

Филиппова. – 2019. – №3(56). – С. 59-67.

3. Борисенко Е.Я. Разведение сельскохозяйственных животных. – М.: Колос, 1967. – 460 с.

4. Волков А.Д. Породы овец и коз / учебник «Овцеводство». – Спб.-М.-Краснодар, 2017. – С. 34-71.

5. Ерохин А.И., Ерохин С.А. Овцеводство. – Москва, 2004. – 480 с.

6. Иванов М.Ф. Курс овцеводства: монография. – М.: Сельхозгиз, 1947. – 232 с.

7. Литовченко Г.Р. Вопросы овцеводства Монгольской Народной Республики // Труды Монгольской комиссии АН СССР. – М., 1953. – Вып. 43. – С. 38.

8. Ооржак А.Б. Продуктивные и некоторые биологические особенности тувинских короткожирнохвостых овец степного типа: автореф. дис....канд. с-х. наук. - Улан-Удэ, 2011. - С.6.

9. Тайшин В.А., Лхасаранов Б.Б. Аборигенная бурятская овца. - Улан-Удэ: БНЦ, 1997. – 124 с.

10. Чижик И.А. Конституция и экстерьер с.-х. животных: монография. – Л.: Колос, 1979. – 376 с.

11. Шимит Л.Д., Двалишвили В.Г., Билтуев С.И. Мясная продуктивность тувинских овец в зависимости от зоны разведения // Вестник Тувинского государственного университета. – 2016. – №2. – С. 172-178.

1. Balchir B.V. Comparative assessment of breeds and types of sheep for the purpose of substantiating the breed zoning of sheep breeding in the southern regions of the Tuva ASSR. Candidate's dissertation abstract. Novosibirsk, 1986 [in Russian]

2. Biltuev S.I., Achituev V.A., Zhamyanov B.V. Productive and biological qualities of coarse-haired sheep of different breeds in the republic of Buryatia. *Vestnik Buryatskoy gosudarstvennoy selskokhozyaystvennoy akademii im. V.R. Filippova*. 2019. No 3(56). pp. 59-67 [in Russian]

3. Borisenko E. Ya. Breeding of farm animals. Moscow. *Kolos*. 1967. 460 p. [in Russian]

4. Volkov A.D. Sheep and goat breeds. In book: *Sheep breeding*. SPb-M.-Krasnodar. 2017. pp.34-71 [in Russian]

5. Erokhin A.I., Erokhin S.A. Sheep breeding. Moscow. 2004. 480 p. [in Russian]

6. Ivanov M. F. Sheep breeding course. Moscow. *Selkhozgiz*. 1947. 232 p. [in Russian]

7. Litovchenko G.R. Questions of sheep breeding of the Mongolian People's Republic. Proc.of the Mongolian Commission of the Academy of Sciences of the USSR. Moscow. 1953. Issue 43. 38 p. [in Russian]

8. Oorzhak A.B. Productive and some biological features of Tuvan short-fat-tailed sheep of the steppe type. Candidate's dissertation abstract. Ulan-Ude. 2011. 6 p. [in Russian]

9. Taishin V.A., Lhasaranov B.B. Aboriginal Buryat sheep. Ulan-Ude. *BNTs*. 1997. 124 p. [in Russian]

10. Chizhik I.A. Constitution and exterior of agricultural animals. Leningrad. *Kolos*. 1979. 376 p. [in Russian]

11. Shimit L.D., Dvalishvili V.G., Biltuev S.I. Meat productivity of the Tuva sheep depending on the breeding areas. *Vestnik tuvinskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2016. No 2. pp. 172-178 [in Russian]

УДК 575.17

DOI: 10.34655/bgsha.2021.62.1.009

М.А. Часовщикова

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЧЕРНО-ПЕСТРОЙ ПОРОДЫ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МИКРОСАТЕЛЛИТНЫХ МАРКЕРОВ

Ключевые слова: локус, аллель, гетерозиготность, микросателлиты, ДНК, черно-пестрая порода.

В статье представлена генетическая характеристика черно-пестрой породы крупного рогатого скота на основе микросателлитного анализа по 15 локусам: BM 1818, BM 1824, BM 2113, CSRM 60, CSSM 66, ETH 3, ETH 10, ETH 225, ILST 6, INRA 023, SPS 115, TGLA 53, TGLA 122, TGLA 126, TGLA 227. Были рассчитаны частоты аллелей, наблюдае-

мая, ожидаемая гетерозиготности локусных микросателлитов и индекс фиксации, характеризующий нехватку или избыток гетерозигот. Результаты ДНК-исследования биологического материала 56 племенных животных черно-пестрой породы показали в 15 локусах наличие 116 аллелей. Длины аллелей находились в диапазоне от 81 до 296 бп. В локусах идентифицировано от 5 до 15 аллелей. Среднее число аллелей на локус составляло 7,7, среднее число информативных аллелей – 4,7. Пять микросателлитных локусов BM 1818, BM 1824, ILST 6, SPS 115 и TGLA 126 имели минимальный набор аллелей. Максимальное число аллелей – 15 – наблюдали в локусе TGLA53. Частоты часто встречающихся аллелей в локусах с пятью аллелями составляли 0,339 – 0,580, при этом наибольшая частота наблюдалась у аллеля 248 в локусе SPS 115. В локусе TGLA53 аллель 162 отличался наибольшей встречаемостью, равной 0,226. Средний уровень фактической и ожидаемой гетерозиготности составлял 0,757 и 0,738 соответственно, а индекс фиксации минус 0,031. Следовательно, исследуемое стадо черно-пестрой породы характеризовалось незначительным избытком гетерозигот и умеренной степенью гетерозиготности.

M. Chasovschikova

GENETIC CHARACTERISTICS OF THE BLACK-AND-WHITE CATTLE BREED USING MICROSATELLITE MARKERS

Keywords: locus, allele, microsatellites, heterozygosity, DNA, Black-and-white cattle breed

The article presents the genetic characteristics of the black-and-white cattle breed based on microsatellite analysis of 15 loci: BM 1818, BM 1824, BM 2113, CSRM 60, CSSM 66, ETH 3, ETH 10, ETH 225, ILST 6, INRA 023, SPS 115, TGLA 53, TGLA 122, TGLA 126, TGLA 227. The allele frequencies, the observed, expected heterozygosity of local microsatellites and the fixation index characterizing the lack or excess of heterozygotes were calculated. The results of DNA testing of biological material of 56 breeding animals of the Black-and-White breed showed the presence of 116 alleles in 15 loci. Allele lengths ranged from 81 to 296 bp. At the loci, from 5 to 15 alleles were identified. The average number of alleles per locus was 7.7, the average number of informative alleles was 4.7. Five microsatellite loci BM 1818, BM 1824, ILST 6, SPS 115, and TGLA 126 had a minimal set of alleles. The maximum number of alleles, 15, was observed at the TGLA53 locus. Frequencies of frequently occurring alleles at loci with five alleles were 0.339 - 0.580, with the highest frequency observed in allele 248 at the SPS 115 locus. At the TGLA53 locus, allele 162 had the highest frequency of occurrence - 0.226. The average level of actual and expected heterozygosity was 0.757 and 0.738, respectively, and the fixation index was minus 0.031. Thus, the controlled herd of the Black-and-white breed had a slight excess of heterozygotes and a moderate degree of heterozygosity.

Часовщикова Марина Александровна, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор кафедры технологии производства и переработки продукции животноводства, ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья», Тюмень, Россия; e-mail: chsovschikovama@gausz.ru

Marina A. Chasovschikova, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Professor of the Production and Processing Technology of Livestock Products Chair, Northern Trans-Ural State Agricultural University, Tyumen, Russia; e-mail: chsovschikovama@gausz.ru

Введение. Отрасль молочного скотоводства Тюменской области в настоящее время представлена тремя породами: голштинская, черно-пестрая и симментальская, при этом доля черно-пестрой породы постепенно сокращается [5]. В

последние годы обоснованно популярной становится тема сохранения генофонда редких и исчезающих пород, одной из таких в перспективе может оказаться и черно-пестрая порода. Мировой и отечественный опыт показывают, что потеря

породного разнообразия является как утрата уникального генетического разнообразия, так и сужением генетического потенциала, ограничивающего возможности селекционной работы и выведения новых пород [4, 7].

В Тюменской области ведущим племенным заводом по разведению черно-пестрой породы является АО Племенной завод «Учебно-опытное хозяйство ГАУ Северного Зауралья». Это одно из уникальных стад, имеющее богатую историю развития. В 2019 году средний удой от одной коровы в год составил 7910 кг молока с массовой долей жира 3,91%, белка 3,12%. В селекционно-племенной работе с породой внедряются иммуногенетические и ДНК-технологии [6, 9]. Для генетической экспертизы и контроля происхождения в 2020 году проведена оценка части поголовья методом полимеразной цепной реакции микросателлитных маркеров. Микросателлиты служат не только инструментом для определения родства, но могут использоваться как маркеры генома, а также в качестве маркеров продуктивности [2, 8]. Исследование генетической структуры поголовья позволит создать генетически обоснованную программу по выявлению генетической изменчивости в целях сохранения и дальнейшего использования породы [7].

Цель наших исследований состояла в генетической характеристике черно-пестрой породы крупного рогатого скота с использованием микросателлитных маркеров.

Условия и методы исследования.

Объектом исследований являлись коровы черно-пестрой породы (n=56) АО Племенной завод «Учебно-опытное хозяйство ГАУ Северного Зауралья» Тюменской области. В качестве биологического материала для выделения ДНК использовали образцы стабильной крови. Выделение геномной ДНК проводили с помощью набора реагентов для выделения ДНК D1Atom™ DNA Prep100 (ООО «Лаборатория Изоген», Россия). Для амплификации использован амплификатор ProFlex™ 96-Well PCR System. Идентифи-

кация фрагментов проводилась методом ПЦР анализа микросателлитных локусов с последующей детекцией флуоресцентно-меченых фрагментов методом капиллярного электрофореза с помощью генетического анализатора Applied Biosystems 3500 Thermo Fisher в Центре геномных технологий ФГБОУ ВО «ГАУ Северного Зауралья» (г. Тюмень). Набор маркеров для анализа включал 15 микросателлитов: BM 1818, BM 1824, BM 2113, CSRM 60, CSSM 66, ETH 3, ETH 10, ETH 225, ILST 6, INRA 023, SPS 115, TGLA 53, TGLA 122, TGLA 126, TGLA 227. На подконтрольных животных были выданы генетические паспорта. Биометрический анализ данных проведен в программном приложении «Microsoft Excel».

Результаты исследований и их обсуждение. Проанализировав подконтрольное поголовье черно-пестрой породы по 15 STR-локусам нуклеотидных последовательностей ДНК, обнаружили 116 аллелей, диапазон их размеров варьировал от 81 до 296 bp. В изучаемых локусах идентифицировано от 5 до 15 аллелей. Среднее число аллелей на локус составляло $7,7 \pm 0,897$ единиц, при этом число информативных аллелей, или уровень полиморфности, составил $4,7 \pm 0,517$ единиц. Как правило, чем большим числом аллелей представлен локус, тем он информативнее для характеристики породы.

Детальный анализ генома (табл. 1) показал, что пять микросателлитных локусов BM 1818, BM 1824, ILST 6, SPS 115 и TGLA 126 имели по 5 аллелей. В этих локациях наибольшей встречаемостью отличались аллели 266 (BM 1818) с частотой 0,418, 188 (BM 1824) – 0,339, 294 (ILST 6) – 0,409, 248 (SPS 115) – 0,580 и 117 (TGLA 126) с частотой 0,527. Еще в пяти локусах BM 2113, CSRM 60, CSSM 66, ETH 3 и ETH 10 идентифицировано по 7 аллелей. Длины часто встречающихся аллелей, их частоты находились в диапазоне от 0,264 до 0,518, в указанных локусах составляли 127 и 135 bp (BM 2113), 102 (CSRM 60), 185 (CSSM 66), 117 (ETH 3) 219 bp (ETH 10).

Максимальное число аллелей наблю-

дали в локусах TGLA 53 – 15 аллелей и TGLA 122 – 14 аллелей. В первом локусе наибольшей частотой характеризовался аллель 162 (0,226), на втором месте ока-

зался аллель 168 (0,198). В локусе TGLA 122 наибольшей встречаемостью отличались аллели 143 и 149 с частотами 0,393 и 0,205 соответственно.

Таблица 1 – Частоты встречаемости аллелей

| Локус | Аллель | Частота | Локус | Аллель | Частота | Локус | Аллель | Частота | |
|---------|--------|---------|----------|--------|----------|---------|--------|---------|-------|
| BM 1818 | 258 | 0,036 | ETH 10 | 213 | 0,054 | TGLA 53 | 154 | 0,019 | |
| | 260 | 0,082 | | 215 | 0,027 | | 157 | 0,009 | |
| | 262 | 0,382 | | 217 | 0,152 | | 158 | 0,066 | |
| | 264 | 0,082 | | 219 | 0,339 | | 160 | 0,189 | |
| | 266 | 0,418 | | 221 | 0,107 | | 162 | 0,226 | |
| BM 1824 | 178 | 0,250 | TGLA 227 | 223 | 0,170 | | 164 | 0,009 | |
| | 180 | 0,214 | | 225 | 0,152 | | 166 | 0,047 | |
| | 182 | 0,188 | | 81 | 0,145 | | 168 | 0,198 | |
| | 188 | 0,339 | | 83 | 0,136 | | 170 | 0,009 | |
| | 190 | 0,009 | | 85 | 0,028 | | 174 | 0,019 | |
| BM 2113 | 125 | 0,218 | | LIST 6 | 87 | | 0,100 | 176 | 0,113 |
| | 127 | 0,264 | | | 89 | | 0,145 | 180 | 0,019 |
| | 129 | 0,027 | | | 91 | | 0,109 | 182 | 0,009 |
| | 133 | 0,055 | | | 93 | | 0,036 | 184 | 0,028 |
| | 135 | 0,264 | | | 95 | | 0,036 | 186 | 0,028 |
| | 137 | 0,055 | | | 96 | 0,009 | 139 | 0,027 | |
| | 139 | 0,118 | | | 97 | 0,209 | 141 | 0,027 | |
| INRA 23 | 198 | 0,018 | | | TGLA 126 | 99 | 0,018 | 143 | 0,393 |
| | 200 | 0,054 | | | | 103 | 0,027 | 149 | 0,205 |
| | 202 | 0,152 | | | | 288 | 0,300 | 151 | 0,027 |
| | 206 | 0,241 | 290 | | | 0,009 | 153 | 0,027 | |
| | 208 | 0,054 | 292 | | | 0,236 | 159 | 0,018 | |
| | 210 | 0,250 | 294 | | | 0,409 | 161 | 0,098 | |
| | 212 | 0,009 | 296 | | | 0,045 | 163 | 0,045 | |
| SPS 115 | 214 | 0,223 | CSSM 66 | | | 115 | 0,286 | 165 | 0,018 |
| | 248 | 0,580 | | 117 | | 0,527 | 169 | 0,009 | |
| | 252 | 0,250 | | 119 | | 0,063 | 171 | 0,018 | |
| | 254 | 0,080 | | 121 | | 0,071 | 181 | 0,027 | |
| | 256 | 0,080 | | 123 | | 0,054 | 183 | 0,063 | |
| ETH 225 | 258 | 0,008 | | ETH3 | | 181 | 0,028 | 115 | 0,009 |
| | 140 | 0,268 | | | | 183 | 0,189 | 117 | 0,438 |
| | 144 | 0,125 | | | | 185 | 0,330 | 121 | 0,045 |
| | 146 | 0,018 | | | 187 | 0,160 | 125 | 0,045 | |
| | 148 | 0,277 | | | 189 | 0,236 | 127 | 0,313 | |
| | 150 | 0,286 | | | 193 | 0,028 | 129 | 0,143 | |
| | 152 | 0,027 | | | 197 | 0,028 | | | |

Основываясь на определении числа эффективных аллелей в каждом из локусов, отметили, что минимальной полиморфностью обладали BM1818 и TGLA126 – 2,8 единицы, при этом 9 локусов имели наименьшую, чем в среднем по группе, инфор-

мативность. Наибольшей полиморфностью обладали два локуса – INRA23 и TGLA 122 – 8,0 единиц. В группу локусов с наибольшей, чем в среднем информативностью, вошли INRA 023, TGLA 122, TGLA 53, ETH 10, ETH 3, BM 1818 – от 5,0 до 8,0.

Аллельный спектр анализируемого стада заметно отличается от других стад черно-пестрой породы. Так, по сведениям Г.С. Лозовой и др. [3], коровы черно-пестрой породы Псковской области в локусах ILST 6, ETH 10, ETH 225, BM 1818, BM 2113, SPS115 имели большее количество аллелей, хотя и частоты некоторых из них были схожи с нашими данными.

Подобные различия обнаружены и с другими исследованными популяциями [1, 8].

Одной из важных характеристик при популяционно-генетических исследованиях является гетерозиготность. В популяциях рассчитывают наблюдаемую и ожидаемую гетерозиготность, при этом последняя точнее отражает уровень аллельного разнообразия (табл. 2).

Таблица 2 – Гетерозиготность локусных микросателлитов

| Локус | Наблюдаемая гетерозиготность (Ho) | Ожидаемая гетерозиготность (He) | Индекс фиксации (Fis) |
|---------------|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------------|
| BM 1818 | 0,800 | 0,665 | -0,204 |
| BM 1824 | 0,636 | 0,741 | 0,142 |
| BM 2113 | 0,750 | 0,792 | 0,054 |
| CSRM 60 | 0,769 | 0,662 | -0,161 |
| CSSM 66 | 0,688 | 0,772 | 0,109 |
| ETH 3 | 0,800 | 0,686 | -0,167 |
| ETH 10 | 0,824 | 0,795 | -0,036 |
| ETH 225 | 0,714 | 0,753 | 0,051 |
| ILST 6 | 0,667 | 0,685 | 0,027 |
| INRA 023 | 0,889 | 0,800 | -0,111 |
| SPS 115 | 0,667 | 0,588 | -0,133 |
| TGLA 53 | 0,867 | 0,852 | -0,018 |
| TGLA 122 | 0,875 | 0,783 | -0,117 |
| TGLA 126 | 0,636 | 0,629 | -0,012 |
| TGLA 227 | 0,767 | 0,869 | 0,118 |
| \bar{x} | 0,757 | 0,738 | -0,031 |
| $S_{\bar{x}}$ | 0,022 | 0,021 | - |

Среди анализируемых локусов высоким уровнем наблюдаемой гетерозиготности характеризовались BM 1818 и ETH 3 по 0,800, ETH10 – 0,824, TGLA 53 – 0,867, TGLA 122 – 0,875, INRA 23 – 0,889, а наименьшим – BM 1824 и TGLA 126 – 0,636. В то же время ожидаемая гетерозиготность наибольшей была по локусам TGLA 227 – 0,869, TGLA 53 – 0,852 и INRA 23 – 0,800, а наименьшей – 0,588 по SPS 115 локусу. Средний уровень фактической и ожидаемой гетерозиготности составлял 0,757 и 0,738 соответственно.

Для установления отклонения гетерозиготных генотипов от теоретически ожидаемой рассчитали индекс фиксации, который показывает нехватку при положительном выражении или избыток при отрицательном выражении гетерозигот в популяции. В исследуемом стаде, в среднем, наблюдался незначительный избы-

ток гетерозигот (Fis = -0,031). Анализируя каждый локус, установили, что по большинству из них наблюдается избыток гетерозигот. Недостаток гетерозигот отмечали по шести локусам: BM 1824, BM 2113, CSSM66, ETH225, ILST6 и TGLA 227. Таким образом, исследованное поголовье черно-пестрой породы характеризуется умеренной степенью гетерозиготности, система случайного скрещивания в стаде преобладает над инбридингом.

Заключение. Аллельный спектр исследуемых локусов крупного рогатого скота учебно-опытного хозяйства имеет отличия от ряда анализируемых стад черно-пестрого скота. В 15 локусах обнаружены 116 аллелей длиной от 81 до 296 bp. Среднее число аллелей на локус составляло 7,7, число информативных аллелей – 4,7. Наблюдается незначительный избыток гетерозиготных генотипов.

Генетическую структуру стада коров черно-пестрой породы, основываясь на анализе аллельного спектра локусов, можно считать уникальной, а само стадо уникальным генетическим продуктом, где на фоне высокой молочной продуктивности сохраняются хорошие репродуктивные качества коров. В связи с этим, генофонд стада необходимо сохранить и использовать с целью совершенствования черно-пестрой породы в регионе и за его пределами. Продолжение деятельности учебно-опытного хозяйства как племенного завода позволит приблизить племенное молочное скотоводство к решению такой важной проблемы, как нехватка отечественного племенного материала.

Библиографический список

1. Аржанкова Ю.В., Мосачихина И.А., Харитонов А.В. Генетические особенности черно-пестрого и помесного крупного рогатого скота по микросателлитным локусам // Известия Великолукской ГСХА. – 2015. – № 1. – С. 7 – 11.
2. Зиновьева Н.А., Стрекозов Н.И., Малофеева Л.А. Оценка роли ДНК-микросателлитов в генетической характеристике популяции черно-пестрого скота // Зоотехния. – 2009. – №1. – С.2 – 4.
3. Лозовая Г.С., Аржанкова Ю.В. Диагностика микросателлитных локусов черно-пестрого скота в связи с разным уровнем молочной продуктивности // Вестник Мичуринской ГАУ. – 2010. - № 2. – С. 129-132.
4. Мымрин В.Н., Гридина С.Л., Ажмяков А.Н. [и др.] Сохранение отечественных пород – вклад в будущее российского животноводства // Зоотехния. – 2018. - № 1. – С. 8 – 11.
5. Свяженина М.А., Шевелева О.М. Молочная продуктивность скота разного происхождения // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2012. -№ 5. – С. 46 - 53.
6. Свяженина М.А. Иммуногенетическая характеристика черно-пестрого скота в Тюменской области // Вестник Мичуринского ГАУ. – 2019. - № 1. – С. 84 – 86.
7. Столповский Ю.А. Популяционно-генетические основы сохранения генофондов domestцированных видов животных // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2013. - № 4/2. – Т. 17. - С. 900 – 915.
8. Траспов А.А., Долматова И.Ю., Зиновьева Н.А. Полиморфизм микросателлитных локусов крупного рогатого скота черно-пестрой породы Республики Башкортостан в связи с молочной продуктивностью // Вестник БГАУ. - № 4. – 2012. – С. 49 – 52.
9. Часовщикова М.А. Влияние генов kappa-казеина и пролактина на долголетие и пожизненную продуктивность коров черно-пестрой породы // Главный зоотехник. – 2013. - №10. – С. 3-9.
1. Arzhankova Y.V., Mosachihina I.A., Haritonov A.V. Genetic features of black-and-white and crossbred cattle by microsatellite loci. *Izvestiya Velikolukskoj GSKHA*. 2015. No 1. pp. 7-11 [in Russian]
2. Zinovieva N.A. Evaluation of the DNA microsatellite role in genetic characterization of the black-and-white cattle population. *Zootekhniya*. 2009. No 1. – pp. 2-4 [in Russian]
3. Lozovaya G.S., Arzhankova J.V. DNA-diagnostics of microsatellite locuses in black-and-white cattle in relation to various levels of milk production. *Vestnik Michurinskoy GAU*. 2010. No 2. pp. 129-132 [in Russian]
4. Mymrin V.S., Gridina S.L., Azhmyakov A.N. [and etc.] Protection the home breeds is the contribution to future of Russian animal – breeding. *Zootekhniya*. 2018. No 1. pp. 8-11 [in Russian]
5. Svyazhenina M.A., Sheveleva O.M. Milk productivity of cattle of different origin. *Sibirskiy vestnik selskokhozyaystvennoy nauki*. 2012. No 5. pp. 46 - 53 [in Russian]
6. Svyazhenina M.A. Immunogenetic characteristics of black-and-white cattle in Tyumen region. *Vestnik Michurinskoy GAU*. 2019. No 1. pp. 84-86 [in Russian]
7. Stolpovskiy Yu. A. Population genetics studies underlying preservation of domesticated animal species gen pools. *Vavilovskiy zhurnal genetiki i seleksii*. 2013. № 4/2. Т. 17. pp. 900-915 [in Russian]
8. Traspov A., Dolmatova I., Zinovieva N. Microsatellite loci polymorphism of bashkirian population of black-and-white cattle according with dairy production. *Vestnik BSAU*. No 4. 2012. pp. 49-52 [in Russian]
9. Chasovshchikova M.A. The influence of genes of kappa casein and prolactin on longevity and life time productivity of cows of black-and-white breed. *Glavnyi zootekhnik*. 2013. No10. pp. 3 -9 [in Russian]

Работа выполнена в рамках НИОКТР, номер государственного учета АААА-А20-120120490045-8.