

Gosudarstvennogo Agrarnogo Universiteta. 2012. No 6 (38). pp. 220-221 [in Russian]

10. Donnik I.M. Determination of the prevalence dynamics of bovine leukemia in the Russian Federation. *Agrarnyy Vestnik Urala*. 2013. No 1 (107). pp. 25-27 [in Russian]

11. Zharova E.N. Some questions of the pathogenesis of the early stage of leukemia: Reviews cycle. *Problemy gematologii i perelivaniya krovi*. 1982. Vol. 27. No 7. pp. 51 [in Russian]

12. Sivkov S. et al. Studying of role ixodes ticks of the activator of leukosis virus of large horned livestock. *Veterinariya*. 2009. No 12. pp. 14-17 [in Russian]

13. Domatskiy V.N., Glazunova L.A., Glazunov Yu. V., Nikonov A.A. An integrated

system of antiparasitic activities for cattle meat breeds. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2013. No 12. pp. 46-48 [in Russian]

14. Malofeeva N.A., Akbaev M.Sh. Distribution of ixodid ticks in the Ryazan region. *Veterinary Medicine*. 2006. No 2. pp. 36-39 [in Russian]

15. Maniatis T., Fritsch E., Sambrook D. Methods of genetic engineering. Molecular cloning. Moscow. Mir. 1984. 480 p. [in Russian]

16. Gulyukin M.I., Donnik I.M., Tatarchuk A.T., Bepamyatnykh E.N., Gordeev O.P., Grachkova O.Yu., Domatsky V.N., Derkach S.V. et al. Methodological system of health-improving measures for leukemia in cattle. Scientific and practical recommendations. Ekaterinburg. 2007 [in Russian]

УДК 575.174.015 (571.56)

DOI: 10.34655/bgsha.2020.61.4.007

В.В. Додохов, Н.И. Павлова

ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ДОМАШНИХ СЕВЕРНЫХ ОЛЕНЕЙ ЭВЕНСКОЙ ПОРОДЫ ПО МИКРОСАТЕЛЛИТНЫМ МАРКЕРАМ

Ключевые слова: северные олени, эвенская порода, полиморфизм, микросателлиты, аллели, генетическое разнообразие.

В статье представлен генетический полиморфизм 16 микросателлитных маркеров у оленей эвенской породы горно-таежной зоны Якутии. Для изучения генетической структуры были использованы микросателлитные маркеры Rt6, BMS1788, Rt 30, Rt1, Rt9, FCB193, Rt7, BMS745, C 143, Rt24, OheQ, C217, C32, NVHRT16, T40, C276. Объектом исследования послужили домашние северные олени эвенской породы в количестве 178 голов. В ходе исследования установлено, что олени, разводимые ФГУП «Ючюгейское», имеют высокое генетическое разнообразие. Всего было идентифицировано 122 аллеля и в среднем на локус приходилось 7,625 аллеля. Наибольшее аллельное разнообразие установлено в локусах BMS2088 и OheQ 14 и 12 соответственно, а минимальное количество – в локусах C143 и C2188 по 2 аллеля. При этом, в локусе BMS2088 число аллелей, имеющих частоту встречаемости выше 5%, составило 4, а число эффективных аллелей 3,519. Индекс фиксации принимал положительное значение в 7 локусах из 16: BMS2088, Rt1, Rt9, Rt7, OheQ, RT24 и NVHRT16 и варьировал в пределах от 0,005 до 0,054. Индекс фиксации в 9 локусах имеет отрицательное значение и колеблется от -0,004 (RT30) до -0,204 (C143). В среднем по породе индекс фиксации (F) составил -0,021, что указывает на избыток гетерозиготных особей. Наблюдаемый уровень гетерозиготности в среднем по всем локусам (Ho) составил 0,688, ожидаемая (He) 0,680, Ho>He - система случайного скрещивания преобладает над инбридингом.

V. Dodokhov, N. Pavlova

STUDIES OF THE GENETIC STRUCTURE OF REINDEERS BREED EVENSKAYA BY MICROSATELLITE MARKERS

Keywords: reindeer, Evenskaya breed, polymorphism, microsatellites, alleles, genetic diversity.

The article presents the polymorphism of 16 microsatellite markers in reindeer of the Evenskaya breed in the mountain taiga zone of Yakutia. To study the genetic structure, microsatellite markers Rt6, BMS1788, Rt 30, Rt1, Rt9, FCB193, Rt7, BMS745, C 143, Rt24, OheQ, C217, C32, NVHRT16, T40, C276 were used. The object of the study was 178 reindeer of Evenskaya breed. In the course of research it was found that deer bred by the FSUE "Yuchugeyskoe" have a high genetic diversity. A total of 122 alleles were identified and, on average, 7.625 alleles per locus. The greatest number of alleles was found at the BMS2088 (14) and OheQ (12) loci, and the minimum number of alleles (2) was found at the C143 C2188 loci. At locus BMS2088, the number of alleles with a frequency of occurrence above 5% was 4, and the number of effective alleles was 3.519. The fixation index takes a positive value at 7 loci of 16: BMS2088, Rt1, Rt9, Rt7, OheQ, RT24 and NVHRT16 and varies from 0.005 to 0.054. The fixation index at 9 loci is negative and ranges from -0.004 (RT 30) to -0.204 (C 143). The average fixation index (F) for the breed was -0.021, which indicates an excess of heterozygous individuals. The observed heterozygosity (H_o) is 0.688, the expected (H_e) 0.680, $H_o > H_e$ - the system of random crossing prevails over inbreeding.

Додохов Владимир Владимирович, доцент кафедры «Традиционные отрасли Севера» Агротехнологического факультета; e-mail:dodoxv@mail.ru

Vladimir V. Dodokhov, Associate Professor, Traditional Industries of the North Chair, Agrotechnological Faculty; e-mail: dodoxv@mail.ru

Павлова Надежда Ивановна, научный сотрудник Биоклональной и генетической лаборатории

Nadezhda I. Pavlova, Researcher, Bioclonal and Genetic Laboratory

ФГБОУ ВО «Арктический государственный аграрный университет», Якутск, Республика Саха (Якутия), Российская Федерация

Arctic State Agrarian University, Yakutsk, Republic of Sakha (Yakutia), Russian Federation

Введение. Домашнее северное оленеводство является неотъемлемой частью жизни и культуры малочисленных народов, а также важнейшим элементом экосистем Севера. Всего же в настоящее время на территории Российской Федерации северным домашним оленеводством занимаются 4 республики, 3 края, 6 областей и 4 автономных округа, расположенных на более чем 4 млн кв. км, а это 1/4 часть России.

Республика Саха (Якутия) наряду с Ямало-Ненецким и Чукотским автономными округами является одним из самых крупных оленеводческих регионов России. За последние годы численность домашних северных оленей резко снижается. В период с 1990 по 1996 г. Якутия пережила период глубокого кризиса, в результате чего произошел спад поголовья домашних оленей, сокращение поголовья составило 121,2 тысяч голов – 33%, произошло снижение всех производственных показателей отрасли. Такое снижение поголовья может вести к потере разнообразия.

В целях своевременного и эффективного предотвращения снижения генетического разнообразия и предотвращения исчезновения пород северных домашних оленей необходимо постоянное наблюдение за популяционными изменениями и оценка генетической структуры.

В настоящее время для мониторинга за эволюционными процессами, протекающими в популяциях диких и домашних северных оленей, используются микросателлитные маркеры [2].

Уникальность генетических профилей по микросателлитным последовательностям ДНК позволяет их использовать для идентификации особей и установления родственных взаимоотношений при проведении генетической экспертизы происхождения [3-6].

Материалы и методы. Объектом исследования послужили домашние северные олени эвенской породы, разводимые в стаде №6 ФГУП «Ючюгейское» Оймяконского района ($n=178$). Материалом для генетического анализа послужили образцы ДНК, выделенные из лейко-

цитов крови. Кровь для выделения ДНК отбирали из яремной вены в объеме 6 мл в вакуумные пробирки для гематологических исследований с ЭДТА КЗ. Выделение ДНК проводилось в учебной научно-ис-

следовательской лаборатории ФГБОУ ВО Якутская ГСХА набором реагентов EXCELL BIOTECH (Excel Biotech Corp., Якутск).

Таблица 1 – Описание микросателлитных маркеров COrDIS RANGIFER

Название маркера	Референсный аллель	Структура повтора
Rt6	19	(CA) ₁₉
BMS1788	17	(AC) ₁₇
Rt 30	15	(AC) ₁₅
Rt1	19	(AC) ₁₉
Rt9	21	(AC) ₂₁
FCB193	13	(AC) ₁₃
Rt7	11	(AC) ₁₁
BMS745	13	(AC) ₁₃
C 143	7	(ATGG) ₇
Rt24	21	(AC) ₂₁
OheQ	20,3	(TATC) ₁₇ ATCTATCTATTTATC
C217	9	CATC(CATG) ₅ (CATC) ₃
C32	14	(ATCC) ₄ (ACCT) ₂ (ATCC) ₇
NVHRT16	25	(AC) ₅ AT(AC) ₄ ATGCGC(AC) ₁₂
T40	13	(ATCT) ₄ ACCTATCT(ATCT) ₄ ACTGACCTATCT
C276	53	(TCCA) ₅ TCCTTCCATACG(TCCA) ₃ TCCTTCCATCTG(TCCA) ₄ TCCG(TCCA) ₅ TCCTTCCATCCG(TCCA) ₃ (TCCG) ₂ TGCA(TCCA) ₂ TCCGTCCA

Генотипирование проведено набором реагентов для мультиплексного анализа 16 микросателлитных маркеров северного оленя COrDIS Rangifer (ООО «Гордиз», г. Москва). При обработке экспериментальных данных использовали надстройку для Microsoft Excel - GeneAlex 6.51

Результаты и обсуждение. У оленей эвенской породы всего выявлено 122 аллеля. В среднем на локус приходилось 7,625 аллеля. По данным Филипповой Н.П. и др. (2020), у оленей эвенской породы Арктической зоны Якутии было идентифицировано 124 аллеля, среднее число аллелей на локус составило 7,75 [6]. Наибольшее число аллелей наблюдалось в локусе BMS2088 (Na=14), а минимальное количество (Na=2) в локусах C143 и C2188. Число эффективных аллелей варьировало от 1,325 (C2188) до 7,463

(OheQ). Индекс фиксации принимал положительное значение в 7 локусах: BMS2088, Rt1, Rt9, Rt7, OheQ, RT24 и NVHRT16. В среднем индекс фиксации составил -0,021, что указывает на избыток гетерозиготных особей.

Результаты расчетов показали, что в 7 локусах из 16 наблюдается недостаток гетерозигот, максимальное его значение составлял 0,054 в локусе Rt24. Индекс фиксации в 9 локусах имеет отрицательное значение и колеблется от -0,004 (RT30) до -0,204 (C143). В среднем по породе индекс фиксации (F) составил -0,021, что указывает на избыток гетерозиготных особей. Наблюдаемая гетерозиготность (Ho) составила 0,688, ожидаемая (He) – 0,680, Ho>He - система случайного скрещивания преобладает над инбридингом (табл. 2).

Таблица 2 – Полиморфизм 16 микросателлитных маркеров у оленей эвенской породы (n=178)

Локус	Na	Ne	Ho	He	F
Rt6	10	3,228	0,697	0,690	-0,009
BMS2088	14	3,519	0,685	0,716	0,042
Rt30	7	4,085	0,758	0,755	-0,004
Rt1	10	5,112	0,775	0,804	0,036
Rt9	9	5,369	0,792	0,814	0,027
C143	2	1,926	0,579	0,481	-0,204
Rt7	9	5,461	0,792	0,817	0,030
OheQ	12	7,463	0,860	0,866	0,007
FCB1533	9	4,474	0,837	0,776	-0,078
C2188	2	1,325	0,253	0,245	-0,030
Rt24	10	6,156	0,792	0,838	0,054
C32	3	2,531	0,635	0,605	-0,049
BMS745	6	2,919	0,669	0,657	-0,017
NVHRT16	7	3,841	0,736	0,740	0,005
T40	7	1,643	0,410	0,391	-0,048
C276	5	3,117	0,742	0,679	-0,092
Среднее	7,625	3,886	0,688	0,680	-0,021

Таблица 3 – Частота встречаемости аллелей 16 микросателлитных маркеров у оленей эвенской породы

Локус	Аллель	Частота	Локус	Аллель	Частота	Локус	Аллель	Частота
Rt6	22	0,478	C143	6	0,402	Rt24	11	0,233
	23	0,129		7	0,598		15	0,098
	24	0,247		11	0,250		17	0,093
BMS2088	12	0,146	Rt7	12	0,121		19	0,219
	13	0,126		15	0,208		20	0,140
	17	0,489		16	0,160		21	0,140
Rt30	18	0,101	OheQ	17	0,188	C32	12	0,154
	15	0,433		11	0,146		14	0,340
	21	0,067		13,3	0,121		18	0,506
	22	0,056		16,2	0,225	BMS745	12	0,458
	24	0,129		16,3	0,051		13	0,272
25	0,118	17,3	0,143	14	0,242			
Rt1	17	0,096	FCB1533	18,3	0,065	NVHRT16	10	0,163
	16	0,357		21,3	0,126		21	0,090
	17	0,185		12	0,084		22	0,115
	18	0,056		13	0,236		25	0,124
	19	0,073		14	0,067	26	0,441	
Rt9	22	0,121	C2188	16	0,143	C276	34	0,160
	26	0,079		17	0,362		49	0,081
	11	0,065		18	0,059		53	0,289
	16	0,157		8	0,857		54	0,452
	18	0,104		9	0,143	В таблице представлены аллели, частота которых 5%		
20	0,222	T40	11	0,079				
21	0,219		13	0,772				
22	0,222		15	0,051				

В таблице 3 представлены частоты встречаемости 16 микросателлитных маркеров. В локусе Rt6 у оленей эвенской породы обнаружено 10 аллелей. Число аллелей, имеющих частоту встречаемости выше 5%, составило 3 аллеля, с наибольшим преобладанием аллели 22 (0,478). В локусе BMS2088 выявлено 14 аллелей, три из которых имели частоту встречаемости выше 0,05. Высокое аллельное разнообразие имеют локусы RT30, RT1, RT9 FCB1533 и Rt24, в которых число аллелей, имеющих частоту выше 5%, составило 6 аллелей для каждого.

Наибольшее число аллелей, имеющих частоту выше 5% (7 из 12) и наибольшее число эффективных аллелей (7,463), имел локус OheQ. Меньше всего выявлено в микросателлитных локусах C143 и C2188, которые у домашних северных оленей эвенской породы представлены 2 аллелями. Из двух аллелей в локусе C2188 значительно преобладает аллель 8 (0,857).

Число аллелей, частота которых выше 5%, составило 5 аллелей в локусах Rt7 и NVHRT16, 4 аллеля в локусе C276 и 3 аллеля в локусах T40, C32 и BMS745. В локусе NVHRT16 по частоте встречаемости преобладал аллель 26 (0,441) и аллель 11 (0,250) в локусе Rt7.

Филипповой Н.П. (с соавт.) при изучении аллелофонда эвенской породы оленей, разводимой в Арктической зоне, выявлен высокий уровень генетического разнообразия в исследованной популяции [1].

Проведенные исследования популяций эвенской породы оленей указывают на характерные особенности генетической структуры породы.

Заключение. В ходе исследования получены данные полиморфизма по 16 микросателлитным локусам, характеризующим генетическую структуру эвенской породы. Согласно полученным результатам эвенская порода оленей, разводимая в ФГУП «Ючюгейское» Оймяконского района, имеет высокое генетическое разнообразие. Для более глубокого исследования биоразнообразия породы необхо-

димо изучение большего числа популяций. Изучение субпопуляций, обладающих собственным уникальным генофондом вследствие относительной географической изоляции, внесет вклад в оценку генетического разнообразия породы.

Библиографический список

1. Изучение аллелофонда эвенской породы северного оленя по локусам трансферрина и микросателлитов / Н.П. Филиппова, Л.П. Корякина, А.И. Павлова, Т.И. Дмитриева, Н.И. Павлова // Генетика и разведение животных. – 2020. – №1. – С. 44-49.

2. Оценка возможности использования микросателлитных маркеров у северного оленя *Rangifer tarandus* / О.В. Митрофанова, Н.В. Дементьева, О.К. Зозуля, В.В. Гончаров // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Проблемы освоения и сохранения Арктики». – Санкт-Петербург, 20 марта 2015. – С.117-118

3. Genetic variations in horse using microsatellite markers / Mahrous F. Karima, M. Hassanane, M. Abdel Mordy, Heba I. Shafey, Nagwa Hassan // Journal of Genetic Engineering and Biotechnology. – 2011. – В.9.- P. 103-109.

4. Stevanovic, J. Maletic Evaluation of 11 microsatellite loci for their use in paternity testing in Yugoslav Pied cattle (YU Simmental cattle) / J.Stevanovic, Z. Stanimirovic, V. Dimitrijevic, M. / Czech J. Anim. Sci. - 2010. - Vol.55(6). - P. 221–226.

5. Carolino I. Implementation of a parentage control system in Portuguese beef-cattle with a panel of microsatellite markers / I. Carolino, O. Conceição e.a. // Genet Mol Biol.- 2009. - Vol.32 (2). - P. 306-311.

6. Cervini M. Genetic variability of 10 microsatellite markers in the characterization of Brazilian Nelore cattle (*Bos indicus*) / M. Cervini, F. Henrique-Silva, N. Mortari, E. Matheucci // Jr. Genet Mol Biol. - 2006.-29(3). - P. 486-490.

1. Filippova N.P., Koryakina L.P., Pavlova A.I., Dmitrieva T.I., Pavlova N.I. Assessment of genetic structure of reindeer of the even breed. *Genetika i razvedeniye zhivotnykh*. 2020. No 1. pp. 44-49 [in Russian]

2. Mitrofanova O.V., Dementieva N.V., Zozulya O.K., Goncharov V.V. Assessment of the possibility of using microsatellite markers

in reindeer *Rangifer tarandus*. Proc. of the All-Russian Sci. and Pract. Conf. "Problems of Development and Conservation of the Arctic". St. Petersburg. March 20, 2015. pp.117-118 [in Russian]

3. Mahrous F. Karima, M. Hassanane, M. Abdel Mordy, Heba I. Shafey, Nagwa Hassan Genetic variations in horse using microsatellite markers. Journal of Genetic Engineering and Biotechnology. 2011. B.9. Pp. 103-109.

4. Stevanovic J., Stanimirovic Z., Dimitrijevic V., Maletic M. Evaluation of 11 microsatellite loci for their use in paternity testing

in Yugoslav Pied cattle (YU Simmental cattle). Czech J. Anim. Sci. 2010. Vol. 5(6). pp. 221–226.

5. Carolino I., Conceição O. e.a. Implementation of a parentage control system in Portuguese beef-cattle with a panel of microsatellite markers. Genet. Mol. Biol. 2009. Vol.32 (2). pp. 306-311.

6. Cervini M., Henrique-Silva F., Mortari N., Matheucci E. Genetic variability of 10 microsatellite markers in the characterization of Brazilian Nelore cattle (*Bos indicus*). Jr. Genet Mol Biol. 2006. 29(3). pp. 486-490.

УДК 636.028

DOI: 10.34655/bgsha.2020.61.4.008

Б.О. Инербаев, В.Б. Бадмаев, А.Т. Инербаева

ПРОДУКТИВНЫЕ И ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ КАЧЕСТВА ТЕЛОК КАЗАХСКОЙ БЕЛОГОЛОВОЙ ПОРОДЫ, ВЫРАЩЕННЫХ В РАЗНЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ

Ключевые слова: казахская белоголовая порода, тип помещения, живая масса, среднесуточный прирост, воспроизводство, оплодотворяемость.

В работе представлены материалы исследования продуктивных и воспроизводительных качеств телок казахской белоголовой породы, выращенных в разных типах помещений Забайкальского края. С целью изучения влияния содержания телок казахской белоголовой породы в разных типах помещений на их продуктивность и воспроизводительные качества были сформированы 3 группы телок с 8-месячного возраста по 30 голов в каждой. Первую контрольную группу содержали в помещении типа «трехстенка», вторую – в здании облегченного типа со свободным выходом на выгульный кормовой двор и третью – в капитальном помещении с несменяемой глубокой подстилкой во всех из них. Установлено, что, начиная с 12-месячного возраста, телки третьей группы по живой массе превосходили сверстников из второй группы на 16,6 кг ($P>0,95$) и первой группы на 35,1 кг ($P>0,999$). В 15-месячном возрасте они имели живую массу больше второй группы из помещения облегченного типа на 20,8 кг ($P>0,95$), а первой группы из помещения типа «трехстенка» достоверно на 62,8 кг ($P>0,999$). Среднесуточный прирост живой массы за период опыта у телок первой группы был ниже, чем у телок второй группы на 30,1% (217 г) и третьей группы на 37,9% (307 г). Стопроцентную оплодотворяемость в течение двух половых циклов имели телки второй и третьей опытных групп, у первой контрольной группы этот показатель составил 96,3%. Оплодотворяемость животных в первую половую охоту была высокая и составила 92,5%, во вторую - 7,5%. Телки первой группы были случены в возрасте 27-28 месяцев из-за большого отставания по живой массе. Выход телят по двум опытным группам составил 92,6, по контрольной – 85,2%. Для интенсивного выращивания ремонтных телок казахской белоголовой породы в зимне-стойловый период рекомендуется содержать их в помещениях облегченного типа или в ранее построенных капитальных помещениях на рационах, обеспечивающих получение среднесуточного прироста живой массы 720-810 граммов.