

ПОПУЛЯЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ ГЕНОФОНДНЫХ ПОРОД КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА КАК ОСНОВА СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ

А.В. Писаренко, кандидат сельскохозяйственных наук

Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста, пос. Дубровицы Московской обл., Россия

E-mail: pisarenko@vij.ru

Ключевые слова: генофондные породы, анализ, количество голов, тенденции, эффективная численность популяции.

Реферат. Проведен комплексный анализ состояния отечественных пород крупного рогатого скота молочного направления продуктивности за пятилетний период, что позволяет определить тенденции изменения численности поголовья и прогнозировать состояние пород в условиях сохранения их генофонда. Информационно-аналитической основой исследования послужили данные, приведенные в ежегодниках по племенной работе в молочном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации (2017–2021 гг.). Были учтены такие показатели, как поголовье молочного скота, количество хозяйств, регион разведения пород. По данным за 2021 г., генетические ресурсы молочного скотоводства на 52,0% представлены отечественными породами. Наибольший удельный вес (42,35%) имеет черно-пестрая порода, а наименьший (0,005%) – тагильская. С помощью коэффициента изменчивости поголовья показаны тенденции к увеличению, сокращению или сохранению стабильности поголовья коров. Показатели его варьировали от -125,02 (сокращение поголовья) до +0,11 (увеличение поголовья). Расчет эффективной численности популяции и уровня инбридинга дает возможность прогнозировать состояние генофонда пород на определенный период. Так, горный скот Дагестана, красная горбатовская, суксунская, сычевская породы с минимальным количеством быков (1–3 головы) соответственно имеют невысокие показатели эффективной численности популяции – 4,0–11,9 головы, а ожидаемый средний коэффициент инбридинга за поколение составит от 5,62 до 16,67%. Показатель эффективной численности популяции всех остальных пород был на достаточном уровне – 76,0–975,6 головы, а коэффициент инбридинга за поколение – от 0,07 до 0,88%.

POPULATION MONITORING OF GENE POOL BREEDS OF CATTLE AS A BASIS FOR BIODIVERSITY CONSERVATION

A.V. Pisarenko, PhD in Agricultural Sciences

Federal Research Center for Animal Husbandry - FRCAH named after Academician L. K. Ernst, village Dubrovitsy, Moscow region, Russia

E-mail: pisarenko@vij.ru

Keywords: gene pool breeds, analysis, number of heads, change, practical work of the association.

Abstract. A comprehensive analysis of the state of domestic cattle breeds for dairy production over five years was carried out, which allows us to determine changes in the composition of the livestock and predict the state of the breeds in conditions of preserving their gene pool. Information and analytical studies obtained in yearbooks on breeding work in dairy cattle breeding on farms of the Russian Federation (2017–2021). Such indicators as the number of dairy cattle, the number of farms, and the regional breeding of breeds were considered. According to data for 2021, the genetic resources of dairy cattle breeding are 52.0%, represented by domestic breeds. The black-and-white breed has the largest share (42.35%), and the Tagil breed has the most minor (0.005%). Using the coefficient of livestock variability, trends towards increasing, decreasing, or maintaining stability in the number of cows are shown. His imprisonment indicators ranged from -125.02 (decrease in population) to +0.11 (increase in population). Calculation of effective development and the level of inbreeding makes it possible to predict the state of the gene pool for the current period. Thus, mountain cattle of Dagestan, red Gorbatovskaya, Suksunskaya, and Sychevskaya breeds with the participation of bulls (1–3 heads) have low indicators of effective development efficiency - 4.0–11.9 heads, the expected average inbreeding coefficient for generating a result is from 5.62 to 16.67%. The development efficiency indicator for all other breeds was at a sufficient level - 76.0–975.6 heads, and the inbreeding coefficient per generation was from 0.07 to 0.88%.

Популяционный мониторинг генетических ресурсов животноводства, который включает анализ динамики поголовья сельскохозяйственных животных во времени и пространстве, оценку состояния и тенденции изменения популяций, расчет популяционных параметров, позволяет определить (спрогнозировать) изменения и состояние (статус) генофондов домашних животных в условиях сохранения.

Необходимо регулярно документировать изменения численности и структуры популяций для всех пород. Это должно выполняться ежегодно, поскольку применение современных репродуктивных технологий, международная торговля, потребности рынка и политика, благоприятствующая отдельным породам, могут приводить к быстрым изменениям численности и структуры популяций породы [1].

Порода – это не только биологическая, но и экономическая категория, требующая своего понимания, спроса и покровителя. И если ученые говорят о важности сохранения генетического разнообразия, обнаруживают мутации и хромосомные аномалии, которые накапливаются в геноме, пишут об инбридинге, о рисках при разведении монопороды, то собственным производителям молока и мяса необходимо получать прибыль «здесь и сейчас», используя наиболее высокопродуктивных животных, приносящих больше прибыли. Большинство из них не могут и не хотят «возиться» с малопродуктивным скотом, который когда-нибудь, где-нибудь может быть востребован [2].

Задачей сохранения генетических ресурсов национальных и редких пород является, как уже было сказано, их использование в экономических целях, для научных исследований, культурных и исторических нужд [3].

Основными показателями, которые указывают на необходимость сохранения генетических ресурсов животных, являются численность и распространение популяции (породы, стада). Эти данные отображают изменения, связанные с перемещением особей или их выбытием.

Важное значение в сохранении и рациональном использовании генетических ресурсов животноводства имеет внутренняя структура обособленных групп животных и оптимальное взаимодействие между структурными единицами.

К структурным элементам породы относятся племенная и пользовательная (товарная) части. Основными единицами, определяющими структуру породы, являются: отродье, внутрипородный тип, породная группа, линия и семейства. Структура стада – это соотношение в стаде животных разных половых и возрастных групп (в процентах к общему поголовью), которая зависит от уровня воспроизводства. Основным показателем служит доля маток в стаде [4].

В этой связи целью данной работы является проведение комплексного анализа состояния отечественных генофондных пород для определения тенденций изменения численности поголовья, что влияет на их жизнеспособность.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В работе использованы данные, приведенные в ежегодниках по племенной работе в молочном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации (2017–2021 гг.) [5–9]. Произведен анализ численности поголовья крупного рогатого скота, в том числе коров и быков 14 генофондных пород молочного и молочно-мясного направления продуктивности. Учтено количество хозяйств и регионы разведения пород (федеральный округ, республика, край, область). Определены тенденции к увеличению (+), сокращению (-) или сохранению стабильности (0) поголовья коров (2021 г. ± к 2017г.). Предложен коэффициент изменчивости поголовья коров, который позволяет вести оценку тенденций изменения численности поголовья по отношению к определенному промежутку времени:

$$\text{КИП}_k = \frac{n_1 - n_0}{t},$$

где КИП_k – коэффициент изменчивости поголовья коров; n_1 – количество животных на конец периода, голов; n_0 – количество животных на начало периода, голов; t – длительность периода, дней.

Эффективная численность популяции рассчитана по формуле

$$N_e = \frac{4 \cdot M \cdot F}{(M + F)},$$

где M и F – количество самцов и самок, которое может быть привлечено к воспроизводству.

Ожидаемое увеличение инбридинга за поколение вычислено по формуле

$$\Delta F = \frac{100}{2 \cdot N_e},$$

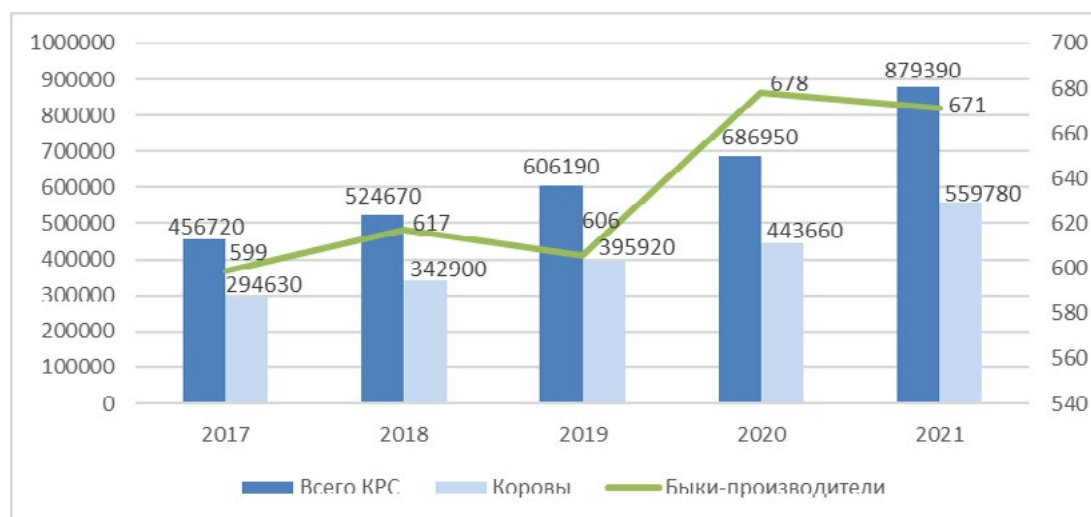
где N_e – эффективная численность популяции.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

С 2017 по 2021 г. в Российской Федерации численность крупного рогатого скота в хозяйствах всех категорий уменьшилась на 1029700 голов (5,5%), в том числе коров на

442400 голов (5,4%). Однако производство молока увеличилось на 1155800 т (3,7%) [5, 9], что можно объяснить улучшением продуктивных качеств животных современными селекционно-генетическими и биотехнологическими методами, использованием высокопродуктивных импортных пород, а также созданием лучших условий кормления, содержания скота и усовершенствованием системы управления стадом.

При этом следует отметить, что на территории России разводится 26 пород крупного рогатого скота молочного направления продуктивности (2609590 гол.) [9]. Одной из самых многочисленных и распространенных пород является голштинская черно-пестрой масти (рисунок) [5–9].



Динамика численности поголовья крупного рогатого скота голштинской (черно-пестрой масти) породы в РФ
Dynamics of distribution of Holstein (black and white) cattle in the Russian Federation

За пять лет (2017–2021 гг.) общее поголовье скота данной породы увеличилось на 422670 голов (92,5%), коров – на 265150 голов (89,9%), быков – на 72 головы (12,0%).

На фоне сокращения общего поголовья крупного рогатого скота и добавления к голштинской породе приставки «моно» вызывает опасение состояние отечественных генофондных пород молочного и молочно-мясного направления продуктивности.

Согласно приказу МСХ РФ № 14 от 13.01.2022, утверждены как генофондные 14 пород молочного скота: бестужевская, горный скот Дагестана, истобенская, кавказская бурая,

костромская, красная горбатовская, красная степная, суксунская, сычевская, тагильская, холмогорская, черно-пестрая, якутский скот, ярославская, что является первоочередной необходимостью для эффективной работы по сохранению генофонда отечественных пород, которые являются носителями ценных наследственных признаков, без которых дальнейшая селекционно-племенная работа и генетическое совершенствование животных будут односторонними.

В то же время приоритетным остается проведение популяционного мониторинга состояния и тенденций изменения генетических

ресурсов сельскохозяйственных животных (порода, стадо) на национальном, субрегиональном и региональном уровнях.

Анализ породного состава и численности поголовья племенных животных за 2021 г. показал, что 52,0% породных ресурсов молочного скотоводства представлены отечественными породами и 48,0% – импортным ввозимым и отечественной селекцией скотом.

Наибольший удельный вес имеют черно-пестрая (42,35%) и голштинская черно-пестрой масти (33,70%) породы, которые составляют около $\frac{3}{4}$ всего поголовья племенного молочного скота. С учетом интенсивной голштинизации отечественных пород и в первую очередь черно-пестрого скота, в стадах которого условная кровность по улучшающей породе достигает 87,5–95,3%, можно предположить [10–12], что при проведении породной инвентаризации поголовье голштинской породы и животных, кото-

рых можно назвать «условными голштинами», значительно вырастет.

В результате анализа количества хозяйств и динамики численности поголовья генофондных пород по данным ВНИИПлем установлено ежегодное сокращение как субъектов племенного дела, так и племенного поголовья крупного рогатого скота (табл. 1, 2).

В критическом положении находится тагильская порода. В наличии одно хозяйство, и наблюдается сокращение общего поголовья с 170 до 140 голов. По одному хозяйству разводят истобенскую породу и якутский скот, но здесь намечается тенденция к увеличению поголовья. Вызывают опасение и такие породы, как суксунская (за анализируемый период два хозяйства), красная горбатовская (количество хозяйств сократилось до двух), горный скот Дагестана (количество хозяйств увеличилось до трех), общее поголовье которых сократилось на 80, 230, 60 голов соответственно.

Таблица 1

Количество хозяйств генофондных пород крупного рогатого скота молочного направления продуктивности
Number of farms with gene pool breeds of cattle for dairy productivity

Порода	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.
Бестужевская	48	41	36	36	31
Горный скот Дагестана	2	2	2	2	3
Истобенская	1	1	1	1	1
Кавказская бурая	-	-	6	4	4
Костромская	23	22	20	21	19
Красная горбатовская	4	3	3	3	2
Красная степная	94	90	76	72	62
Суксунская	2	1	2	2	2
Сычевская	11	10	8	8	9
Тагильская	1	1	1	1	1
Холмогорская	224	173	170	148	126
Черно-пестрая	1476	1327	1267	1164	1014
Якутский скот	1	1	1	1	1
Ярославская	68	60	62	54	46
<i>Всего</i>	1955	1732	1655	1517	1321

Таблица 2

Динамика численности поголовья генотипных пород крупного рогатого скота молочного направления продуктивности
Dynamics of distribution of livestock of gene pool breeds of cattle for dairy productivity

Порода	2017 г.				2018 г.				2019 г.				2020 г.				2021 г.			
	всего	быки-производители	коровы	всего	быки-производители	коровы	всего	быки-производители	коровы	всего	быки-производители	коровы	всего	быки-производители	коровы	всего	быки-производители	коровы		
Бестужевская	21350	79	9990	16730	80	8490	17060	72	8000	15290	54	7320	11410	54	5780					
Горный скот Дагестана	750	9	450	740	9	450	660	4	450	650	6	440	690	3	420					
Истобенская	700	-	460	700	-	460	760	-	460	790	-	460	790	-	460					
Кавказская бурая	-	-	-	-	-	-	2250	6	1360	1960	9	1150	1800	-	1190					
Костромская	9960	4	6160	9320	10	5840	8320	16	5250	9690	23	6090	8460	28	5250					
Красная горбатовская	1250	1	840	1100	-	790	1130	-	800	1100	1	810	1020	1	740					
Красная степная	102840	25	59480	107890	59	61180	89950	18	53580	86110	23	49790	70360	19	40940					
Сукунская	2040	-	1250	1580	-	1000	1970	-	1250	2000	-	1260	1960	1	1260					
Сычевская	8330	18	4680	6460	8	3820	6360	6	3810	5810	3	3580	6380	2	3880					
Тагильская	170	1	100	190	1	100	170	-	100	150	-	100	140	-	100					
Холмогорская	187970	136	105760	148020	55	86990	140880	64	83330	135090	69	79980	115360	71	68670					
Черно-пестрая	1503670	610	879160	1345410	298	797140	1320490	268	778980	1244850	276	742400	1105200	244	651000					
Якутский скот	270	19	100	300	19	110	310	16	100	640	29	270	700	24	300					
Ярославская	46140	87	28280	42950	86	26490	40290	39	25670	38060	34	23900	32880	27	20690					

Таблица 3

Состояние и тенденции изменения популяций генофондных пород крупного рогатого скота молочного направления продуктивности (2021 г.)
Status and changes in populations of gene pool breeds of cattle for dairy productivity (2021)

Порода	Кол-во федеральных округов разведения	Количество хозяйств в федеральном округе	Количество субъектов разведения	Количество хозяйств в субъекте	Тенденция изменения поголовья коров (\pm к 2017 г.)		
					гол.	%	КИП _к
Бестужевская	1	31	2	29-2	-4210	42,1	-2,31
Горный скот Дагестана	1	3	1	3	-30	6,7	-0,02
Истобенская	1	1	1	1	0	0,0	0,00
Кавказская бурая	1	4	1	4	-170*	12,5	-0,16
Костромская	2	18-1	5	5-2-10-1-1	-910	14,8	-0,50
Красная горбатовская	2	1-1	2	1-1	-100	11,9	-0,05
Красная степная	5	10-3-31-6-12	12	3-1-6-3-22-1-8-2-4-7-3-2	-18540	31,2	-10,16
Сукунская	1	2	1	2	+10	0,8	+0,01
Сычевская	1	9	3	1-7-1	-800	17,1	-0,44
Тагильская	1	1	1	1	0	0,0	0,00
Холмогорская	4	17-51-49-9	14	5-1-10-1-1-10-23-17-2-22-17-8-3-6	-37090	35,1	-20,32
Черно-пестрая	8	172-83-24-543-84-95-9-4	53	1-9-40-1-12-4-13-1-4-42-11-15-3-2-1-7-6-48-6-17-6-6-22-2-141-12-8-16-153-20-71-42-1-5-42-27-5-6-63-9-5-1-42-3-11-8-12-8-11-1-4-4-4	-228160	26,0	-125,02
Якутский скот	1	1	1	1	+200	200,0	+0,11
Ярославская	3	35-8-3	3	35-8-3	-7590	26,8	-4,16

* по кавказской бурой породе разница в поголовье коров рассчитана с 2019 г.

С 2019 г. появилась информация о хозяйствах, разводящих кавказскую бурую породу, которых на тот момент было 6, но уже в последующие годы отмечено сокращение их числа и поголовья как общего, так и маточного. В 2021 г. наибольшее количество хозяйств разводят черно-пеструю и холмогорскую породы. По остальным породам количество хозяйств варьирует от 9 (сычевская) до 62 (красная степная). Для этих пород также характерно ежегодное сокращение хозяйств и поголовья.

Оценка состояния и тенденций изменения популяций генофондных пород показала (табл. 3), что самой распространенной является черно-пестрая порода (разводится во всех федеральных округах). Наибольшее количество хозяйств (543) находится в Приволжском федеральном округе и только 4 в Северо-Кавказском. Следующей наиболее распространенной породой является красная степная, которая разводится в 5 федеральных округах (Южный, Северо-Кавказский, Приволжский, Сибирский и Дальневосточный). Количество хозяйств в зависимости от округа варьирует от 3 до 31. Холмогорская порода представлена в 4 федеральных округах (Северо-Западный, Центральный, Приволжский, Дальневосточный) с общим количеством хозяйств 126. Ярославскую породу разводят в 3 федеральных округах (Центральный, Северо-Западный, Северо-Кавказский) в 46 хозяйствах.

Костромская и красная горбатовская породы разводятся в Центральном и Приволжском федеральных округах. География разведения остальных пород ограничивается каким-либо одним федеральным округом.

Количество субъектов (республика, край, область) разведения генофондных пород также разнообразно и варьирует от 1 (горный скот Дагестана, истобенская, кавказская бурая, суксунская, тагильская, якутский скот) до 53 (черно-пестрая).

Анализ тенденций увеличения, сокращения или стабильности поголовья за определенный временной отрезок дает возможность предпринимать обоснованные действия в отношении изменений стратегии сохранения генетических ресурсов сельскохозяйственных животных.

С помощью коэффициента изменчивости поголовья, который учитывает изменения и размер анализируемой группы животных за

определенный период, определены тенденции развития поголовья коров.

Так, стабильной на протяжении пяти лет остается численность маточного поголовья истобенской и тагильской пород, что подтверждается коэффициентом изменчивости поголовья, который составил 0,00.

Отрицательными коэффициентами изменчивости поголовья коров, что указывает на сокращение животных, характеризуются 10 генофондных пород. В зависимости от размера популяций KIP_k имеет различные значения: от -125,02 (численность коров черно-пестрой породы сократилась на 228160 голов) до -0,02 (маточное поголовье горного скота Дагестана сократилось на 30 голов). Только две генофондные породы имеют положительные значения коэффициента. По суксунской породе он был на уровне +0,01, что указывает на незначительное увеличение числа коров (10 голов). У якутского скота при увеличении маточного поголовья за пятилетний период на 200 голов коэффициент составил +0,11.

Необходимым условием для сохранения генофонда сельскохозяйственных животных является наличие достаточного количества самцов (замороженного семени), что предотвращает появление инбридинга и способствует поддержанию генетического разнообразия на породном и популяционном уровнях.

Поддержание генетического разнообразия является одной из основных целей при сохранении малочисленных популяций, так как они значительно подвержены потере генетической изменчивости (генетический дрейф), что может привести к их гибели [13, 14].

Было определено соотношение полов (табл. 4), которое показало крайнюю потребность в быках-производителях для дальнейшей работы по сохранению и рациональному использованию генофонда отечественных пород. Здесь следует отметить, что, по анализируемым данным, у истобенской, кавказской бурой и тагильской пород нет быков, поэтому все последующие расчеты не произведены.

От соотношения размножающихся самцов и самок зависит эффективная численность популяции, которая показывает число особей от общей популяции, принимающих участие в воспроизводстве и передающих свой генофонд следующему поколению [4].

Таблица 4

Популяционные показатели генофондных пород крупного рогатого скота молочного направления продуктивности
Population indicators of gene pool breeds of cattle for dairy productivity

Порода	Соотношение полов (♂/♀)	Ne	Ne _s	ΔF	ΔF ₂₅	ΔF ₅₀
Бестужевская	1:107,0	214,0	160,5	0,31	1,52	3,04
Горный скот Дагестана	1:140,0	11,9	8,9	5,62	27,55	55,10
Истобенская	-	-	-	-	-	-
Кавказская бурая	-	-	-	-	-	-
Костромская	1:187,5	111,4	83,6	0,60	2,94	5,88
Красная горбатовская	1:740,0	4,0	3,0	16,67	81,72	163,43
Красная степная	1:2154,7	76,0	57,0	0,88	4,31	8,62
Суксунская	1:1260,0	4,0	3,0	16,67	81,72	163,43
Сычевская	1:3190	8,0	6,0	8,33	40,83	81,67
Тагильская	-	-	-	-	-	-
Холмогорская	1:967,2	283,7	212,8	0,23	1,13	2,25
Черно-пестрая	1:2668,0	975,6	731,7	0,07	0,34	0,69
Якутский скот	1:12,5	88,9	66,7	0,75	3,68	7,35
Ярославская	1:766,3	107,9	80,9	0,62	3,04	6,08

Примечание. Ne* – эффективная численность популяции, голов; Ne_s* – эффективная численность популяции при селекционном давлении, голов; ΔF* – уровень инбридинга за поколение, %; ΔF₂₅* – уровень инбридинга за 25 лет воспроизводства, %; ΔF₅₀* – уровень инбридинга за 50 лет воспроизводства, %.

Note. Ne* – adequate power supply power, heads; Nes* – effective observation under selective lighting, heads; ΔF* – level of inbreeding per generation, %; ΔF25* – level of inbreeding over 25 years of reproduction, %; ΔF50* – level of inbreeding over 50 years of reproduction, %.

Горный скот Дагестана, красная горбатовская, суксунская, сычевская породы с минимальным количеством быков (1–3 головы) соответственно имеют невысокие показатели эффективной численности популяции, а если учесть селекционное давление, которое при сохранении этих пород надо исключать, то количество особей для воспроизводства ещё больше сократится.

Зная эффективную численность популяции для той или иной структуры воспроизводства, можно прогнозировать инбридинг [15]. Для вышеуказанных пород ожидаемый средний коэффициент инбридинга за поколение составит от 5,62 до 16,67%. При расчете величины ожидаемого увеличения инбридинга на протяжении 25 лет воспроизводства показатели будут на уровне 27,55–81,72%, а на протяжении 50 лет – 55,10–163,43%.

Показатель эффективной численности популяции всех остальных пород с количеством быков от 19 (красная степная) до 244 (черно-пе-

страя) был на достаточном уровне, чтобы при спланированном подборе родительских пар и дальнейших ротациях линий свести к минимуму инбридинг. С учетом селекционного давления (при работе с оставшимися породами его невозможно полностью исключить) коэффициент инбридинга за поколение составит от 0,07 до 0,88%. При воспроизводстве животных на протяжении 25 или 50 лет инбридинг увеличится до 0,34–4,31 или 0,69–8,62% соответственно, что ещё раз подтверждает возможность ведения эффективной работы по сохранению генофонда данных пород на протяжении длительного времени.

ВЫВОДЫ

1. Анализ динамики численности поголовья крупного рогатого скота молочного направления продуктивности и оценка состояния, тенденций изменения популяций показали ежегодное сокращение отечественных породных ресурсов,

которые составляют 52,0% от общей численности поголовья племенных животных.

2. Предложен коэффициент изменчивости поголовья коров, позволяющий вести оценку тенденций изменения численности поголовья по отношению к определенному промежутку времени.

3. Расчеты таких популяционных показателей, как эффективная численность популяции и

уровень инбридинга, позволяют контролировать и прогнозировать состояние генофонда пород. Однако точность таких расчетов зависит от наличия данных о поголовье всех половозрастных групп по каждой породе (стаду).

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания № 0445-2021-0016.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Состояние* всемирных генетических ресурсов животных в сфере продовольствия и сельского хозяйства: пер. с англ. / ФАО. – М.: ВИЖ РАСХН, 2010. – 512 с.
2. *Столбовский Ю.А., Гостева Е.Р., Солоднева Е.В.* Генетические и селекционные аспекты истории развития скотоводства на территории России. – М.: Акварель, 2022. – 88 с.
3. *Паронян И.А.* Генетические ресурсы сельскохозяйственных животных. – СПб.: Проспект Науки, 2016. – 272 с.
4. *Паронян И.А., Егиазарян А.В.* Домашние, сельскохозяйственные и промысловые животные. – СПб.: Нестор-История, 2011. – 588 с.
5. *Ежегодник* по племенной работе в молочном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации (2017 год). – М.: ФГБНУ ВНИИплем, 2018. – 274 с.
6. *Ежегодник* по племенной работе в молочном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации (2018 год). – М.: ФГБНУ ВНИИплем, 2019. – 272 с.
7. *Ежегодник* по племенной работе в молочном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации (2019 год). – М.: ФГБНУ ВНИИплем, 2020. – 270 с.
8. *Ежегодник* по племенной работе в молочном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации (2020 год). – М.: ФГБНУ ВНИИплем, 2021. – 265 с.
9. *Ежегодник* по племенной работе в молочном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации (2021 год). – М.: ФГБНУ ВНИИплем, 2022. – 262 с.
10. *Влияние* уровня голштинизации на молочную продуктивность коров черно-пестрой породы / С.Л. Гридина, В.Ф. Гридин, Д.В. Сидорова [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – Т. 32, № 8. – С. 60–61. – DOI: 10.24411/0235-2451-2018-10816.
11. *Оценка* эффекта голштинизации в популяции черно-пестрого скота Подмосковья / А.А. Сермягин, Е.Н. Нарышкина, И.С. Недашковский [и др.] // АгроЗооТехника. – 2018. – Т. 1 № 3. – С. 1–13. – DOI: 10.15838/alt.2018.1.3.1.
12. *Скрещивание* черно-пестрой породы коров как способ улучшения технологических характеристик молока-сырья / Н.Д. Родина, А.П. Симоненкова, Е.Н. Демина [и др.] // Ползуновский вестник. – 2022. – №1. – С. 47–54. – DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.01.006.
13. *Caballero A., Toro M.A.* Interrelations between effective population size and other pedigree tools for the management of conserved populations // Genet. Res. – 2000. – Vol. 75, N 3. – P. 331–343. – <https://doi.org/10.1017/S0016672399004449>.
14. *Breeding strategies to optimize effective population size in low census captive populations: the case of Gazella cuvieri.* / C. Ojeda-Marín, I. Cervantes, E. Moreno [et al.] // Animals. – 2021. – Vol. 11, N 6. – P. 1559. – <https://doi.org/10.3390/ani11061559>.
15. *Кузнецов В.М.* Инбридинг в животноводстве: методы оценки и прогноза. – Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2000. – 66 с.

REFERENCES

1. *Sostoyanie vsemirnykh geneticheskikh resursov zhivotnykh v sfere prodovol'stviya i sel'skogo khozyaistva* (The State of the World's Animal Genetic Resources for Food and Agriculture), Per. s angl. FAO. 2010, Moscow: VIZh RASKhN, 2010, 512 p. (In Russ.)

2. Stolpovskii Yu.A., Gosteva E.R., Solodneva E.V., *Geneticheskie i selektsionnye aspekty istorii razvitiya skotovodstva na territorii Rossii* (Genetic and selection aspects of the history of the development of cattle breeding in Russia), Moscow: Akvarel', 2022, 88 p.
3. Paronyan I.A., *Geneticheskie resursy sel'skokhozyaistvennykh zhivotnykh* (Genetic resources of farm animals), Sankt-Peterburg: Prospekt Nauki, 2016, 272 p.
4. Paronyan I.A., Egiazaryan A.V., *Domashnie, sel'skokhozyaistvennye i promyslovye zhivotnye* (Domestic, farm and game animals), Sankt-Peterburg: Nestor-Istoriya, 2011, 588 p.
5. *Ezhegodnik po plemennoi rabote v molochnom skotovodstve v khozyaistvakh Rossiiskoi Federatsii (2017 god)*, Moscow: FGBNU VNIIPlem, 2018, 274 p. (In Russ.)
6. *Ezhegodnik po plemennoi rabote v molochnom skotovodstve v khozyaistvakh Rossiiskoi Federatsii (2018 god)*, Moscow: FGBNU VNIIPlem, 2019, 272 p. (In Russ.)
7. *Ezhegodnik po plemennoi rabote v molochnom skotovodstve v khozyaistvakh Rossiiskoi Federatsii (2019 god)*, Moscow: FGBNU VNIIPlem, 2020, 270 p. (In Russ.)
8. *Ezhegodnik po plemennoi rabote v molochnom skotovodstve v khozyaistvakh Rossiiskoi Federatsii (2020 god)*, Moscow: FGBNU VNIIPlem, 2021, 265 p. (In Russ.)
9. *Ezhegodnik po plemennoi rabote v molochnom skotovodstve v khozyaistvakh Rossiiskoi Federatsii (2021 god)*, Moscow: FGBNU VNIIPlem, 2022, 262 p. (In Russ.)
10. Gridina S.L., Gridin V.F., Sidorova D.V., Novitskaya K.V., *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2018, T. 32, No. 8, pp. 60–61. (In Russ.)
11. Sermyagin A.A., Naryshkina E.N., Nedashkovskii I.S., Ermilov A.N., Bogdanova T.V., *AgroZooTekhnika*, 2018, T. 1, No. 3, pp. 1–13. (In Russ.)
12. Rodina N.D., Simonenkova A.P., Demina E.N., Sergeeva E.Yu., *Polzunovskii vestnik*, 2022, No. 1, pp. 47–54. (In Russ.)
13. Caballero A., Toro M.A. Interrelations between effective population size and other pedigree tools for the management of conserved populations, *Genet. Res.*, 2000, Vol. 75, No. 3, pp. 331–343.
14. Ojeda-Marín C., Cervantes I., Moreno E., Goyache F., Gutiérrez J P., Breeding strategies to optimize effective population size in low census captive populations: the case of *Gazella cuvieri*, *Animals*, 2021, Vol. 11, No. 6, pp. 1559.
15. Kuznetsov V.M., *Inbriding v zhivotnovodstve: metody otsenki i prognoza* (Inbreeding in livestock farming: methods of assessment and forecast), Kirov: NIISKh Severo-Vostoka, 2000, 66 p.