

УДК 636.237.21.082(571.1)

СОПРЯЖЕННОСТЬ SNPS TNF-A-824A/G И TNFR1-1703C/T С ПЕРИНАТАЛЬНОЙ СМЕРТНОСТЬЮ ТЕЛЯТ ЧЕРНО-ПЕСТРОЙ ПОРОДЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Петухов В.Л., Люханов М.П., Короткевич О.С., Себежко О.И.

*ФГБОУ ВПО «Новосибирский государственный аграрный университет»,
Новосибирск, e-mail: vpetukhov@ngs.ru*

Определена связь однонуклеотидных полиморфизмов TNF- α -824A/G и TNFR1-1703C/T у коров черно-пестрой породы Западной Сибири с частотой перинатальной смертности их потомства. Средняя молочная продуктивность в изученной популяции составила 6100 кг. Исследования SNPs названных генов проведены в лаборатории Института цитологии и генетики СО РАН. Установлена достоверная разность в перинатальной смертности телят в зависимости от генотипа их матерей по SNP TNF- α -824A/G. Частота аллелей А и G и аллелей С и Т SNPs TNF- α -824A/G и TNFR1-1703C/T у матерей соответственно составила 0,409; 0,591 и 0,719; 0,281. У гомозиготных по G/G матерей перинатальная смертность телят была в 2,9 раза ниже (3,29%), чем у гетерозиготных родителей. Средняя перинатальная смертность телят черно-пестрой породы в исследованной популяции равна 6,97%. Не выявлено разности по жизнеспособности телят, полученных от животных с различными генотипами по SNP TNFR1-1703C/T. Предложено учитывать в селекционной работе генотипы животных по однонуклеотидному полиморфизму TNF- α -824A/G.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, черно-пестрая порода, перинатальная смертность, однонуклеотидный полиморфизм

CONJUGACY OF SNPS TNF-A-824A/G AND TNFR1-1703C/T WITH PERINATAL MORTALITY OF CALVES BLACK-AND-WHITE BREED OF WESTERN SIBERIA

Petukhov V.L., Lyukhanov M.P., Korotkevich O.S., Sebezshko O.I.

*Federal State Education Establishment of Higher professional Education
«Novosibirsk State Agrarian University», Novosibirsk, e-mail: vpetukhov@ngs.ru*

A relation SNPs TNF- α -824A/G and TNFR1-1703C/T cows black-and-white breed of Western Siberia with the frequency of perinatal mortality of their offspring. The average milk yield in the studied population was 6,100 kg. Studies of genes called SNPs conducted in the laboratory of the Institute of cytology and genetics of Siberian Branch of Russian Academy of Sciences. A significant difference in perinatal mortality of calves, depending on the genotype of their mothers SNP TNF- α -824A/G. The frequency of allele A and G and C and T alleles of SNPs TNF- α -824A/G and TNFR1-1703C/T mothers respectively was 0,409; 0,591 and 0,719; 0,281. In homozygous for the G/G maternal perinatal mortality of calves was 2,9 times lower (3,29%) than in heterozygous parents. Average perinatal mortality of calves black-motley breed in the studied population is 6.97%. There was no difference in the viability of calves derived from animals with different genotypes for SNP TNFR1-1703C/T. It is proposed to take into account in breeding animals genotypes SNPs TNF- α -824A/G.

Keywords: cattle, black-and-white breed, perinatal mortality, single nucleotide polymorphism

Перинатальная смертность молодняка крупного рогатого скота является важным показателем, влияющим как на рентабельность отрасли, так и на эффективность совершенствования отдельных пород, типов и линий [3]. Известно, что перинатальная смертность телят зависит от многих генетических и средовых факторов: породной принадлежности и методов разведения в определенных экологических условиях, возраста и сезона отела коров, применения инбридинга, влияния генотипа отцов, сбалансированности рационов матерей и заболеваний [2, 14–16, 27, 32, 35]. Ведется поиск прижизненных малоинвазивных маркеров влияния экологических факторов на популяции животных разных видов [10–12, 17–23, 34].

Имеются данные о связи некоторых молекулярно-генетических маркеров с перинатальной смертностью молодняка. Обнаружено, что на частоту мертворожденности в немецкой популяции голштинского скота влияли особенности строения хромосом ВТА 8, ВТА 10, ВТА 18 у матерей и ВТА 6, ВТА 7, ВТА 10, ВТА 11, ВТА 18 у отцов. Кроме того, известно, что участок ДНК, находящийся на 13 сМ в ВТА 23, также влияет на процент мертворожденности у голштинского скота [26].

Высокий процент заболеваемости и мертворожденности в популяции зависит от загрязнения окружающей среды [2]. Эти воздействия приводят к увеличению вероятности возникновения хромосомных aberrаций у человека и животных, большинство из которых носит летальный характер [5, 33].

В английской популяции голштин-фризского скота величина перинатальной смертности составила 16,9%. У молодняка, полученного от коров с генотипом ТТ по SNP UASMS1 гена лептина, перинатальная смертность была 10%, а у коров с генотипами СТ и СС – 21%. В той же популяции частота перинатальной смертности молодняка, матери которых имели генотипы СТ и ТТ по SNP в экзоне 2FB гена лептина, достигала 20%, в то время как у гомозиготных по аллелю С животных частота перинатальной смертности составила 11%. Наименьшая перинатальная смертность в описанной популяции наблюдалась у телят, полученных от животных с генотипом ТТ по SNP UASMS1 гена лептина (2%) [26]. Частота перинатальной смертности у французских пород скота варьировала от 2,5% у салерс до 5,5% у белой аквитанской [4]. Для повышения жизнеспособности молодняка и повышения устойчивости к болезням важной является комплексная оценка генофонда и фенотипа пород, типов, линий и популяций животных [1, 3, 13, 22–25].

Цель работы – изучить связь SNPs TNF- α -824A/G и TNFR1-1703C/T матерей с перинатальной смертностью потомства.

Материалы и методы исследования

Для исследований были взяты пробы венозной крови лактирующих коров черно-пестрой породы в возрасте 1–5 лактаций, разводимых в СПК «Кирзинский». Эти животные тестированы по SNPs TNF- α -824A/G и TNFR1-1703C/T. Средний уровень молочной продуктивности коров в хозяйстве равен 6100 кг. Были проанализированы результаты 330 отелов генотипированных коров.

Изучение однонуклеотидного полиморфизма проводилось в лаборатории Института цитологии и генетики СО РАН совместно с Н.С. Юдиным [36]. Методика детекции однонуклеотидных полиморфизмов изложена в ранее опубликованных статьях [6–9, 31]. Для статистической обработки использовался табличный редактор Gnumeric 1.10.16.

Результаты исследования и их обсуждение

В табл. 1 представлены результаты исследования перинатальной смертности телят черно-пестрой породы.

Выявлены достоверные различия по величине перинатальной смертности молодняка в зависимости от генотипа матерей. В частности, установлено, что у гетерозиготных матерей по SNP TNF- α -824A/G величина перинатальной смертности молодняка была выше на 6,2%, чем у животных с гомозиготным генотипом – 824G/G ($p < 0,05$).

Частота пренатальной смертности зависит от генотипа быков-производителей [18] и породной принадлежности животных. Так,

в популяции черно-пестрой породы она составила в среднем 5,6%, а в бурой латвийской – 3,2% [14]. Выявлена значительная генетическая изменчивость между производителями голштинской породы по выживаемости телят после отъема. Коэффициент наследуемости выживаемости телят в первые 12 дней жизни равен 0,063, а к отъему – 0,036 [28].

Таблица 1

Влияние генотипа матерей по SNP TNF- α -824A/G на частоту перинатальной смертности телят

Генотип	Всего		% $\pm S_{\%}$
	телят	в т.ч. пер. смерт.	
A/A	79	5	6,3 $\pm$ 2,75
A/G	158	15	9,49 $\pm$ 2,34
G/G	93	3	3,29 $\pm$ 1,41
В среднем по популяции	330	23	6,97 $\pm$ 1,41

Известно, что у крупного рогатого скота SNP гена TNF- α -824A/G влияет на ряд важных биологических процессов, например участвует в контроле развития молочной железы, а также связан с прогрессированием ВЛКРС-индуцированной лимфомы и ретровирусных инфекций, кодирует синтез внеклеточного цитокина, образование желтого тела и апоптоз клеток [29, 30].

Ранее нами сообщалось об ассоциации SNP TNF- α -824A/G с показателями молочной продуктивности у коров черно-пестрой [8] и красной степной [7] пород, а также с некоторыми показателями гематологического и биохимического статуса крови лактирующих животных [6]. При этом показано отсутствие связи однонуклеотидного полиморфизма гена TNFR1 в положении – 1703C/T с показателями молочной продуктивности черно-пестрого скота [8].

Не выявлено связи частоты перинатальной смертности потомства от матерей с различными генотипами по SNP TNFR1-1703C/T (табл. 2).

Таблица 2

Перинатальная смертность телят у матерей с различными генотипами по SNP TNFR1-1703C/T

Генотип	Всего		% $\pm S_{\%}$
	телят	в т.ч. пер. смерт.	
C/C	181	12	6,63 $\pm$ 1,85
C/T	127	9	7,09 $\pm$ 2,27
T/T	22	2	9,09 $\pm$ 6,27
Итого	330	22	6,67 $\pm$ 1,38

Таким образом, ассоциация некоторых генотипов матерей черно-пестрой породы по TNF- α -824A/G с жизнеспособностью их потомства свидетельствует о возможности использования SNP в качестве маркеров в селекции молочного скота.

Выводы

Установлена связь генотипов матерей по SNP TNF- α -824A/G с частотой перинатальной смертности потомства. У гетерозиготных A/G матерей перинатальная смертность телят была в 2,9 раза выше, чем у гомозиготных G/G ($p < 0,05$). Не выявлено сопряженности между матерями с различными генотипами по SNP TNFR1-1703C/T и перинатальной смертностью молодняка.

Список литературы

1. Зайко О.А. Особенности аккумуляции макро- и микроэлементов в миокарде свиней скороспелой мясной породы / О.А. Зайко, О.С. Короткевич, В.Л. Петухов // Главный зоотехник. – 2013. – № 6. – С. 35–40.
2. Карташев А.Г. Биоиндикация экологического состояния окружающей среды. – Томск, 1999. – 192 с.
3. Короткевич О.С. Биохимические, гематологические параметры и аккумуляция тяжелых металлов в органах и тканях свиней скороспелой мясной породы. / О.С. Короткевич, О.А. Желтикова, В.Л. Петухов // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2009. – № 4. – С. 41–43.
4. Куба С. Чем знамениты французские мясные породы крупного рогатого скота [Электронный ресурс] // информационный портал prodmagazin.ru URL: <http://prodmagazin.ru/2012/11/21/frantsuzskie-myasnye-porodyi-krupnogo-rogatogo-skota> (дата обращения 21.04.2015).
5. Куликова С.Г. Геномные мутации у телят с врожденными аномалиями / С.Г. Куликова, В.Л. Петухов, Л.К. Эрнст // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 1998. – № 5. – С. 33–35.
6. Люханов М.П. Однонуклеотидный полиморфизм гена TNF- α и некоторые гематологические показатели крови крупного рогатого скота черно-пестрой породы // Животноводство России в условиях ВТО: матер. Международной науч.-практ. конф.: 9–11 апреля 2013, Орел. – Орел: ОГАУ, 2013. – С. 252–255.
7. Люханов М.П. Однонуклеотидный полиморфизм в популяции крупного рогатого скота красной степной породы / М.П. Люханов, О.С. Короткевич, О.И. Себежко и др. // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 1. URL: <http://www.science-education.ru/115-12042> (Дата обращения 30.03.2015).
8. Люханов М.П. Связь SNPs гена TNF- α у черно-пестрого скота Западной Сибири с показателями молочной продуктивности / М.П. Люханов, О.С. Короткевич, В.Л. Петухов и др. // Главный зоотехник. – 2014. – № 10. – С. 21–26.
9. Люханов М.П. Исследование однонуклеотидного полиморфизма SNPs по гену TNFR1 у крупного рогатого скота черно-пестрой породы в Западной Сибири в связи с молочной продуктивностью / М.П. Люханов, В.Л. Петухов, О.С. Короткевич и др. // Зоотехния. – 2015. – № 3. – С. 2–3.
10. Нарожных К.Н. Содержание кадмия в некоторых органах и тканях бычков герфордской породы / К.Н. Нарожных, Ю.В. Ефанова, О.С. Короткевич // Мир науки, культуры, образования. – 2012. – № 4. – С. 315–318.
11. Нарожных К.Н. Содержание железа в некоторых органах и тканях бычков герфордской породы / К.Н. Нарожных, Ю.В. Ефанова, О.С. Короткевич и др. // Молочное и мясное скотоводство. – 2013. – № 1. – С. 24–25.
12. Нарожных К.Н. Содержание меди в некоторых органах и тканях бычков герфордской породы / К.Н. Нарожных, Ю.В. Ефанова, О.С. Короткевич // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. – 2013. – № 2(27). – С. 73–76.
13. Петухов В.Л. Генетическая структура кемеровской и крупной белой пород свиней по системам групп крови / В.Л. Петухов, А.И. Желтиков, В.В. Гарт и др. // Сельскохозяйственная биология. – 2004. – № 2. – С. 43–49.
14. Петухов В.Л. Наследственная обусловленность некоторых заболеваний крупного рогатого скота и возможность селекции на устойчивость к ним: дис. ... д-ра биол. наук. – Новосибирск, 1978.
15. Петухов В.Л. Влияние породы на устойчивость крупного рогатого скота к некоторым болезням / В.Л. Петухов, Е.В. Камалдинов, О.С. Короткевич // Главный зоотехник. – 2011. – № 1. – С. 10–12.
16. Способ отбора крупного рогатого скота на устойчивость к туберкулезу / Петухов В.Л., Эрнст Л.К., Желтиков А.И., Незавитин А.Г. Короткевич О.С., Петухов И.В., Куликова С.Г. Патент на изобретение RU 2058733 27.04.1993.
17. Способ определения содержания кадмия в органах и мышечной ткани свиней / Петухов В.Л., Желтикова О.А., Желтиков А.И., Короткевич О.С., Камалдинов Е.В., Себежко О.И. Патент на изобретение RU 2342659 28.03.2007.
18. Способ оценки генотипа бычков-производителей по жизнеспособности потомства / Кочнев Н.Н., Эрнст Л.К., Петухов В.Л., Желтиков А.И., Кочнева М.Л., Короткевич О.С. Патент на изобретение RU 2216170 29.06.2001.
19. Способ определения содержания кадмия в мышечной ткани крупного рогатого скота / Петухов В.Л., Короткевич О.С., Желтиков А.И., Петухова Т.В. Патент на изобретение RU 2426119 24.03.2010.
20. Способ определения содержания свинца в органах крупного рогатого скота / Короткевич О.С., Петухов В.Л., Стрижкова М.В., Камалдинов Е.В., Себежко О.И., Петухова Т.В. И др. Патент на изобретение RU 2421726 08.04.2010.
21. Способ оценки кадмия в печени и легких крупного рогатого скота / Короткевич О.С., Нарожных К.Н., Конаволова Т.В., Петухов В.Л., Себежко О.И. и др. Патент на изобретение RU 2548774 25.03.2014.
22. Способ получения высокопродуктивных производителей сельскохозяйственных животных / Петухов В.Л., Эрнст Л.К., Желтиков А.И., Короткевич О.С., Камалдинов Е.В., Фридчер А.А., Жигачев А.И., Петухова Т.В., Адушинов Д.С., Клименко И.И. Патент на изобретение RU 2414124 15.06.2009.
23. Стрижкова М.В. Содержание свинца в некоторых органах и тканях бычков черно-пестрой породы / М.В. Стрижкова, Т.В. Петухова, О.С. Короткевич // Главный зоотехник. – № 6. – С. 66–68.
24. Фридчер А.А. Хозяйственно полезные качества свиней приобского типа скороспелой мясной породы СМ-1 / А.А. Фридчер, В.Л. Петухов // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2010. – № 8. – С. 59–63.
25. Эрнст Л.К. Физиологические и иммунологические показатели голштинизированного сибирского типа черно-пестрого скота / Л.К. Эрнст, А.И. Желтиков, В.Л. Петухов // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 1999. – № 6. – С. 35.
26. Brickell J.S. Polymorphisms in the bovine leptin gene associated with perinatal mortality in Holstein-Friesian heifers / J. Dairy Sci. – 2010. – Vol. 93. – № 1. – P. 340–347.
27. Chysyma R.B. Heavy metals concentrations in water and soil of different ecological areas of Tyva Republic / R.B. Chysyma, Y.Y. Bakhtina, V.L. Petukhov et al. // Journal De Physique IV JP XII International Conference on Heavy Metals in the Environment. Editors: C. Borton, C. Ferrari: Grenoble, 2003. – 2003. – С. 301–302.

28. Henderson L. Genetic analysis of calf survival and healthy in a population of dairy calves in New York state / L. Henderson, F. Miglior, A. Sewaqlem, D. Kolton et. al. // Proceeding of the 10th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. – 2014.
 29. Ikeda M. Immunohistochemical analysis of expression patterns of tumor necrosis factor receptors on lymphoma cells in enzootic bovine leukosis. / M. Ikeda, S. Konnai, M. Onuma, et al. // J. Vet. Med. Sci. – 2005. – Vol. 67. – P. 425–432.
 30. Konnai S. Tumor necrosis factor- α genetic polymorphism may contribute to progression of bovine leukemia virus-infection / S. Konnai, T. Usui // *Microbes and Infection*. – 2006. – № 8. – P. 2163–2171.
 31. Korotkevich O.S. Single nucleotide polymorphism in dairy cattle populations of West Siberia / O.S. Korotkevich, M.P. Lyukhanov, V.L. Petukhov et.al. // Proceeding of the 10th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. – 2014. – P. 487.
 32. Korotkevich O.S. Content of 137 CS and 90SR in the forages of various ecological zones of Western Siberia / O.S. Korotkevich V.L. Petukhov, O.I. Sebezhko et. al. // *Russian Agricultural Science* – 2014. – Vol. 40. – № 3. – P. 195–197.
 33. Maltecca C. Genetic aspects of calf health in dairy cattle / C. Maltecca. – ProQuest, 2008. – 214 p.
 34. Patrashkov S.A. Content of heavy metals in the hair / S.A. Patrashkov, V.L. Petukhov, O.S. Korotkevich // *Journal De Physique IV JP XII International Conference on Heavy Metals in the Environment*. Editors: C. Borton, C. Ferrari: Grenoble, 2003. – P. 1025–1027.
 35. Petukhov V.L. CS-137 and SR-90 level in diary products / V.L. Petukhov, Yu. A. Dukhanov, I. Z. Sevryuk et. al. // *Journal De Physique IV JP XII International Conference on Heavy Metals in the Environment*. Editors: C. Borton, C. Ferrari: Grenoble, 2003. – 2003. – C. 1065–1066.
 36. Yudin N.S. Association of polymorphism harbored by tumor factor alpha gene and sex of calf with lactation performance in cattle // N.S. Yudin, R. B. Aitnazarov, M.I. Voevoda et al. // *Asian Austral. J. Anim. Sci.* – 2013. – Vol. 26. – № 10. – P. 1379–1387.
- ### References
1. Zajko O.A. Osobennosti akumulyatsii makro- i mikroelementov v miokarde svinей skorospeloy myasnoy porody / O.A. Zajko, O.S. Korotkevich, V.L. Petuhov // *Glavnyy zootekhnik*. 2013. no. 6. pp. 35–40.
 2. Kartashev A.G. Bioindikatsiya ehkologicheskogo sostoyaniya okruzhayushchej sredy / A.G. Kartashev Tomsk, 1999. 192 p.
 3. Korotkevich O.S. Biohimicheskie, gematologicheskie parametry i akumulyatsiya tyazhelykh metallov v organah i tkanyah svinей skorospeloy myasnoy porody. / O.S. Korotkevich, O.A. Zheltikova, V.L. Petuhov // *Doklady Rossijskoj akademii sel'skohozyajstvennykh nauk*. 2009. no. 4. pp. 41–43.
 4. Kuba S. CHem znamenity francuzskie myasnye porody krupnogo rogatogo skota [EHlektronnyj resurs] // informacionnyj portal prodmagazin.ru URL: <http://prodmagazin.ru/2012/11/21/frantsuzskie-myasnyie-porodyi-krupnogo-rogatogo-skota> (data obrashcheniya 21.04.2015).
 5. Kulikova S.G. Genomnye mutatsii u telyat s vrozhdennymi anomalijami / S.G. Kulikova, V.L. Petuhov, L.K. Ehrnst // *Doklady Rossijskoj akademii sel'skohozyajstvennykh nauk*. 1998. no. 5. pp. 33–35.
 6. Lyuhanov M.P. Odonukleotidnyj polimorfizm gena TNF- α i nekotorye gematologicheskie pokazateli krovi krupnogo rogatogo skota cherno-pestroj porody / M.P. Lyuhanov // *Mater. Mezhdunarodnoj nauch.-prakt. konf. «ZHivotnovodstvo Rossii v usloviyah VTO»*: 9-11 aprelya 2013, Orel. Orel: OGAU, 2013. pp. 252–255.
 7. Lyuhanov M.P. Odonukleotidnyj polimorfizm v populyatsii krupnogo rogatogo skota krasnoj stepnoj porody / M.P. Lyuhanov, O.S. Korotkevich, O.I. Sebezhko i dr. // *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. 2014. no. 1. URL: <http://www.science-education.ru/115-12042> (Data obrashcheniya 30.03.2015).
 8. Lyuhanov M.P. Svyaz SNPs gena TNF- α u cherno-pestrogo skota Zapadnoj Sibiri s pokazatelyami molochnoj produktivnosti / M.P. Lyuhanov, O.S. Korotkevich, V.L. Petuhov i dr. // *Glavnyy zootekhnik*. 2014. no. 10. pp. 21–26.
 9. Lyuhanov M.P. Issledovanie odnonukleotidnogo polimorfizma SNPs po genu TNFR1 u krupnogo rogatogo skota cherno-pestroj porody v Zapadnoj Sibiri v svyazi s molochnoj produktivnostyu / M.P. Lyuhanov, V.L. Petuhov, O.S. Korotkevich i dr. // *Zootekhnika*. 2015. no. 3. pp. 2–3.
 10. Narozhnyh K.N. Soderzhanie kadmiya v nekotorykh organah i tkanyah bychkov gerefordskoj porody / K.N. Narozhnyh, YU.V. Efanova, O.S. Korotkevich // *Mir nauki, kultury, obrazovaniya*. 2012. no. 4. pp. 315–318.
 11. Narozhnyh K.N. Soderzhanie zheleza v nekotorykh organah i tkanyah bychkov gerefordskoj porody / K.N. Narozhnyh, YU.V. Efanova, O.S. Korotkevich i dr. // *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo*. 2013. no. 1. pp. 24–25.
 12. Narozhnyh K.N. Soderzhanie medi v nekotorykh organah i tkanyah bychkov gerefordskoj porody / K.N. Narozhnyh, YU.V. Efanova, O.S. Korotkevich // *Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2013. no. 2(27). pp. 73–76.
 13. Petuhov V.L. Geneticheskaya struktura kemerovskoj i krupnoj beloj porod svinей po sistemam grupp krovi / V.L. Petuhov, A.I. Zheltikov, V.V. Gart i dr. // *Selskohozyajstvennaya biologiya*. 2004. no. 2. pp. 43–49.
 14. Petuhov V.L. Nasledstvennaya obuslovlennost nekotorykh zabolevanij krupnogo rogatogo skota i vozmozhnost selekcii na ustojchivost k nim: Dis... d-ra biol. nauk / V.L. Petuhov. Novosibirsk, 1978.
 15. Petuhov V.L. Vliyanie porody na ustojchivost krupnogo rogatogo skota k nekotorym boleznyam / V.L. Petuhov, E.V. Kamal'dinov, O.S. Korotkevich // *Glavnyy zootekhnik*. 2011. no. 1. pp. 10–12.
 16. Sposob otbora krupnogo rogatogo skota na ustojchivost k tuberkulezu. Petuhov V.L., Ehrnst L.K., Zheltikov A.I., Nezavitin A.G. Korotkevich O.S., Petuhov I.V., Kulikova S.G. Patent na izobretenie RUS 2058733 27.04.1993.
 17. Sposob opredeleniya soderzhaniya kadmiya v organah i myshechnoj tkani svinей. Petuhov V.L., Zheltikova O.A., Zheltikov A.I., Korotkevich O.S., Kamal'dinov E.V., Sebezhko O.I. Patent na izobretenie RUS 2342659 28.03.2007.
 18. Sposob ocenki genotipa bykov-proizvoditelej po zhiznesposobnosti potomstva / Kochnev N.N., Ehrnst L.K., Petuhov V.L., Zheltikov A.I., Kochneva M.L., Korotkevich O.S. Patent na izobretenie RUS 2216170 29.06.2001.
 19. Sposob opredeleniya soderzhaniya kadmiya v myshechnoj tkani krupnogo rogatogo skota. Petuhov V.L., Korotkevich O.S., Zheltikov A.I., Petuhova T.V. Patent na izobretenie RUS 2426119 24.03.2010.
 20. Sposob opredeleniya soderzhaniya svinca v organah krupnogo rogatogo skota. Korotkevich O.S., Petuhov V.L., Strizhkova M.V., Kamal'dinov E.V., Sebezhko O.I., Petuhova T.V. I dr. Patent na izobretenie RUS 2421726 08.04.2010.
 21. Sposob ocenki kadmiya v pecheni i legkih krupnogo rogatogo skota. Korotkevich O.S., Narozhnyh K.N., Konovalova T.V., Petuhov V.L., Sebezhko O.I. i dr. Patent na izobretenie RUS 25487774 25.03.2014.
 22. Sposob polucheniya vysokoproduktivnykh proizvoditelej sel'skohozyajstvennykh zhivotnykh. Petuhov V.L., Ehrnst L.K., Zheltikov A.I., Korotkevich O.S., Kamal'dinov E.V., Fridcher A.A., ZHigachev A.I., Petuhova T.V., Adushinov D.S., Klimenok I.I. Patent na izobretenie RUS 2414124 15.06.2009.
 23. Strizhkova M.V. Soderzhanie svinca v nekotorykh organah i tkanyah bychkov cherno-pestroj porody / M.V. Strizhkova, T.V. Petuhova, O.S. Korotkevich // *Glavnyy zootekhnik*. no. 6. pp. 66–68.

24. Fridcher A.A. Hozyajstvenno poleznye kachestva svinej priobskogo tipa skorospeloy myasnoj porody SM-1 / A.A. Fridcher, V.L. Petuhov // Sibirskij vestnik sel'skohozyajstvennoj nauki. 2010. no. 8. pp. 59–63.
25. Ehrnst L.K. Fiziologicheskie i immunologicheskie pokazateli golshtinizirovannogo sibirskogo tipa cherno-pestrogo skota / L.K. Ehrnst, A.I. Zheltikov, V.L. Petuhov // Doklady Rossijskoj akademii sel'skohozyajstvennyh nauk. 1999. no. 6. pp. 35.
26. Brickell J.S. Polymorphisms in the bovine leptin gene associated with perinatal mortality in Holstein-Friesian heifers / J. Dairy Sci. 2010. Vol. 93. no. 1. pp. 340–347.
27. Chysyma R.B. Heavy metals concentrations in water and soil of different ecological areas of Tyva Republic / R.B. Chysyma, Y.Y. Bakhtina, V.L. Petukhov et. al. // Journal De Physique IV JP XII International Conference on Heavy Metals in the Environment. Editors: C. Borton, C. Ferrari: Grenoble, 2003. 2003. pp. 301–302.
28. Henderson L. Genetic analysis of calf survival and healthy in a population of dairy calves in New York state / L. Henderson, F. Miglior, A. Sewaqlem, D. Kolton et. al. / Proceeding of the 10th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. 2014.
29. Ikeda M. Immunohistochemical analysis of expression patterns of tumor necrosis factor receptors on lymphoma cells in enzootic bovine leukosis. / M. Ikeda, S. Konnai, M. Onuma, et al. // J. Vet. Med. Sci. 2005. Vol. 67. pp. 425–432.
30. Konnai S. Tumor necrosis factor-alpha genetic polymorphism may contribute to progression of bovine leukemia virus-infection / S. Konnai, T. Usui // Microbes and Infection. 2006. no. 8. pp. 2163–2171.
31. Korotkevich O.S. Single nucleotide polymorphism in dairy cattle populations of West Siberia / O.S. Korotkevich, M.P. Lyukhanov, V.L. Petukhov et.al. // Proceeding of the 10th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. 2014. pp. 487.
32. Korotkevich O.S. Content of 137 CS and 90SR in the forages of various ecological zones of Western Siberia / O.S. Korotkevich V.L. Petukhov, O.I. Sebezhko et. al. // Russian Agricultural Science 2014. Vol. 40. no. 3. pp. 195–197.
33. Maltecca C. Genetic aspects of calf health in dairy cattle / C. Maltecca. ProQuest, 2008. 214 p.
34. Patrashkov S.A. Content of heavy metals in the hair / S.A. Patrashkov, V.L. Petukhov, O.S. Korotkevich // Journal De Physique IV JP XII International Conference on Heavy Metals in the Environment. Editors: C. Borton, C. Ferrari: Grenoble, 2003. pp. 1025–1027.
35. Petukhov V.L. CS-137 and SR-90 level in diary products / V.L. Petukhov, Yu. A. Dukhanov, I. Z. Sevryuk et. al. // Journal De Physique IV JP XII International Conference on Heavy Metals in the Environment. Editors: C. Borton, C. Ferrari: Grenoble, 2003. 2003. pp. 1065–1066.
36. Yudin N.S. Association of polymorphism harbored by tumor factor alpha gene and sex of calf with lactation performance in cattle // N.S. Yudin, R. B. Aitnazarov, M.I. Voevoda et al. // Asian Austral. J. Anim. Sci. 2013. V. 26. no. 10. pp. 1379–1387.

Рецензенты:

Рыков А.И., д.с.-х.н., главный научный сотрудник, ФГБНУ «Сибирский научно-исследовательский и проектно-технологический институт животноводства», п. Краснообск-1;

Желтиков А.И., д.с.-х.н., профессор, Новосибирский государственный аграрный университет, г. Новосибирск.