

УДК 575.174.015(571.56)

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭВЕНКИЙСКОЙ ПОРОДЫ ОЛЕНЕЙ ПО МИКРОСАТЕЛЛИТНЫМ ЛОКУСАМ ДНК

Додохов Владимир Владимирович

канд. биол. наук, доцент кафедры «Традиционные отрасли Севера», Арктический государственный агротехнологический университет, г. Якутск, Россия, dodoxv@mail.ru

Махатыров Михаил Васильевич

магистрант 2 курса, Арктический государственный агротехнологический университет, г. Якутск, Россия

Аннотация. С целью генетической характеристики эвенкийской породы был изучен полиморфизм микросателлитных локусов ДНК. Для этого был использован набор включающий 16 маркеров: Rt6, BMS1788, Rt30, Rt1, Rt9, C143, Rt7, OheQ, FCB193, C217, Rt24, C32, BMS745, NVHRT16, T40 и C276. В работе представлено частотное распределение этих маркеров. Используя надстройки для Microsoft Excel - GeneAlex 6.51 определены частоты встречаемости аллелей, показатели наблюдаемой и ожидаемой гетерозиготности, индексы фиксации и полиморфности. Результаты исследования показали что, эвенкийская порода домашних северных оленей разводимые в МУП «Жилиндинский» Оленекского района имеют высокое генетической разнообразие. Было выявлено 153 аллеля и в среднем на locus приходилось 9,56 аллеля. Наибольшее число аллелей выявлено в локусах OheQ ($N_a=19$), BMS1788 ($N_a=15$) и Rt6 ($N_a=12$). Количество аллелей частота встречаемости которых превышает 5% составило 83. Число эффективных аллелей составило 4,56. Среднее значение наблюдаемой гетерозиготности (H_o) достигло 0,717, ожидаемой (H_e) 0,721. Среднее значение индекса фиксации по эвенкийской породе составил 0,002. В среднем индекс информативности полиморфизма (PIC) составил 0,691, и варьировал от 0,293 до 0,846.

Ключевые слова: северные олени; полиморфизм; микросателлиты; эвенкийская порода оленей; биоразнообразие; генетическая экспертиза.

GENETIC CHARACTERISTICS OF THE EVENK BREED OF DEER BY DNA MICROSATELLITE LOCI

Dodokhov Vladimir Vladimirovich

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Traditional Industries of the North, Arctic State Agrotechnological University, Yakutsk, Russia, dodoxv@mail.ru

Makhatyrov Mikhail Vasilievich

2nd year undergraduate student, Arctic State Agrotechnological University, Yakutsk, Russia.

Abstract. Genetic characterization of the Evenk breed was carried out using microsatellite DNA loci. For this, a set of 16 markers was used: Rt6, BMS1788, Rt30, Rt1, Rt9, C143, Rt7, OheQ, FCB193, C217, Rt24, C32, BMS745, NVHRT16, T40 and C276. B. The paper presents the frequency distribution of these markers. Using add-ins for Microsoft Excel - GeneAlex 6.51, the frequencies of alleles, observed and expected heterozygosity, fixation and polymorphism indices are determined. The results obtained indicate that the Evenk breed in the territory of Yakutia has a high genetic diversity. In total, 153 alleles were identified in deer of the Evenk breed, on average 9.56 alleles per locus. The largest number of alleles was found at loci OheQ ($N_a = 19$), BMS1788 ($N_a = 15$), and Rt6 ($N_a = 12$). The number of alleles

with a frequency of occurrence exceeding 5% was 83. The number of effective alleles was 4.56. The mean observed heterozygosity (H_o) reached 0.717, the expected (H_e) 0.721. The fixation index for the Evenk breed was 0.002. The polymorphism informativeness index (PIC) was 0.691, and ranged from 0.293 to 0.846.

Keywords: reindeer; polymorphism; microsatellites; Evenk breed of deer; biodiversity; genetic testing.

Введение. Эвенкийская порода оленей отличается от других пород домашних северных оленей большей живой массой и удлинённым туловищем с хорошо развитой мускулатурой. Живая масса оленей эвенкийской породы составляет у самцов 140-180 кг, самок – 108-130, тогда как у эвенской породы живая масса самцов достигает 135-140 кг, у самок 91-110 и у оленей чукотской породы 130-140 у самцов и 93-96 у самок [10].

Общая численность домашних северных оленей эвенкийской породы на начало 2020 года составляло 45152 голов (рис.1). Наибольшая часть оленей эвенкийской породы сосредоточено в Анабарском, Алданском и Нерюнгринском районах.

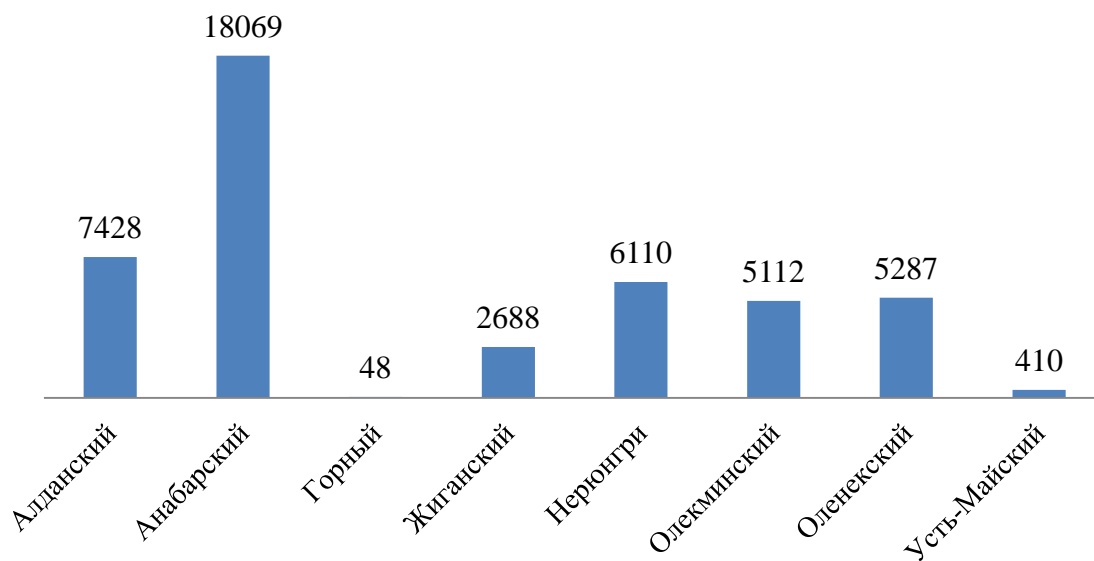


Рисунок 1. Численность домашних северных оленей эвенкийской породы по районам (гол.)

В настоящее время оценка генетической структуры и постоянное наблюдение за популяционными изменениями является необходимостью для предотвращения снижения генетического разнообразия домашних северных оленей.

В настоящее время разработано множество панелей микросателлитных маркеров для северных оленей, и они показали свою эффективность в оценке генетической структуры домашних северных оленей [3,-5,9]. Микросателлитные

маркеры являются отличным инструментом для наблюдения за эволюционными процессами, протекающими в популяциях [1,2,6-8].

Цель работы – генетическая характеристика эвенкийской породы домашних северных оленей по микросателлитным локусам ДНК.

Материалы и методы. В качестве объектов исследования послужили домашние северные олени эвенкийской породы оленей разводимых в МУП "Жилиндинский" Оленекского района в количестве 200 голов (в том числе 6 хоров производителей). ДНК выделяли из лейкоцитов крови. Кровь взята из яремной вены в вакуумные пробирки с ЭДТА К3 для гематологических исследований. При выделении ДНК использовали набор реагентов EXCELL BIOTECH (Excel Biotech Corp., Якутск) в Биоклональной и молекулярно-генетической лаборатории ФГБОУ ВО Арктический ГАТУ

Для генотипирования домашних северных оленей использован коммерческий набор реагентов для микросателлитного анализа, который содержит 16 маркеров COrDIS Rangifer (ООО «Гордиз», г. Москва), согласно протоколу производителя. Обработка полученных данных произведена с использованием надстройки для Microsoft Excel - GeneAlex 6.51.

Результаты и обсуждение. Полученные результаты исследования показали, что эвенкийская порода домашних северных оленей Якутии имеет высокое генетическое разнообразие. Всего у домашних северных оленей эвенкийской породы выявлено 153 аллеля при этом 83 аллеля имели частоту встречаемости выше 5%. Наибольшее число аллелей было выявлено в локусах OheQ (Na=19), BMS1788 (Na=15) и Rt6 (Na=12). В локусе OheQ преобладали аллели 306 п.н. и 311 п.н. с частотой встречаемости 0,220 и 0,230 соответственно. В локусе BMS1788 число аллелей, частота которых превышает 5%, составило 5. Преобладали аллели 154 п.н. и 144 п.н., частота которых составила 0,358 и 0,178.

Подробное распределение частот 16 микросателлитных маркеров у домашних северных оленей эвенкийской породы представлено в таблице 3.

Локус	п.н.	Частота	Локус	п.н.	Частота	Локус	п.н.	Частота
Rt6	194	0,078	Rt9	133	0,163	C32	298	0,153
	198	0,070		143	0,098		306	0,438
	200	0,090		145	0,088		322	0,388
	202	0,178		147	0,078	Rt24	236	0,248
	204	0,143		151	0,083		240	0,088
	206	0,305		153	0,208		244	0,075
BMS1788	144	0,178		155	0,218		246	0,063

	146	0,080	Rt7	238	0,070	OheQ	248	0,103
	152	0,065		242	0,385		252	0,235
	154	0,358		244	0,130		256	0,095
	156	0,068		250	0,068		284	0,135
Rt30	205	0,460	FCB193	252	0,233	NVHRT16	295	0,065
	211	0,138		254	0,090		306	0,220
	213	0,048		126	0,080		307	0,100
	215	0,055		128	0,273		311	0,230
	217	0,113		130	0,115		184	0,153
	223	0,080		132	0,093		206	0,213
Rt1	247	0,280	C217	136	0,213	C276	208	0,120
	249	0,100		138	0,135		214	0,173
	251	0,148		144	0,063		216	0,258
	253	0,158		215	0,810		226	0,050
	263	0,115		216	0,050		354	0,170
	267	0,055		219	0,140		414	0,160
BMS745	130	0,045	T40	259	0,073	C143	418	0,055
	132	0,418		267	0,770		430	0,363
	133	0,105		271	0,055		434	0,225
	134	0,285		302	0,053	176	0,338	
	136	0,105				180	0,618	

Таблица 3. Частотное распределение 16 микросателлитных маркеров

В среднем на локус выявлено 9,56 аллеля, среднее число эффективных аллелей (N_e) составило 4,56 (таблица 3). Наименьшее количество эффективных аллелей отмечено в локусе C217 (1,474 аллеля), а наибольшее – в локусе OheQ (7,129) (табл. 4).

Locus	Na	N_e	H_o	H_e	F	PIC
Rt6	12,0	5,941	0,855	0,832	-0,028	0,814
BMS1788	15,0	5,475	0,825	0,817	-0,009	0,801
Rt30	10,0	3,875	0,750	0,742	-0,011	0,721
Rt1	11,0	6,266	0,825	0,840	0,018	0,822
Rt9	11,0	6,737	0,845	0,852	0,008	0,835
C143	3,0	2,011	0,485	0,503	0,035	0,414
Rt7	11,0	4,221	0,725	0,763	0,050	0,732
OheQ	19,0	7,129	0,870	0,860	-0,012	0,846
FCB193	11,0	5,879	0,835	0,830	-0,006	0,809
C217	3,0	1,474	0,330	0,322	-0,025	0,293
Rt24	10,0	6,389	0,805	0,843	0,046	0,826
C32	4,0	2,737	0,675	0,635	-0,064	0,561

BMS745	7,0	3,565	0,685	0,719	0,048	0,678
NVHRT16	10,0	5,503	0,790	0,818	0,035	0,793
T40	8,0	1,653	0,410	0,395	-0,038	0,380
C276	8,0	4,168	0,765	0,760	-0,006	0,724
Среднее	9,563	4,564	0,717	0,721	0,002	0,691

Таблица 4. Популяционно-генетическая характеристика оленей эвенкийской породы

Значение наблюдаемой гетерозиготности (H_o) достигло 0,717 и близка к ожидаемому значению (H_e) 0,721. В исследованной популяции наблюдается умеренный инбридинг, о чем свидетельствует близость значений наблюдаемой и ожидаемой гетерозиготности. Максимальное значение наблюдаемой гетерозиготности встречалось в локусе *OheQ* (0,835), а минимальное в локусе *C217* (0,293), имеющем 3 аллеля.

Показатель индекса фиксации в среднем по эвенкийской породе составляет 0,002 при колебаниях от -0,064 в локусе *C32* до 0,050 в локусе *Rt7*. В 7 локусах из 16 изученных выявлен дефицит гетерозигот. Соответственно, показатель индекса фиксации является положительным в 7 локусах и отрицательным в 9 локусах из 16 изученных.

В среднем по породе индекс информативности полиморфизма (PI_C) составил 0,691, и варьировал от 0,293 до 0,846. К малоинформативным локусам можно отнести локусы с малым количеством выявленных аллелей *C143*, *C217* и *T40*, у которых $PI_C < 0.5$. Высокая информативность $PI_C > 0.5$ наблюдалась у 13 локусов из 16, при этом у 11 локусов индекс информативности оказался выше 0,7.

Результаты проведенного исследования позволили получить информацию о внутривидовой дифференциации популяции и оценить степень генетического разнообразия породы. В целях своевременного предотвращения снижения генетического разнообразия необходимо постоянное наблюдение за популяционными изменениями и оценка генетической структуры. При проведении селекционных работ контролировать процесс нарастания гомозиготности и поддерживать уровень гетерозиготности.

Заключение. Одним из ключевых моментов в селекционно-племенной работе является контроль возрастания гомозиготности и поддержка генетического сходства. При гомозиготации (обеднения наследственности) приспособленность популяции снижается, в связи с этим необходимо проводить обогащение генетического фонда популяции путем обмена хоров между стадами и хозяйствами с учетом зональных и породных особенностей.

Список литературы.

1. 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.
2. 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.
3. Côté S.D., Dallas J.F., Marshall F., Irvine R.J., Langvatn R., Albon S.D. Microsatellite DNA evidence for genetic drift and philopatry in Svalbard reindeer. Mol. Ecol., 2002, 11: 1923–1930.
4. Cronin M.A., Renecker L., Pierson B.J., Patton J. C. Genetic variation in domestic reindeer and wild caribou in Alaska. Animal Genetic, 1995, 6: 427–434.
5. Elston C.R. Polymorphism Information Content // Encyclopedia of Biostatistics, 2005, No. 6.
6. Karima F. Mahrous. 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.
7. 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.
8. Митрофанова О.В. 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
9. Разработка мультиплексной панели микросателлитов для оценки достоверности происхождения и степени дифференциации популяций северного оленя (*Rangifertarandus*) / В.Р. Харзинова [и др.] // Сельскохозяйственная биология. – 2015. – № 50(6). – С. 756–765.
10. Роббек Н.С. Содержание витаминов в мясе домашних северных оленей // Наука и техника Якутии. – 2012. – № 1(22). – С. 93–97.