

УДК 636.012

ФОНД ЭРИТРОЦИТАРНЫХ АНТИГЕНОВ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА СИБИРИ

Камалдинов Е.В., Себежко О.И., Короткевич О.С.

*ФГБОУ ВПО «Новосибирский государственный аграрный университет»,
Новосибирск, e-mail: kamevar@gmail.com*

Оценивался уровень генетического сходства сибирского, интродуцированного серого украинского и якутского скота по частотам эритроцитарных антигенов с использованием метода Уорда и транспонированных данных. Установлены уникальные для каждой субпопуляции частотные профили и высокий уровень их генетического сходства. Наибольшее подобие установлено между интродуцированными породами ($0,872 \pm 0,051$) по сравнению с остальными ($0,711 \pm 0,076 - 0,870 \pm 0,053$). Кластерный анализ позволил обнаружить антигены, по частотам которых в условиях Западной Сибири породы отличались между собой или были схожи в большей степени. Делается предположение, что разведение завезённого на юг Западной Сибири якутского скота с целью сохранения его генофонда привело к изменению частот эритроцитарных антигенов по сравнению с аборигенным якутским. Подобные процессы имели место и в группах серого украинского скота и объясняются действием искусственного отбора.

Ключевые слова: генофонд, порода, крупный рогатый скот, эритроцитарные антигены

ERYTHROCYTE ANTIGENS POOL OF SIBERIAN CATTLE

Kamaldinov E.V., Sebezko O.I., Korotkevich O.S.

*Federal State Educational Establishment of Higher Professional Education
«Novosibirsk State Agrarian University», Novosibirsk, e-mail: kamevar@gmail.com*

The genetic resemblance of Siberian, Gray Ukrainian introduced and Yakutsky cattle was assessed by erythrocyte antigens frequencies using Ward method and transposed data. It was found unique frequencies profiles and high genetic similarity of the subpopulations. The affinity was estimated between introduced cattle ($0,872 \pm 0,051$) in comparison with the rest of groups ($0,711 \pm 0,076$). Cluster analysis uncovered the biggest and lowest genetic relationship in the antigens frequencies in groups of animals at different environment conditions. It is suggested that breeding imported to the South of Western Siberia Yakutsky cattle for the purpose of preservation of its gene pool, led to the change of erythrocyte antigens frequencies compared with the aboriginal one. Similar processes took place in groups of Gray Ukrainian cattle and are explained by the presence of artificial selection.

Keywords: gene pool, breed, cattle, erythrocyte antigens

В настоящее время во всём мире актуальной представляется проблема сохранения редких и исчезающих локальных пород сельскохозяйственных животных [13, 22, 27, 28], адаптированных к экологическим условиям различных регионов [19, 30, 33, 36, 40]. Это сопряжено с широким распространением трансконтинентальных пород и приводит к увеличению генетического однообразия [21, 23]. Данная тенденция может привести к снижению резистентности животных к различным заболеваниям и сказаться на эффективности дальнейшей селекционной работы [17, 18, 25, 29, 32, 35].

На территории Российской Федерации имеет место широкий спектр природно-климатических условий, которые на протяжении длительного периода времени приводили к формированию уникальных сочетаний признаков локальных субпопуляций [26]. В этой связи закономерным видится появление генетического разнообразия, необходимого для совершенствования существующих, создания новых пород животных, оценки роли

паратипических факторов в этом аспекте и процессе адаптации [7, 16, 20, 39]. Оценку генофонда чаще всего проводят по однонуклеотидному полиморфизму [34, 37, 41], генетическим системам сывороточных белков крови [3, 6, 7], частотам эритроцитарных антигенов [2, 4, 10, 42] и другим параметрам интерьера [15, 38].

Таким образом, целью наших исследований явилась сравнительная характеристика генофонда пород местного и интродуцированного скота Западной Сибири по частотам эритроцитарных антигенов.

Проведённые исследования являются частью программы комплексного изучения генофонда и фенофонда пород сельскохозяйственных животных Сибири [8, 11, 14, 24].

Материалы и методы исследований

Якутский и серый украинский скот был завезен ИЦиГ СО РАН в Западную Сибирь с целью сохранения генофонда пород [9, 12, 31]. У особей определяли частоты эритроцитарных антигенов с применением 46 моноспецифических сывороток по антигенам 8-ми генетическим системам.

Генетическое сходство оценивали с использованием коэффициентов Серебровского, Эвклида и кластерного анализа. В качестве метода группировки применяли алгоритм Уорда. Для поиска кластеров эритроцитарных антигенов, по частотам которых наблюдалось большее сходство, исходные данные подвергались транспонированию. Статистическую обработку проводили с помощью языка статистического программирования «R».

Результаты исследований и их обсуждение

Оценивался уровень генетического сходства интродуцированного и местного скота с красной степной породой, популяциями белого сибирского и якутского аборигенного скота [1, 27]. Характерной особенностью якутского и серого украинского скота явилось отсутствие у них антигенов K, I, P₂, T₂, B', D', J₂', O', J', B'', R₁, X₁, L' и M.

Выявлен в целом высокий уровень генетического сходства всех сравниваемых пород животных. Наибольшее подобие установлено между интродуцированными породами ($0,872 \pm 0,051$) по сравнению с остальными ($0,711 \pm 0,076 - 0,870 \pm 0,053$).

Использование многомерного агломеративного кластерного анализа позволило разбить субпопуляции крупного рогатого скота на группы и подгруппы по степени генетического сходства (рис. 1).

Полученные результаты показали наличие кластера 1, в котором оказались интродуцированные в Сибирь якутский скот и серая украинская порода. По всей видимости разведение завезённого на юг Западной Сибири якутского скота привело к изменению частот эритроцитарных антигенов по сравнению с аборигенным якутским. Предполагается, что подобные процессы имели место и в группах серого украинского скота и объясняются действием искусственного отбора, что встречается достаточно часто [1].

Наполнение кластера 2, с другой стороны, свидетельствовало о большем сходстве остальных пород. По всей видимости, это связано с тем, что чёрно-пёстрый, красный степной и белый сибирский скот на протяжении длительного периода времени разводились в условиях Сибири и были генетически более схожи между собой [5].

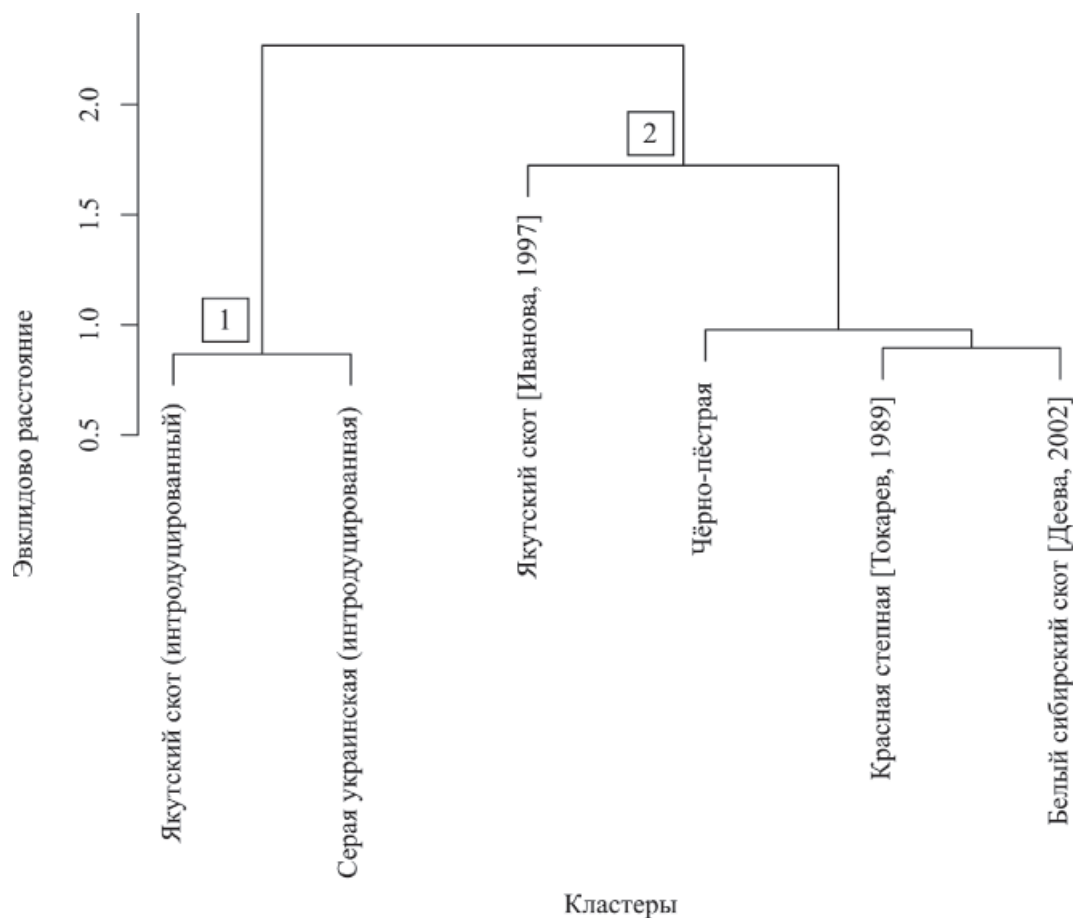


Рис. 1. Генетическое сходство пород крупного рогатого скота

Дальнейшее исследование частотно-го антигенного профиля проводилось по транспонированным исходным данным. Выявлен высокий уровень варьирования коэффициентов генетического сходства Серебровского (от 0,060 до 1). Количество коэффициентов выше 0,500 было более чем в 3,5 выше остальных, доля которых составляла 21,8 %. Это может служить показателем значительного сходства изучаемых субпопуляций и в большей мере по антигенам B_2 , O_1 , O_2 , E'_1 , E'_2 , G' , Q' , G'' , R_2 , W , V , L и Z . Отличия имелись лишь по антигенам H_1 и F .

Используя имеющиеся транспонированные данные, прибегли к оценке генетического сходства с помощью дендрограммы и дистанции Эвклида (рис. 2).

Применение агломеративного метода кластеризации Уорда привело к появлению двух крупных кластеров. Состав первого кластера определялся антигенами с низкими частотами встречаемости, в то время как второй включал все остальные. Как можно судить по рисунку, каждый крупный кластер имел достаточно сложное деление на подгруппы. Так, в третьем подкластере можно обнаружить эритроцитарные антигены, частоты которых обладали большей

изменчивостью по сравнению с таковыми в подкластере 4. В этих группах следует выделить антигены X_1 и L' , по которым наблюдались самые высокие лимиты изменчивости (0,000–0,503 и 0,000–705). Значительное сходство обнаружено по антигенам B'' , R_1 , T_2 и B' с самой низкой концентрацией в подкластере 4.

Установлено высокое подобие по наиболее часто встречаемым антигенам подкластера 5. Среди представителей этой группы антигены F и H_1 выделялись в большей степени (0,884–1,000 и 0,724–0,893 соответственно). В сравнении с ними антигены G_2 и G_3 отличались большим размахом вариации подкластера 6. По частотам других антигенов формирование кластеров поддавалось интерпретации в меньшей степени.

Примечательным представляется высокое подобие по частотам эритроцитарных антигенов скота, разводимого длительное время в условиях Сибири (чёрно-пестрый, красный степной и белый сибирский). Полученные результаты позволяют предполагать, что определённая степень сходства по изучаемым показателям у особей разных популяций одного вида может возникнуть при попадании их в одинаковые условия окружающей среды.

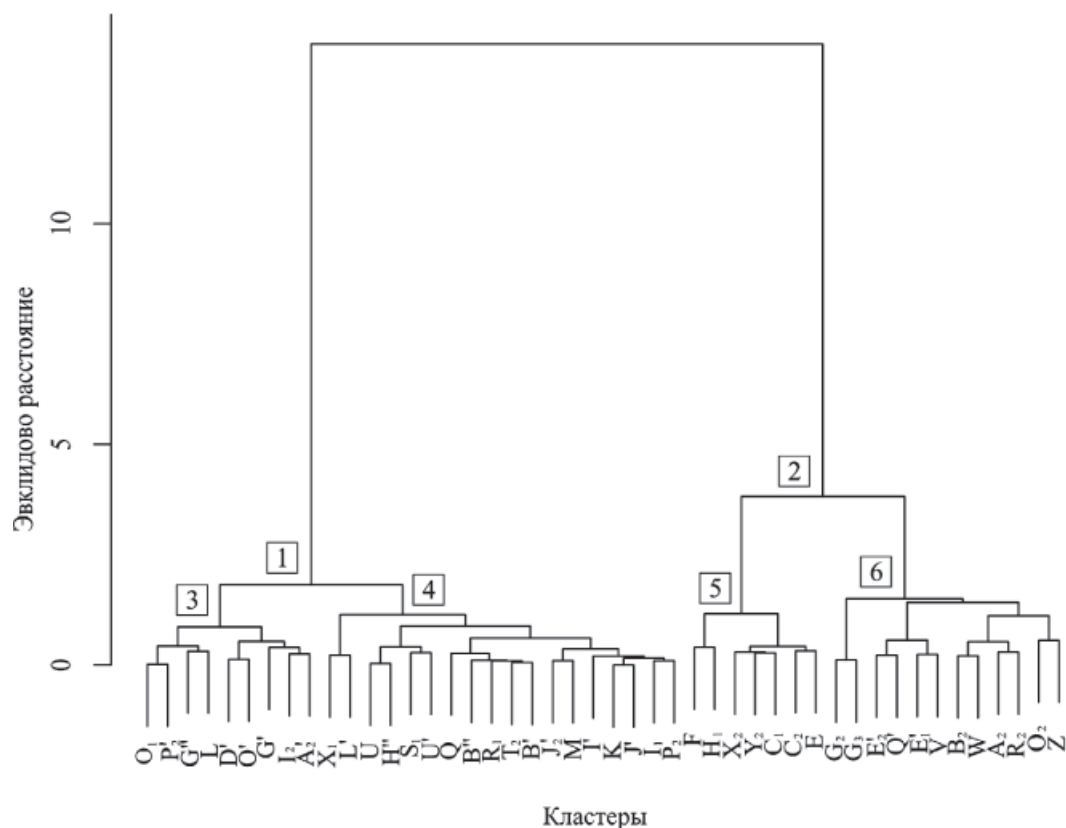


Рис. 2. Генетическое сходство пород крупного рогатого скота по частотам эритроцитарных антигенов

Заключение

Включение в соответствующую макрогруппу кластера 1 антигенов X_1 и L' на дендрограмме, по всей видимости, связано с их высокой встречаемостью у якутского аборигенного скота.

Предполагается, что в отношении частот антигенов G_2 , G_3 , X_1 и L' наблюдалось адаптивное преимущество. Делается предположение, что по прошествии длительного периода времени наблюдаемая кластерная структура исследуемых популяций скота может претерпеть значительные изменения. В отношении частот других антигенов выводы подобного рода формулировать не приходилось. Напротив, степень согласования частот эритроцитарных антигенов B'' , R_1 , T_2 и B' , с одной стороны, а также F и H_1 – с другой, была самой высокой. Это давало основание воспринимать частоты данных групп антигенов в качестве константных для всех сравниваемых пород скота.

Таким образом, выявлены комплексы антигенов, по которым имелось наибольшее сходство между разводимыми длительное время в условиях Сибири и интродуцированными и локальными субпопуляциями.

Список литературы

- Деева В.С., Сухова Н.О. и др. Группы крови крупного рогатого скота и их селекционное значение. – Новосибирск: РАСХН Сиб. отд.-ние. СибНИПТИЖ, 2002. – 172 с.
- Дыдаева Л.Г. Эритроцитарные параметры крови крупного рогатого скота Якутии / Учёные записки КГАВМ им. Н.Э. Баумана. – 2010. – Т. 204, – № 1. – С. 88–93.
- Ермолаев В.И., Мирцхулава Э.Г. и Митичашвили Р.С. О результатах Международного сравнительного испытания реагентов к аллотипам сывороточных белков свиньи, проведенного в 1987–1988 годах // Генетика. – 1990. – Т. 26, – С. 956–957.
- Желтиков А.И., Петухов В.Л. Эритроцитарный полиморфизм и устойчивость чёрно-пёстрой породы к некоторым заболеваниям // Эффективные технологии в животноводстве Сибири: сб. науч. тр. / РАСХН, Сиб. отд.-ние. – Новосибирск, 2003. – С. 41–46.
- Желтиков А.И., Петухов В.Л., Короткевич О.С., Костомаров Н.М. и др. Черно-пестрый скот Сибири. – Новосибирск: Прометей, 2010. – 500 с.
- Зубарева Л.А., Машуров А.Н., Уханов С.В., Подоба Б.Е. Полиморфизм белков и ферментов крови у серого украинского скота и родственных ему пород // Разведение и искусственное осеменение крупного рогатого скота: Межвед. темат. науч. сб. / Гос. агропром. комитет УССР. Укр. НИИ развед. и искус. осем. крупн. рог. скота. – 1986. – № 18. – С. 18–21.
- Камалдинов Е.В., Короткевич О.С., Петухов В.Л. и др. Полиморфизм белков сыворотки крови свиней сибирской северной породы // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2010. – № 4. – С. 49–51.
- Камалдинов Е.В. Характеристика семейств сибирской северной породы свиней по частотам эритроцитарных антигенов // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. – 2010. – Т. 14, – № 2. – С. 30–35.
- Камалдинов Е.В., Кушнир А.В., Петухов В.Л., Короткевич О.С. Антигенный статус и хромосомная нестабильность серого украинского скота // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2010. – № 12. – С. 67–73.
- Камалдинов Е.В. Характеристика линий сибирской северной породы свиней по частотам эритроцитарных антигенов // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. – 2011. – Т. 18, – № 2. – С. 48–54.
- Камалдинов Е.В., Короткевич О.С. Каноническая дискриминантная модель межпородных дифференциаций свиней по биохимическим параметрам // Аграрная Россия. – 2011. – № 5. – С. 8–12.
- Камалдинов Е.В. Фонд эритроцитарных антигенов и хромосомная нестабильность якутского скота // Сельскохозяйственная биология. – 2011. – № 2. – С. 51–56.
- Камалдинов Е.В. Генофонд пород крупного рогатого скота и свиней Западной Сибири: дис. ... докт. биол. наук / Новосиб. гос. аграр. ун-т. – Новосибирск, 2013. – 442 с. – Библиогр.: с. 108–131.
- Камалдинов Е.В. Генофонд пород крупного рогатого скота и свиней Западной Сибири: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / Новосиб. гос. аграр. ун-т. – Новосибирск, 2013. – 42 с.
- Нарожных К.Н., Ефанова Ю.В., Короткевич О.С., Петухов В.Л. Содержание железа в некоторых органах и мышечной ткани бычков герефордской породы // Молочное и мясное скотоводство. – 2013. – № 1. – С. 24–25.
- Петухов В.Л., Жигачёв А.И. и Назарова Г.А. Ветеринарная генетика с основами вариационной статистики. – М.: Агропромиздат, 1985. – 368 с.
- Пат. 2058733 Рос. Федерация. Способ отбора крупного рогатого скота на устойчивость к туберкулезу / В.Л. Петухов, Л.К. Эрнст, А.И. Желтиков, А.Г. Незавитин, О.С. Короткевич.
- Пат. 2191506 Рос. Федерация. Способ комплексного отбора семейств крупного рогатого скота по устойчивости к болезням / В.Л. Петухов, Л.К. Эрнст, А.И. Желтиков, Н.Н. Кочнев и др. – 6 с.: ил.
- Пат. 2202809 Рос. Федерация, МПК A01K 67/02. Способ оценки степени влияния радиационного загрязнения территорий на популяцию крупного рогатого скота / В.Л. Петухов, Л.К. Эрнст, Н.Н. Кочнев, А.И. Желтиков и др. – 4 с.: ил.
- Петухов В.Л., Желтиков А.И., Кочнева М.Л., Себежко О.И. и др. Иммуногенетические системы сывороточных белков крови свиней // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2003. – № 5. – С. 38–40.
- Петухов В.Л., Желтиков А.И., Гарт В.В., Камалдинов Е.В., Желтикова О.А. Генетическая структура кемеровской и крупной белой пород свиней по системам групп крови // Сельскохозяйственная биология. – 2004. – № 2. – С. 43–49.
- Пат. 2270562 Рос. Федерация, МПК A01K 67/02. Способ сохранения редких и исчезающих пород животных / В.Л. Петухов, Л.К. Эрнст, А.И. Желтиков, В.Г. Маренков и др. – 10 с.: ил.
- Петухов В.Л., Короткевич О.С., Стамбеков С.Г. и др. Генетика / Новосибирск: СемГПИ, 2007. – 631 с.
- Пат. 2342659 Рос. Федерация, МПК G01N 33/50. Способ определения содержания кадмия в органах и мышечной ткани свиней / В.Л. Петухов, О.А. Желтикова, А.И. Желтиков, О.С. Короткевич и др. – 7 с.: ил.
- Петухов В.Л., Камалдинов Е.В., Короткевич О.С. Влияние породы на устойчивость крупного рогатого скота к некоторым болезням // Главный зоотехник. – 2011. – № 1. – С. 10–13.
- Петухов В.Л., Тихонов В.Н., Желтиков А.И., Короткевич О.С. и др. Генофонд и фенофонд сибирской северной породы и сибирской черно-пестрой породной группы свиней. – Новосибирск: Прометей, 2012. – 579 с.
- Уханов С.В., Столповский Ю.А. и др. Генетические ресурсы крупного рогатого скота: редкие и исчезающие отечественные породы. – М.: Наука, 1993. – 171 с.

28. Фриджер А.А., Петухов В.Л. Хозяйственно полезные качества свиней приобского типа скороспелой мясной породы СМ-1 // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2010. – № 8. – С. 59–63.
29. Пат. 2032336 Рос. Федерация. Способ отбора быков-производителей по устойчивости к лейкозу / Л.К. Эрнст, В.П. Шишков, В.Л. Петухов, А.Г. Незавитин и др. – 4 с.: ил.
30. Chysyma R.B., Bakhtina Y.Y., Petukhov V.L. et al. Heavy metal concentration in water and soil of different ecological areas of Tyva Republic // Journal de Physique IV: JP XII International Conference on Heavy Metals in the Environment. Editors C. Boutron, C. Ferrari. Grenoble. – 2003. – P. 301–302.
31. Kamaldinov E.V., Petukhov V.L. The pool of erythrocyte antigens in Yakutsky cattle // Annual Meeting of the EAAP. – Uppsala, Sweden, 2005. – P. 89.
32. Korotkevich O.S., Kulikova S.G., Petukhov V.L. et al. The role of heredity cattle limb diseases // XXVth International Conference on Animal Genetics. – Tours, France, 1996. – P. 163.
33. Korotkevich O.S., Petukhov V.L., Sebezhko O.I., Barinov Ye.Ya., Kononova T.V. Content of 137Cs and 90Sr in the forages of various ecological zones of Western Siberia // Russian Agricultural Sciences. – 2014. – Vol. 40, – № 3. – P. 195–197.
34. Korotkevich O.S., Lyukhanov M.P., Petukhov V.L., Yudin N.S. et al. Single nucleotide polymorphism in dairy cattle populations of West Siberia // 10th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production – Vancouver, Canada, 2014.
35. Kulikova S.G., Petukhov V.L. Genetic correlation of cattle resistance to tuberculosis and leucosis // 5th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production – Ontario, Canada, 1994. – P. 300–301.
36. Marmuleva N.I., Petukhov V.L., Korotkevich O.S., Mazun S.F. The contents of radioactive substances in bone and meat of cattle Tomsk region // 52nd Annual Meeting of European Association for Animal Production – Budapest, Hungary, 2001. – P. 161.
37. Oh D.-Y. Identification of the SNP (Single Nucleotide Polymorphism) for Fatty Acid Composition Associated with Beef Flavor-related FABP4 (Fatty Acid Binding Protein 4) in Korean Cattle / Y.-S. Lee, B.-M. La & J.-S. Yeo // Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. – 2012. – Vol. 25, – nr 7. – P. 913–920.
38. Patrashkov S.A., Petukhov V.L., Korotkevich O.S., Petukhov I.V. Content of heavy metals in the hair // Journal de Physique IV: JP XII International Conference on Heavy Metals in the Environment. – Editors: C. Boutron, C. Ferrari. Grenoble, 2003. – P. 1025–1027.
39. Petukhov V.L., Panov B.L. et al. Estimation of genotypes of bulls by resistance of daughter to tuberculosis // 48th Annual Meeting of the European Association for Animal Production – Vienna, Austria, 1997. – P. 61.
40. Petukhov V.L., Dukhanov Yu.A., Sevryuk I.Z., Patrashkov S.A., Korotkevich O.S. et al. Cs-137 and Sr-90 level in dairy products // Journal de Physique IV: JP XII International Conference on Heavy Metals in the Environment, Editors: C. Boutron, C. Ferrari. Grenoble. – 2003. – P. 1065–1066.
41. Schopen G.C.B., Bovenhuis H., Visker M.H.P.W., Van Arendonk J.A.M. Comparison of information content for microsatellites and SNPs in poultry and cattle // Animal Genetics. – 2008. – Vol. 39, – nr 4. – P. 451–453.
42. Zheltikov A.I., Marenkov V.G., Petukhov V.L. Immunogenetic structure in a population of Black and White cattle in West Siberia // XXVth International Conference on Animal Genetics – Tours, France, 1996. – P. 61–62.
2. Dydaeva L.G. Jeritrocityarnye parametry krovi krupnogo rogatogo skota Jakutii / Uchonye zapiski KGAVM im. N.Je. Bauman. 2010. T. 204, no. 1. pp. 88–93.
3. Ermolaev V.I., Mirchulava Je.G i Mitichashvili R.S. O rezultatah Mezhdunarodnogo sravnitel'nogo ispytaniya reagentov k allotipam syvorotochnykh belkov svini, provedennogo v 1987-1988 godah / Genetika. 1990. T. 26, pp. 956–957.
4. Zheltikov A.I., Petukhov V.L. Jeritrocityarnyj polimorfizm i ustojchivost chjorno-pjostroj porody k nekotorym zabolevanijam // Jeffektivnye tehnologii v zhivotnovodstve Sibiri: sb. nauch. tr. / RASHN, Sib. otd-nie. Novosibirsk, 2003. pp. 41–46.
5. Zheltikov A.I., Petukhov V.L., Korotkevich O.S., Kostomahin N.M. i dr. Chernopestryj skot Sibiri / Novosibirsk: Prometej, 2010. 500 p.
6. Zubareva L.A., Mashurov A.N., Uhanov S.V., Podobina B.E. Polimorfizm belkov i fermentov krovi u serogo ukrainskogo skota i rodstvennykh emu porod / Razvedenie i iskusstvennoe osemenenie krupnogo rogatogo skota: Mezhdved. temat. nauch. sb. / Gos. agroprom. komitet USSR. Ukr. NII razved. i iskus. osem. krupn. rog. skota. 1986. no. 18. pp. 18–21.
7. Kamaldinov E.V., Korotkevich O.S., Petukhov V.L. i dr. Polimorfizm belkov syvorotki krovi sibirskoj severnoj porody / Doklady Rossijskoj akademii sel'skohozjajstvennykh nauk. 2010. no. 4. pp. 49–51.
8. Kamaldinov E.V. Harakteristika semejstv sibirskoj severnoj porody svinej po chastotam jeritrocityarnykh antigenov // Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2010. T. 14, no. 2. pp. 30–35.
9. Kamaldinov E.V., Kushnir A.V., Petukhov V.L., Korotkevich O.S. Antigennyj status i hromosomnaja nestabilnost serogo ukrainskogo skota // Sibirskij vestnik sel'skohozjajstvennoj nauki. 2010. no. 12. pp. 67–73.
10. Kamaldinov E.V. Harakteristika linij sibirskoj severnoj porody svinej po chastotam jeritrocityarnykh antigenov // Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2011. T. 18, no. 2. pp. 48–54.
11. Kamaldinov E.V., Korotkevich O.S. Kanonicheskaja diskriminantnaja model mezhpородnykh differencij svinej po biohimicheskim parametram // Agrarnaja Rossija. 2011. no. 5. pp. 8–12.
12. Kamaldinov E.V. Fond jeritrocityarnykh antigenov i hromosomnaja nestabilnost jakutskogo skota // Selskohozjajstvennaja biologija. 2011. no. 2. pp. 51–56.
13. Kamaldinov E.V. Genofond porod krupnogo rogatogo skota i svinej Zapadnoj Sibiri: dis. ... dokt. biol. nauk / Novosib. gos. agrar. un-t. Novosibirsk, 2013. 442 p. Bibliogr.: pp. 108–131.
14. Kamaldinov E.V. Genofond porod krupnogo rogatogo skota i svinej Zapadnoj Sibiri: avtoref. dis. ... dokt. biol. nauk / Novosib gos. agrar. un-t. Novosibirsk, 2013. 42 p.
15. Narozhnykh K.N., Efanova Ju.V., Korotkevich O.S., Petukhov V.L. Soderzhanie zheleza v nekotorykh organah i myshechnoj tkani bychkov gerefordskoj porody // Molochnoe i mjasnoe skotovodstvo. 2013. no. 1. pp. 24–25.
16. Petukhov V.L., Zhigachjov A.I. i Nazarova G.A. Veterinarnaja genetika s osnovami variacionnoj statistiki / M.: Agropromizdat, 1985. 368 p.
17. Pat. 2058733 Ros. Federacija. Sposob otbora krupnogo rogatogo skota na ustojchivost k tuberkulezu / V.L. Petukhov, L.K. Jernst, A.I. Zheltikov, A.G. Nezavitin, O.S. Korotkevich.
18. Pat. 2191506 Ros. Federacija. Sposob kompleksnogo otbora semejstv krupnogo rogatogo skota po ustojchivosti k boleznyam / V.L. Petukhov, L.K. Jernst, A.I. Zheltikov, N.N. Kochnev i dr. 6 p.: il.
19. Pat. 2202809 Ros. Federacija, MPK A01K 67/02. Sposob ocenki stepeni vlijaniya radiacionnogo zagryazneniya territorij na populjaciju krupnogo rogatogo skota [Tekst] / V.L. Petukhov, L.K. Jernst, N.N. Kochnev, A.I. Zheltikov i dr. 4 p.: il.
20. Petukhov V.L., Zheltikov A.I., Kochneva M.L., Sebezhko O.I. i dr. Immunogeneticheskie sistemy syvorotochnykh

References

1. Deeva V.S., Suhova N.O. i dr. Gruppy krovi krupnogo rogatogo skota i ih selekcionnoe znachenie / Novosibirsk: RASHN Sib. otd-nie. SibNIPTIZH, 2002. 172 p.

belkov krovi svinej // *Doklady Rossijskoj akademii selskohozjajstvennyh nauk*. 2003. no. 5. pp. 38–40.

21. Petukhov V.L., Zheltikov A.I., Gart V.V., Kamaldinov E.V., Zheltikova O.A. Geneticheskaja struktura kemerovskoj i krupnoj beloj porod svinej po sistemam grupp krovi // *Selskohozjajstvennaja biologija*. 2004. no. 2. pp. 43–49.

22. Pat. 2270562 Ros. Federacija, MPK A01K 67/02. Sposob sohraneniya redkih i ischezajushhih porod zhivotnyh / V.L. Petukhov, L.K. Jernst, A.I. Zheltikov, V.G. Marenkov i dr. 10 p.: il.

23. Petukhov V.L., Korotkevich O.S., Stambekov S.G. i dr. *Genetika* / Novosibirsk: SemGPI, 2007. 631

24. Pat. 2342659 Ros. Federacija, MPK G01N 33/50. Sposob opredeleniya sodержaniya kadmija v organah i myshechnoj tkani svinej / V.L. Petukhov, O.A. Zheltikova, A.I. Zheltikov, O.S. Korotkevich i dr. 7 p.: il.

25. Petukhov V.L., Kamaldinov E.V., Korotkevich O.S. Vlijanie porody na ustojchivost krupnogo rogatogo skota k nekotorym boleznjam // *Glavnyj zootehnik*. 2011. no. 1. pp. 10–13.

26. Petukhov V.L., Tihonov V.N., Zheltikov A.I., Korotkevich O.S. i dr. Genofond i fenofond sibirskoj severnoj porody i sibirskoj cherno-pestroj porodnoj grupy svinej / Novosibirsk: Prometej, 2012. 579 p.

27. Ukhanov S.V., Stolpovskij Ju.A. i dr. Geneticheskie resursy krupnogo rogatogo skota: redkie i ischezajushhie otechestvennye porody. M.: Nauka, 1993. 171 p.

28. Fridcher A.A., Petukhov V.L. Hozjajstvenno poleznye kachestva svinej priobskogo tipa skorospelej mjasnoj porody SM-1 // *Sibirskij vestnik selskohozjajstvennoj nauki*. 2010. no. 8. pp. 59–63.

29. Pat. 2032336 Ros. Federacija. Sposob otbora bykov-proizvoditelej po ustojchivosti k lejkozu / L.K. Jernst, V.P. Shishkov, V.L. Petukhov, A.G. Nezavitiin i dr. 4 p.: il.

30. Chysyma R.B., Bakhtina Y.Y., Petukhov V.L. et al. Heavy metal concentration in water and soil of different ecological areas of Tyva Republic // *Journal de Physique IV: JP XII International Conference on Heavy Metals in the Environment*. Editors C. Boutron, C. Ferrari. Grenoble. 2003. pp. 301–302.

31. Kamaldinov E.V., Petukhov V.L. The pool of erythrocyte antigens in Yakutsky cattle // *Annual Meeting of the EAAP*. Uppsala, Sweden, 2005. pp. 89.

32. Korotkevich O.S., Kulikova S.G., Petukhov V.L. et al. The role of heredity cattle limb diseases // *XXVth International Conference on Animal Genetics*. Tours, France, 1996. pp. 163.

33. Korotkevich O.S., Petukhov V.L., Sebezhko O.I., Barinov Ye. Ya., Kononova T.V. Content of ¹³⁷Cs and ⁹⁰Sr in the forages of various ecological zones of Western Siberia // *Russian Agricultural Sciences*. 2014. Vol. 40, no. 3. pp. 195–197.

34. Korotkevich O.S., Lyukhanov M.P., Petukhov V.L., Yudin N.S. et al. Single nucleotide polymorphism in dairy cattle populations of West Siberia // *10th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production Vancouver, Canada, 2014*.

35. Kulikova S.G., Petukhov V.L. Genetic correlation of cattle resistance to tuberculosis and leucosis // *5th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production Ontario, Canada, 1994*. pp. 300–301.

36. Marmuleva N.I., Petukhov V.L., Korotkevich O.S., Mazun S.F. The contents of radioactive substances in bone and meat of cattle Tomsk region // *52nd Annual Meeting of European Association for Animal Production Budapest, Hungary, 2001*. pp. 161.

37. Oh D.-Y. Identification of the SNP (Single Nucleotide Polymorphism) for Fatty Acid Composition Associated with Beef Flavor-related FABP4 (Fatty Acid Binding Protein 4) in Korean Cattle / Y.-S. Lee, B.-M. La & J.-S. Yeo // *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 2012. Vol. 25, nr 7. pp. 913–920.

38. Patrashkov S.A., Petukhov V.L., Korotkevich O.S., Petukhov I.V. Content of heavy metals in the hair // *Journal de Physique IV: JP XII International Conference on Heavy Metals in the Environment*. Editors: C. Boutron, C. Ferrari. Grenoble, 2003. pp. 1025–1027.

39. Petukhov V.L., Panov B.L. et al. Estimation of genotypes of bulls by resistance of daughter to tuberculosis // *48th Annual Meeting of the European Association for Animal Production Vienna, Austria, 1997*. pp. 61.

40. Petukhov V.L., Dukhanov Yu.A., Sevryuk I.Z., Patrashkov S.A., Korotkevich O.S. et al. ¹³⁷Cs and ⁹⁰Sr level in dairy products // *Journal de Physique IV: JP XII International Conference on Heavy Metals in the Environment*, Editors: C. Boutron, C. Ferrari. Grenoble. 2003. P. 1065–1066.

41. Schopen G.C.B., Bovenhuis H., Visker M.H.P.W., Van Arendonk J.A.M. Comparison of information content for microsatellites and SNPs in poultry and cattle // *Animal Genetics*. 2008. Vol. 39, nr 4. pp. 451–453.

42. Zheltikov A.I., Marenkov V.G., Petukhov V.L. Immunogenetic structure in a population of Black and White cattle in West Siberia // *XXVth International Conference on Animal Genetics Tours, France, 1996*. pp. 61–62.

Рецензенты:

Клименок И.И., д.с.-х.н., профессор, зам. директора, ГНУ «Сибирский научно-исследовательский и проектно-технологический институт животноводства», п. Краснообск-1;

Дементьев В.Н., д.с.-х.н., профессор кафедры ветеринарной генетики и биотехнологии, ФГБОУ ВПО «Новосибирский государственный аграрный университет», г. Новосибирск.