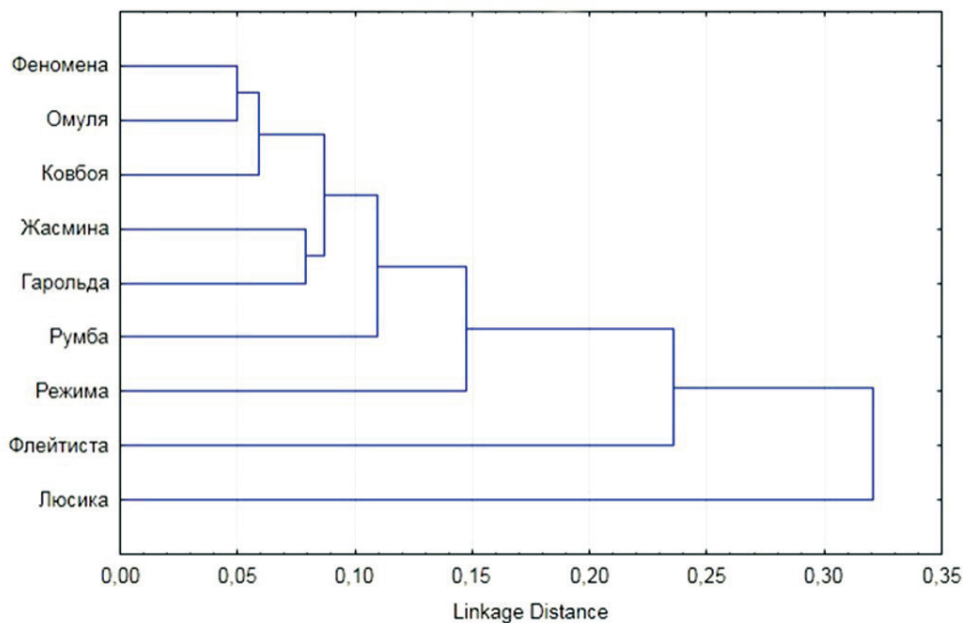


Рисунок 3 – Дендрограмма генетических дистанций между линиями советской тяжеловозной породы по 17 микросателлитным локусам ДНК

Сравнение лошадей советской тяжеловозной породы различных хозяйств по генетико-популяционным показателям позволило заключить, что максимальные показатели генетического разнообразия, включая уровень полиморфности ($A_e = 3,677$) и степень гетерозиготности ($H_e = 0,678$), были выявлены у лошадей небольших частных коневладельцев, в производящий состав которых вошли лошади различного происхождения.

Коэффициент фиксации F_{st} , отражающий инбридинг в субпопуляциях относительно всей популяции, варьировал от 0,018 до 0,173 (табл. 1).

Большинство линий в породе имеют слабую дифференциацию $F_{st} = 0-0,05$ (Феномен, Омуть, Ковбой). Линии Румба, Гарольда, Жасмина и Флейтиста имеют среднюю дифференциацию $F_{st} = 0,05-0,15$. И только линии Режима и Люсика по своей генетической структуре имеют наибольшую дистанцию ($F_{st} = 0,15-0,25$).

Выводы.

1. При титровании лошадей советской тяжеловозной породы по 17 микросателлитным локусам ДНК определили 118 аллелей. Число аллелей

в локусах находилось в пределах от 5 до 13, причём наибольшее число вариантов представлено в локусах ASB17 (13), LEX3 (9).

2. В генетической структуре советской тяжеловозной породы наиболее часто встречаются следующие аллели: HTG4M (0,449), VHL200 (0,378), HMS6L (0,545), HTG10M (0,391), HTG7M (0,132), HMS2H (0,564).

3. Были выявлены редкие аллели: ANT4 M(0,002), HMS7Q (0,002), HTG6R(0,002), HMS3O (0,002). В локусе ABS2 был выявлен аллель С (0,006) в Кемеровской популяции советской тяжеловозной породы.

4. Дендрограмма генетических дистанций показывает внутривидовую генетико-географическую дифференциацию поголовья советского тяжеловоза.

5. Кластерный анализ генетических расстояний между анализируемыми генеалогическими группами определил линии, имеющие наибольшее генетическое сходство по микросателлитным локусам, и линии, имеющие высокий коэффициент дифференциации.

Список источников

1. The Second Report on the State of the World's Animal Genetic Resources for Food and Agriculture / FAO Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture. Rome, 2015. 784 p.
2. Блохина Н. В., Храброва Л. А., Николаева А. А. Влияние методов селекции на молекулярно-генетическую структуру лошадей буденновской породы // Генетика и разведение животных. 2019. № 2. С. 97–102. DOI 10.31043/2410-2733-2019-2-97-102. EDN QTQHYM.
3. Блохина Н. В., Гавриличева И. С. Генетическая характеристика лошадей рысистых пород по микросателлитным локусам ДНК // АгроЗооТехника. 2020. Т. 3, № 4. С. 3. DOI 10.15838/alt.2020.3.4.3. EDN JFTUFA.
4. Борисова А. В., Санганаева А. В. Мониторинг генетической структуры русской тяжеловозной породы лошадей // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2023. № 2 (71). С. 105–113. DOI 10.24412/2078-1318-2023-2-105-113. EDN SITNMM.
5. Вдовина Н. В., Юрьева И. Б. Мониторинг генетической структуры мезенской породы лошадей по микросателлитам ДНК // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2021. Т. 25, № 2. С. 202–207. DOI 10/18699/VJ21.024. EDN HAZEXD.
6. Дорофеева А. В., Подобаева Н. В., Самандеева Е. Г., Гавриличева И. С. Влияние пород-родоначальниц на генетическую структуру терской породы // Коневодство и конный спорт. 2024. № 2. С. 37–40. DOI 10.25727/HS.2024.2.60843. EDN CYQVDT.
7. Дубровин А. В., Гавриличева И. С. Генетическое разнообразие современных популяций лошадей новоалтайской породы // Коневодство и конный спорт. 2023. № 6. С. 23–27. DOI 10.25727/HS.2023.6.60122. EDN AJIWHM.
8. Дубровин А. В., Блохина Н. В., Борисова А. В. Оценка генетического сходства новоалтайской породы лошадей с исходными породами по микросателлитным локусам ДНК // Российская сельскохозяйственная наука. 2024. № 2. С. 54–58. DOI 10.31857/S2500262724020108. EDN GSPFUU.
9. Гарифутдинов Р. Р., Гайнуллина К. П., Кирьянова О. Ю. [и др.] Полиморфизм ДНК лошади *Equus caballus* и методы его выявления // Биомика. 2020. Т. 12, № 2. С. 272–299. DOI 10.31301/2221=6197.bmcs.2020-16. EDN VJMMYH.
10. Shelyov A. V., Kopylova K. V., Kramarenko S. S., Kramarenko A. S. Genetic structure of different equine breeds by microsatellite DNA loci // Agricultural science and practice. 2020. Vol. 7. No. 2. P. 3–13. DOI 10.15407/agrisp7.02.003.
11. Machmoum M., Boujenane I., Azelhak R. [et al.] Genetic Diversity and Population Structure of Arabian Horse Populations Using Microsatellite Markers // Journal of Equine Veterinary Science. 2020. Vol. 93. P. 103200. DOI 10.1016/j.jevs.2020.103200.

12. Amjadi M. A., Motahareh, Yeganeh H. M., Sadeghi M. [et al.] Microsatellite Analysis of Genetic Diversity and Population Structure of the Iranian Kurdish Horse // *Journal of Equine Veterinary Science*. 2021. Vol. 98. P. 103358. DOI 10.1016/j.jevs.2020.103358.

13. Маркин С. С., Козлов С. А., Зиновьева С. А. Оценка плодовой карьеры лошадей першеронской породы разной масти // *Вестник АПК Верхневолжья*. 2023. № 4 (64). С. 64–68. DOI 10.35694/YARCX.2023.64.4.008. EDN VIMTGB.

14. Басс С. П., Белоусова Н. Ф., Атнабаева Н. А. Генетические методы в линейном разведении лошадей вятской породы с использованием микросателлитов ДНК // *Известия Оренбургского аграрного университета*. 2023. № 1 (99). С. 312–317. DOI 10.37670/2073-0853-2023-99-1-312-317. EDN EOSREU.

15. Блохина Н. В., Храброва Л. А. Характеристика чистокровных верховых жеребцов разных линий по микросателлитным локусам // *Генетика и разведение животных*. 2019. № 3. С. 11–17. EDN FYTSAR.

16. Храброва Л. А., Блохина Н. В., Белоусова Н. Ф., Котран Е. Г. Оценка генеалогической структуры вятской породы лошадей (*Equus ferus caballus*) с использованием анализа ДНК // *Генетика*. 2022. Т. 58, № 4. С. 457–462. DOI 10.31857/S0016675822040063. EDN ICWPEH.

17. Khrabrova L. A., Blohina N. V., Suleymanov O. I. [et al.] Assessment of line differentiation in the Thoroughbred horse breed using DNA microsatellite loci // *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2019. Vol. 23, No. 5. P. 569–574. DOI 10.18699/VJ19.526. EDN AIGROP.

References

1. The Second Report on the State of the World's Animal Genetic Resources for Food and Agriculture / FAO Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture. Rome, 2015. 784 p.

2. Blokhina N. V., Khrabrova L. A., Nikolaeva A. A. Vliyaniye metodov selekcii na molekulyarno-geneticheskuyu strukturu loshadej budennovskoj porody // *Genetika i razvedeniye zhivotnyh*. 2019. № 2. S. 97–102. DOI 10.31043/2410-2733-2019-2-97-102. EDN QTQHYM.

3. Blokhina N. V., Gavrilicheva I. S. Geneticheskaya harakteristika loshadej rysistyh porod po mikrosatellitnym lokusam DNK // *AgroZooTekhnika*. 2020. Т. 3, № 4. С. 3. DOI 10.15838/alt.2020.3.4.3. EDN JFTUFA.

4. Borisova A. V., Sanganaeva A. V. Monitoring geneticheskoy struktury russkoj tyazhelovoznoj porody loshadej // *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2023. № 2 (71). S. 105–113. DOI 10.24412/2078-1318-2023-2-105-113. EDN SITNMM.

5. Vdovina N. V., Yur'eva I. B. Monitoring geneticheskoy struktury mezenskoj porody loshadej po mikrosatellitam DNK // *Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii*. 2021. Т. 25, № 2. S. 202–207. DOI 10/18699/VJ21.024. EDN HAZEXD.

6. Dorofeeva A. V., Podobaeva N. V., Samandeeva E. G., Gavrilicheva I. S. Vliyaniye porod-rodonachal'nic na geneticheskuyu strukturu terskoj porody // *Konevodstvo i konnyj sport*. 2024. № 2. S. 37–40. DOI 10.25727/HS.2024.2.60843. EDN CYQVDT.

7. Dubrovin A. V., Gavrilicheva I. S. Geneticheskoe raznoobrazie sovremennyh populyacij loshadej novoaltajskoj porody // *Konevodstvo i konnyj sport*. 2023. № 6. S. 23–27. DOI 10.25727/HS.2023.6.60122. EDN AJIWHM.

8. Dubrovin A. V., Blokhina N. V., Borisova A. V. Ocenka geneticheskogo skhodstva novoaltajskoj porody loshadej s iskhodnymi porodami po mikrosatellitnym lokusam DNK // *Rossiyskaya sel'skohozyajstvennaya nauka*. 2024. № 2. S. 54–58. DOI 10.31857/S2500262724020108. EDN GSPFUU.

9. Garafutdinov R. R., Gajnullina K. P., Kir'yanova O. Yu. [i dr.] Polimorfizm DNK loshadei *Equus caballus* i metody ego vyyavleniya // *Biomika*. 2020. Т. 12, № 2. S. 272–299. DOI 10.31301/2221=6197.bmcs.2020-16. EDN VJMMYH.

10. Shelyov A. V., Kopylova K. V., Kramarenko S. S., Kramarenko A. S. Genetic structure of different equine breeds by microsatellite DNA loci // *Agricultural science and practice*. 2020. Vol. 7. No. 2. P. 3–13. DOI 10.15407/agrisp7.02.003.

11. Machmoum M., Boujenane I., Azelhak R. [et al.] Genetic Diversity and Population Structure of Arabian Horse Populations Using Microsatellite Markers // *Journal of Equine Veterinary Science*. 2020. Vol. 93. P. 103200. DOI 10.1016/j.jevs.2020.103200.

12. Amjadi M. A., Motahareh, Yeganeh H. M., Sadeghi M. [et al.] Microsatellite Analysis of Genetic Diversity and Population Structure of the Iranian Kurdish Horse // *Journal of Equine Veterinary Science*. 2021. Vol. 98. P. 103358. DOI 10.1016/j.jevs.2020.103358.

13. Markin S. S., Kozlov S. A., Zinovieva S. A. Assessment of the fruit career of horses of the Percheron breed of different colors // *Bulletin of the agroindustrial complex of the Upper Volga region*. 2023. No. 4 (64). pp. 64–68. DOI 10.35694/YARCX.2023.64.4.008. EDN VIMTGB.

14. Bass S. P., Belousova N. F., Atnabaeva N. A. Geneticheskie metody v linejnom razvedenii loshadej vyatskoj porody s ispol'zovaniem mikrosatellitov DNK // *Izvestiya Orenburgskogo agrarnogo universiteta*. 2023. № 1 (99). S. 312–317. DOI 10.37670/2073-0853-2023-99-1-312-317. EDN EOSREU.

15. Blokhina N. V., Khrabrova L. A. Harakteristika chistokrovnyh verhovyh zherebcov raznyh linij po mikrosatellitnym lokusam // *Genetika i razvedeniye zhivotnyh*. 2019. № 3. S. 11–17. EDN FYTSAR.

16. Khrabrova L. A., Blokhina N. V., Belousova N. F., Kotran E. G. Ocenka genealogicheskoj struktury vyatskoj porody loshadej (*Equus ferus caballus*) s ispol'zovaniem analiza DNK // Genetika. 2022. T. 58, № 4. S 457–462. DOI 10.31857/S0016675822040063. EDN ICWPEH.

17. Khrabrova L. A., Blokhina N. V., Suleymanov O. I. [et al.] Assessment of line differentiation in the Thoroughbred horse breed using DNA microsatellite loci // Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2019. Vol. 23, No. 5. P. 569–574. DOI 10.18699/VJ19.526. EDN AIGROP.

Сведения об авторах

Анна Вячеславовна Борисова – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, старший научный сотрудник отдела селекции, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт коневодства», spin-код: 9420-2428.

Анна Валерьевна Устьянцева – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, старший научный сотрудник отдела селекции, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт коневодства», spin-код: 1845-3186.

Анастасия Викторовна Санганаева – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры крупного животноводства, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», spin-код: 2284-1349.

Information about the authors

Anna V. Borisova – Candidate of Agricultural Sciences, Docent, senior researcher of the Breeding Department, Federal State Budgetary Scientific Institution "The All-Russian Research Institute of Horsebreeding", spin-code: 9420-2428.

Anna V. Ustyantseva – Candidate of Agricultural Sciences, Docent, senior researcher of the Breeding Department, Federal State Budgetary Scientific Institution "The All-Russian Research Institute of Horsebreeding", spin-code: 1845-3186.

Anastasia V. Sanganaeva – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Large Animal Husbandry, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Saint-Petersburg State Agrarian University", spin-code: 2284-1349.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

