

Разведение животных

Рубрика

Научная статья /
Original research article

doi.org/10.31043/2410-2733-2025-2-5-15
УДК: 636.028

С. В. Никитин¹, С. П. Князев², К. С. Шатохин², В. И. Запорожец¹, Е. В. Коршунова¹, В. И. Ермолаев²

Оценка потенциала многоплодия селекционной группы мини-свиней ИЦиГ СО РАН

¹ Институт цитологии и генетики;

² Новосибирский государственный аграрный университет.

Рекомендации для цитирования:

Никитин С. В. Оценка потенциала многоплодия селекционной группы мини-свиней ИЦиГ СО РАН / С. В. Никитин, С. П. Князев, К. С. Шатохин, В. И. Запорожец, Е. В. Коршунова, В. И. Ермолаев // Генетика и разведение животных. — 2025. — № 2. — С. 5–15. <https://doi.org/10.31043/2410-2733-2025-2-5-15>

For citation:

Nikitin S., Knyazev S., Shatokhin K., Zaporozhets V., Korshunova E., Ermolaev V. Assessment of the fertility potential of a breeding group of mini-pigs of ICiG SB RAS. 2025;(2):5-15. (In Russ.) <https://doi.org/10.31043/2410-2733-2024-2-5-15>

Поступила в редакцию: 05.05.2025;
Received: 05.05.2025;

© Nikitin S., Knyazev S., Shatokhin K., Zaporozhets V., Korshunova E., Ermolaev V., 2025

This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



Конфликт интересов:

авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest:

the authors declare that they have no conflict of interest.

Введение. Многоплодие (число новорожденных поросят в помёте) является одним из показателей воспроизводительных качеств свиноматки. Данный признак имеет естественные границы — нижняя равна единице, а верхнюю определяют биологические особенности свиноматок. Многоплодие представляет конечный результат процесса, который можно представить в виде ряда

Аннотация.

Цель: проведение апробации разработанного авторами метода оценки генетического потенциала многоплодия мини-свиней ИЦиГ СО РАН.

Материалы и методы. Работа проводилась на мини-свиньях селекции Института цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук (ИЦиГ СО РАН). Так как ранее было установлено, что многоплодие свиноматок эпистатической белой масти выше многоплодия свиноматок небелых, анализ этих групп проводился через сравнение.

Результаты. Установлено, что у белых свиноматок потенциал многоплодия на одного поросёнка больше, чем у небелых (соответственно 15 и 14 поросят в опоросе). То есть потенциалы многоплодия у мини-свиней ИЦиГ СО РАН по сравнению с оптимумом на первый взгляд явно избыточны. При этом модальный класс распределения выборочных максимумов многоплодия у белых свиноматок равен 11-ти поросятам в помёте, у небелых 9-ти. Определённые в одном из предыдущих исследований границы оптимального для мини-свиней ИЦиГ СО РАН числа поросят в помёте равны $\min=8$ и $\max=11$ -ти особям. Однако среднее многоплодие мини-свиней ИЦиГ СО РАН равно $7,21 \pm 0,161$ (белые свиноматки) и $6,56 \pm 0,117$ (небелые свиноматки) поросят на опорос, что составляет менее половины их потенциалов многоплодия. Таким образом, при кажущейся избыточности считать потенциалы многоплодия белых и небелых свиноматок слишком большими всё же не следует, так как они реализуются менее, чем в 3–14 % опоросов. Оценка племенной ценности свиноматок требует знания о том, какое число потомков в помёте нормально для данной селекционной группы, а какое является аварийным и не должно учитываться. Исследование показало, что в первый опорос аварийными должны считаться помёты с числом поросят меньше 3-х. При последующих опоросах минимальной нормой следует считать 6 поросят в помёте белых свиноматок и 5 поросят в помёте для свиноматок небелых.

Ключевые слова: потенциальное многоплодие; фактическое многоплодие; лабораторные мини-свиньи; ИЦиГ СО РАН; масть; белые свиноматки; небелые свиноматки; нормальный опорос и аварийный опорос; сельское хозяйство.

последовательно уменьшающихся величин: **число овулировавших яйцеклеток** > **число зигот** > **число плодов (жизнеспособных зигот)** > **число новорожденных поросят**. Максимальной величиной в этом ряду является число овулировавших яйцеклеток, минимальной — число новорожденных поросят в помёте [1]. Ключевым является число плодов, которое,

собственно, и является потенциалом многоплодия особи. Если рассматривать не отдельную особь, а группу (выборку) особей, последовательность дополняется ещё одним показателем и приобретает вид: **среднее число овулировавших яйцеклеток** > **среднее число зигот** > **среднее число плодов (потенциал многоплодия группы)** > **внутригрупповой (выборочный) максимум многоплодия** > **среднее число новорожденных поросят** [2–5]. В данной последовательности величиной наиболее близкой к внутригрупповому потенциалу многоплодия является выборочный максимум данного признака. При использовании группы выборок, происходящих из одной генеральной совокупности, последовательность приобретает вид: **среднее число овулировавших яйцеклеток** > **среднее число зигот** > **потенциал многоплодия группы** > **средний выборочный максимум многоплодия** > **среднее число новорожденных поросят**. Используя средний выборочный максимум многоплодия, можно получить оценку потенциала данного признака в изучаемой совокупности животных. Необходимо сразу же заметить, что эта оценка является минимальной и реальный потенциал многоплодия может оказаться выше. При разделении группы самок из одной генеральной совокупности на отдельные выборки все принадлежащие к данной совокупности выборочные максимумы с вероятностью, равной 0,9997, будут находиться в интервале от $m-3s$ до $m+3s$ (m и s – генеральные среднее значение и его среднеквадратичное отклонение). Величина $m+3s$ является верхней границей вариации признака, которую можно принять в качестве минимальной оценки потенциала многоплодия самок исследуемой совокупности. Величина $m-3s$ является нижней границей

значений признака, формируемых потенциалом многоплодия. Значения, лежащие ниже этой границы, формируются иными факторами как генетической, так и негенетической природы. Применительно к домашним свиньям, в том числе и мини-свиньям, эти значения величины помёта следует считать аварийными и не учитывать при оценке репродуктивных качеств свиноматки.

Многоплодие различных групп мини-свиней варьирует от 6 до 8 поросят [6]. Это может быть обусловлено тем, что существующие группы мини-свиней созданы на основе различных исходных форм [7–11]. Они могут иметь различающиеся генные комплексы [12–14], контролирующие число новорожденных поросят в помёте, и, соответственно, различные потенциалы многоплодия.

Для разводимых в России продуктивных пород свиней существуют стандарты, в которых указано какое число поросят в помёте соответствует норме, а какое является аварийным [15–17]. К сожалению, подобных стандартов для мини-свиней не существует [18–20], что затрудняет оценку племенной ценности свиноматок. Поэтому разработка подобных стандартов для каждой конкретной группы мини-свиней является весьма актуальной задачей. Эти стандарты должны, как минимум, определять какое число поросят в помёте является нормальным, а какое аварийным и не связано истинным потенциалом многоплодия свиноматки.

Мини-свиньи Института цитологии и генетики Сибирского отделения Российской Академии наук (ИЦиГ СО РАН) являются селекционной группой с достаточно высокой для мелкой формы домашней свиньи многоплодием, которое может варьировать от 1-го до 15 поросят в помёте [21]. Для свиноматок данной селекционной группы с разной живой массой было определено максимальное число поросят в помёте [22]. Отсюда возникает не-

Таблица 1. Показатели многоплодия у мини-свиней ИЦиГ СО РАН

Table 1. Indicators of litter size in minipigs of the ICIG SB RAS

Показатель	Свиноматки	
	Белые	Небелые
Число выборок	30	44
Число опоросов	239	399
Число потомков	1723	2619
Среднее многоплодие ($X \pm SE$)	7,210±0,161	6,560±0,117
Число выборочных максимумов	39	61
Сумма максимумов	401	599
Средний выборочный максимум ($X_{max} \pm SE$)	10,28±0,277	9,82±0,196
Среднеквадратичное отклонение выборочных максимумов (s_{max})	1,731	1,533
Нижняя граница нормальных значений признака ($X_{max} - 3s_{max}$)	5,09	5,22
*Потенциал многоплодия ($X_{max} + 3s_{max}$)	15,47±15	14,42±14

Обозначения: SE – статистическая ошибка выборки; * в анализе потенциала многоплодия приведено округление признака до целого значения

обходимость в оценке потенциала многоплодия и определения его избыточности, если таковая присутствует. Не менее важным представляется и решение вопроса о том, какое число поросят в помёте следует считать аварийным. Ответы на эти вопросы необходимы для объективной оценки репродуктивных качеств свиноматок. Согласно предыдущим исследованиям [21, 23], многоплодие белых и небелых свиноматок мини-свиней ИЦиГ СО РАН имеет статистически значимые различия, что необходимо учитывать при разработке предельно допустимых границ многоплодия.

Цель настоящего исследования заключается в апробации метода оценки потенциала многоплодия у белых и небелых свиноматок ИЦиГ СО РАН. При этом решаются две задачи, на основании результатов которых могут быть предложены практические рекомендации для селекционной работы со стадом. Первая задача заключается в оценке потенциала многоплодия мини-свиней ИЦиГ СО РАН, вторая — в определении того, какое число новорожденных поросят в помёте является нормальным для данной селекционной группы, а какое аварийным отклонением от этой нормы.

Материалы и методы. В работе использованы данные зоотехнического учёта опоросов мини-свиней ИЦиГ СО РАН. Ранее было показано, что в этой селекционной группе многоплодие белых свиноматок превышает многоплодие небелых [21]. Поэтому в настоящем исследовании опоросы белых и небелых свиноматок рассматриваются отдельно. Всего в анализ вошло 239 опоросов от свиноматок эпистатической белой масти и 399 опоросов небелых свиноматок с 2008 по 2019 год. Живая масса белых и небелых свиноматок не имела достоверных различий [23], поэтому в данной работе ей пренебрегли. Фактором, делящим общий массив данных на отдельные выборки, был выбран хряк — отец гнёзда (помёта). Используемые в анализе выборки гнёзд должны были соответствовать единственному условию — число гнёзд в выборке должно быть не менее четырёх. Продиктовано это тем, что ранее на двух признаках свиней кемеровской породы (многоплодие и молочность) была показана достаточность такого количества гнёзд для определения внутригруппового максимума [24]. Гнёзда белых свиноматок были получены от 30, а гнёзда небелых свиноматок — от 44 хряков.

В каждой выборке гнёзд определяли величину максимального многоплодия и число этих максимумов. Затем общепринятыми методами [25] для выборок гнёзд белых и небелых свиноматок рассчитывали средний максимум многоплодия (X_{max}), его среднеквадратичное отклоне-

ние (s_{max}), статистическую ошибку выборки (SE), значения нижней и верхней границы диапазона вариации (соответственно $X_{max}-3s_{max}$ и $X_{max}+3s_{max}$). Так как многоплодие является дискретным признаком, границы диапазонов округляли до целых чисел.

$$X_{max} = \Sigma max_i / \Sigma n_i,$$

где max_i — выборочный максимум;
 n_i — число особей в i -й выборке.

Результаты и обсуждение. Как это и ожидалось, среднее многоплодие белых свиноматок достоверно выше (критерий Стьюдента — $t_{\phi} = 3.24$, $d.f. = 636$ $P < 0.01$) многоплодия небелых (табл. 1). Следовательно, отдельный анализ выборок их гнёзд является методически верным решением. Рассчитанные верхние границы вариации выборочных максимумов многоплодия ($X_{max}+3s_{max}$) позволяют принять в качестве минимальных оценок потенциала многоплодия мини-свиней ИЦиГ СО РАН 15 поросят у белых и 14 у небелых свиноматок (табл. 1). Нижняя граница вариации ($X_{max}-3s_{max}$) в обеих группах находится выше значения, равного пяти поросётам в помёте (табл. 1), поэтому пять поросят в гнезде можно считать величиной, с которой начинаются аварийные опоросы.

Сравнение распределений выборочных максимумов в выборках гнёзд белых и небелых свиноматок показало их статистически значимое различие ($\chi^2 = 18.32$, $d.f. = 6$, $p < 0.01$, табл. 2). Это различие, очевидно, в значительной степени обусловлено разными модальными классами распределений: у белых свиноматок это с 11-ю, у небелых — с 9-ю поросётами (рис. 1). Таким образом, белые и небелые мини-свиньи ИЦиГ СО РАН представляют разные генеральные совокупности с разными потенциалами многоплодия.

Ранее было показано, что в селекционной группе мини-свиней ИЦиГ СО РАН оптимальное чис-

Таблица 2. Распределения выборочных максимумов многоплодия у мини-свиней ИЦиГ СО РАН
Table 2. Distributions of selective maxima of litter size in minipigs of the ICIG SB RAS

Выборочный максимум многоплодия	Свиноматки	
	Белые	Небелые
6–7	3	3
8	4	3
9	5	24
10	6	17
11	14	5
12	3	4
13–14	4	5
Всего	39	61

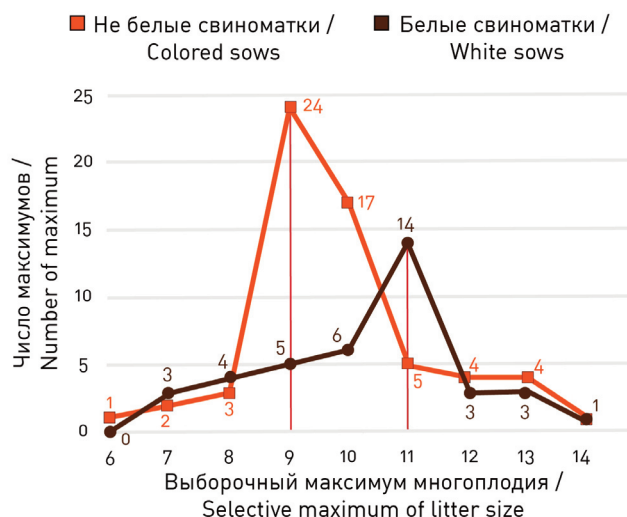


Рис. 1. Распределение выборочных максимумов многоплодия у белых и небелых свиноматок селекционной группы мини-свиней ИЦиГ СО РАН.

Fig. 1. Distribution of selective maximums of litter size in white and non-white sows of the mini-pigs selection group of the ICIG SB RAS.

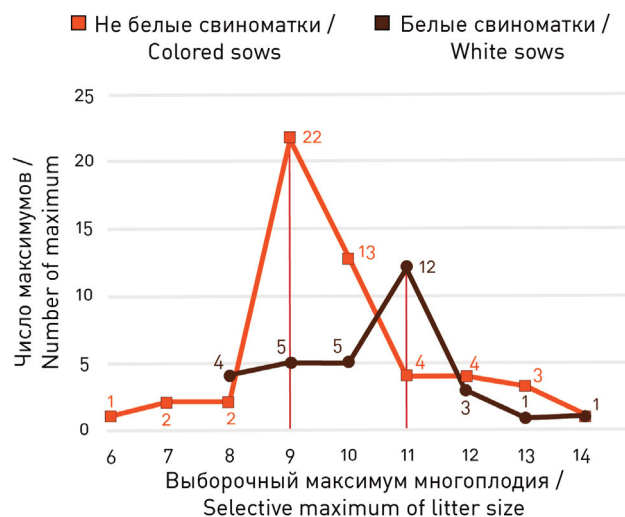


Рис. 2. Распределение выборочных максимумов многоплодия у белых и небелых свиноматок селекционной группы мини-свиней ИЦиГ СО РАН во 2-й и последующие опоросы.

Fig. 2. Distribution of selective maximums of litter size in white and non-white sows of the mini-pig breeding group of the ICIG SB RAS in the second and subsequent farrowings.

ло поросят в гнезде свиноматок с живой массой от 70 до 100 кг не должно превышать 11-ти, свиноматок с массой до 70 кг — 8-ми [22]. Однако именно свиноматки с массой до 70 кг составляют до 90 и более процентов маточного поголовья. Полученные в результате анализа оценки потенциала многоплодия существенно превышают величину 8 поросят в гнезде (14–15 поросят, табл. 1). Таким образом, потенциал многоплодия мини-свиней ИЦиГ СО РАН представляется явно избыточным. Однако, несмотря на высокие потенциалы многоплодия, средние значения признака не превышают 8 поросят в гнезде и составляют менее половины величины этих потенциалов

(табл. 3). Если в качестве предельного значения принять 11 поросят в гнезде, доля опоросов, превышающих этот порог, составляет менее 0,03, при предельном значении равном 8-ми она увеличивается до 0,13–0,14 (табл. 3). В целом, эти результаты указывают на незначительность влияния избыточности потенциала многоплодия. Даже при доле опоросов с избыточным числом поросят равным 0,138 это не является проблемой. “Лишними” поросятами доукомплектовываются гнёзда с числом поросят меньше 8-ми.

Ранее было показано, что у мини-свиней ИЦиГ СО РАН число новорожденных поросят в первый опорос меньше, чем в последующих [21].

Таблица 3. Оценка избыточности потенциала многоплодия у мини-свиней ИЦиГ СО РАН

Table 3. Evaluation of excess potential for litter size in minipigs of the ICIG SB RAS

Показатель		Свиноматки	
		Белые	Небелые
Число опоросов		239	399
Среднее многоплодие ($X \pm SE$)		7,21±0,161	6,56±0,117
Реализация потенциала многоплодия, %	$12/(X_{max}+3s_{max})$	80,00	85,71
	$9/(X_{max}+3s_{max})$	60,00	64,29
	$X/(X_{max}+3s_{max})$	46,61	45,49
Опоросы с числом потомков больше 11-ти	Число	7	9
	Доля	0,029±0,011	0,023±0,007
Опоросы с числом потомков больше 8-ми	Число	32	55
	Доля	0,134±0,022	0,138±0,017

Обозначения:

$12/(X_{max}+3s_{max})$ – нижняя граница реализация потенциала многоплодия при числе поросят в опоросе более 11-ти;
 $9/(X_{max}+3s_{max})$ – нижняя граница реализация потенциала многоплодия при числе поросят в опоросе более 8-ми;
 $X/(X_{max}+3s_{max})$ – фактическая реализация потенциала многоплодия.

Таблица 4. Опоросы свиноматок мини-свиней ИЦиГ СО РАН двух возрастных категорий

Table 4. Farrowing of mini-pig sows of the ICIG SB RAS

Показатель	Свиноматки белые		Свиноматки небелые	
	1-й опорос	опоросы 2-й и далее	1-й опорос	опоросы 2-й и далее
Число выборок	11	24	16	36
Число опоросов	52	176	95	293
Число выборочных максимумов	13	31	20	52
Сумма максимумов	104	322	148	509
$X_{max} \pm SE$	$8,000 \pm 0,424$	$10,390 \pm 0,265$	$7,400 \pm 0,366$	$9,790 \pm 0,217$
s_{max}	1,528	1,476	1,635	1,564
$*X_{max} - 3s_{max}$	3,42	5,96»6	2,50	5,10»5
$*X_{max} + 3s_{max}$	12,58»13	14,82»15	12,31»12	14,48»14

Обозначения:

$X_{max} \pm SE$ – средний выборочный максимум $\pm$ статистическая ошибка; s_{max} – среднее квадратичное отклонение выборочных максимумов; $X_{max} - 3s_{max}$ – нижняя граница диапазона вариации признака; $X_{max} + 3s_{max}$ – верхняя граница диапазона вариации признака; * в анализе приведено округление признака до целого значения

Отсюда возникает необходимость в отдельном анализе этих двух возрастных групп (табл. 4). К сожалению, после разделения некоторые выборки пришлось исключить из исследования, так как число опоросов в них стало меньше 4-х.

Результат разделения опоросов на две возрастные категории оказался вполне ожидаемым. В первый опорос средний максимум многоплодия оказался меньше, чем в последующие (табл. 4). Эта разница была практически одинакова у белых и небелых свиноматок. В первом случае она равна 23,0 %, во втором – 24,4 %. В соответствии с изменениями средних максимумов многоплодия сместились и диапазоны вариации признака (табл. 4).

Сравнение структуры распределений выборочных максимумов белых и небелых свиноматок в возрасте второго и более опоросов показало разные модальные классы: 11 поросят у белых и 9 у небелых (рис. 2, табл. 5) и статистически значимое различие распределений ($\chi^2 = 14,89$, $d.f. = 4$, $p < 0,01$). Оценка различия структуры распределений выборочных максимумов в 1-й опорос не имеет смысла ввиду малого объема данных (табл. 4).

На основании полученных результатов (табл. 4) можно принять, что в 1-й опорос у белых свиноматок селекционной группы ИЦиГ СО РАН потенциал многоплодия ($X_{max} + 3s_{max}$) равен 13, а у небелых 12 поросятам. Преимущество в 1-го поросят сохраняется и в более позднем возрасте – у белых свиноматок потенциал многоплодия равен 15 поросятам, у небелых – 14 (табл. 4). Меньший потенциал многоплодия первоопоросок, вероятно, обусловлен недостаточной физиологической зрелостью и, как следствие, меньшим числом овулировавших яйцеклеток.

Нижняя граница вариации многоплодия ($X_{max} - 3s_{max}$) обозначает границу, ниже которой

находятся аварийные опоросы. В первый опорос таким граничным значением, общим для белых и небелых свиноматок, является 3 поросят в помете (табл. 4). Опоросы с 1 или 2 поросятами для первоопоросок являются аварийными. Для опоросов, начиная со второго, у белых свиноматок аварийными будут гнезда с числом поросят меньше шести, у небелых – меньше пяти (табл. 3).

Анализ избыточности многоплодия мини-свиней ИЦиГ СО РАН наводит на мысль, что в стаде происходит естественная оптимизация величины помета. Для ответа на этот вопрос были сформированы выборки свиноматок, рожденных в период с 2008 по 2019 год (табл. 6, рис. 3). Линия тренда изменений среднего многоплодия первоопоросок проходит практически параллельно оси X, что указывает на стабильность показателя. У взрослых свиноматок (опоросы 2-й и далее) линия тренда наклонена в сторону уменьшения значений (рис. 3). Однако динамика изменений многоплодия взрослых свиноматок

Таблица 5. Распределения выборочных максимумов многоплодия у мини-свиней ИЦиГ СО РАН во второй и последующие опоросы

Table 5. Distributions of selective maxima of litter size in minipigs of the ICIG SB RAS

Выборочный максимум многоплодия	Свиноматки	
	Белые	Небелые
6–8	4	5
9	5	22
10	5	13
11	12	4
12–14	5	8
Всего	31	52

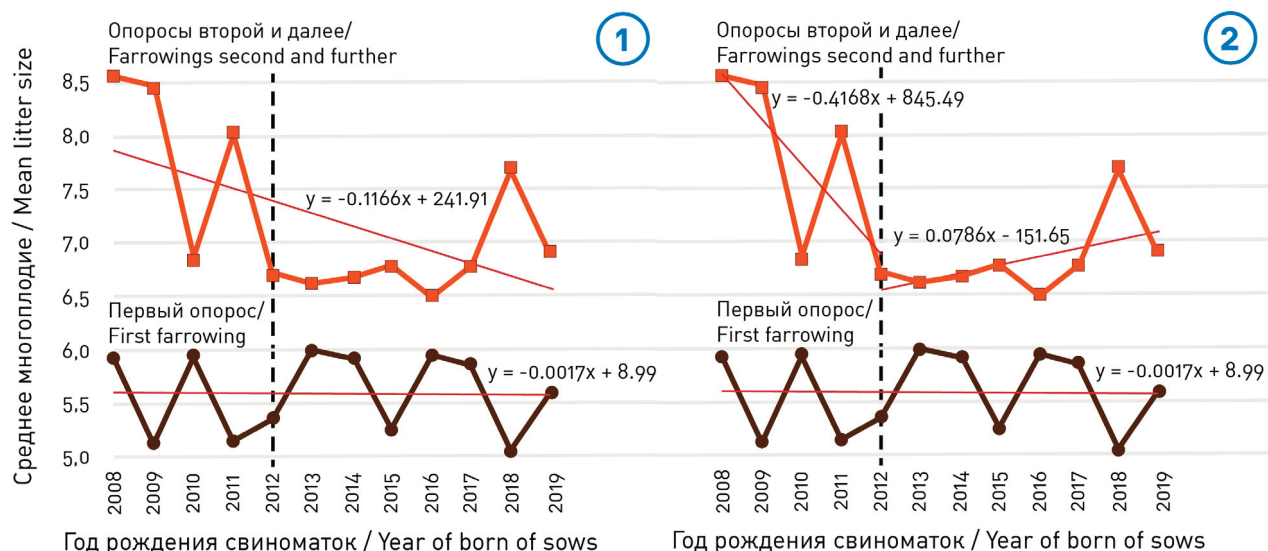


Рис. 3. Динамика изменения среднего многоплодия в селекционной группе мини-свиней ИЦиГ СО РАН.

Fig. 3. Dynamics of changes in average fertility in the breeding group of mini-pigs of the ICIG SB RAS.

не линейна. В 2012 году наблюдается перелом, после которого линия средних значений на протяжении 5-ти последующих лет идёт параллельно оси X. В 2018 году наблюдается скачок многоплодия и последующий возврат к прежнему уровню (рис. 3). Поэтому логичным представляется рассмотрение динамики изменения среднего многоплодия взрослых свиноматок не как единого целого (рис. 3.1), а в виде двух отрезков с 2008 по 2012 и с 2012 по 2018 год (рис. 3.2). Среднее многоплодие на этих временных отрез-

ках у первоопоросок не различается, тогда как у взрослых свиноматок среднее многоплодие в первый период достоверно выше, чем во второй (табл. 6). У взрослых свиноматок эти периоды достоверно ($t_{\phi}=6,03$, $p<0,001$) различаются и по количеству опоросов с числом поросят больше 8. В первый период доля таких опоросов составляет $0,432\pm0,0329$, во второй — $0,198\pm0,0263$. У первоопоросок доля опоросов с числом поросят больше 8-ми мала и составляет $0,065\pm0,021$ в первый период и $0,100\pm0,026$ во второй.

Таблица 6. Зависимость среднего многоплодия свиноматок от года их рождения

Table 6. The dependence of the average fertility of sows on their year of birth

Год рождения свиноматок	Опорос				
	1-й опорос		2-й и далее		
	N	$X\pm SE$	N	$X\pm SE$	Расчетный потенциал многоплодия
2008	24	$5,920\pm0,345$	47	$8,550\pm0,371$	18,59
2009	34	$5,120\pm0,310$	46	$8,480\pm0,304$	18,43
2010	23	$5,910\pm0,470$	24	$6,880\pm0,358$	14,95
2011	58	$5,140\pm0,250$	110	$8,000\pm0,239$	17,39
2012	14	$5,360\pm0,414$	24	$6,710\pm0,332$	14,58
2013	13	$6,000\pm0,566$	35	$6,630\pm0,328$	14,41
2014	13	$5,920\pm0,582$	28	$6,680\pm0,364$	14,52
2015	18	$5,280\pm0,426$	45	$6,780\pm0,325$	14,73
2016	16	$5,940\pm0,295$	8	$6,500\pm0,500$	14,13
2017	20	$5,850\pm0,443$	31	$6,770\pm0,406$	14,73
2018	11	$5,090\pm0,436$	15	$7,670\pm0,781$	16,67
2019	25	$5,600\pm0,493$	11	$6,910\pm0,780$	15,02
2008–2011	139	$5,400\pm0,163$	227	$8,090\pm0,159$	17,59
2012–2019	130	$5,640\pm0,166$	197	$6,790\pm0,151$	14,76
t_{ϕ}	1,03		5,93, $P<0,001$		

Обозначения: N – число свиноматок в выборке, $X\pm SE$ – среднее многоплодие $\pm$ статистическая ошибка выборки, t_{ϕ} – критерий Стьюдента; Расчетный потенциал многоплодия рассчитывается по формуле $X/46*100$, где 46 – реализуемый потенциал многоплодия, определен в табл. 3.

Можно предположить, что оптимизация многоплодия у мини-свиней ИЦиГ СО РАН началась с момента основания селекционной группы, однако в явном виде её результаты проявились только в 2012 году. Процесс этот, вероятно, ещё не завершён, о чём свидетельствует скачок многоплодия в 2018 году.

В настоящей работе показано, что фактическая реализация потенциала многоплодия составляет около 46 % (табл. 3). Использование данной величины позволило оценить потенциал многоплодия мини-свиней ИЦиГ СО РАН, рождённых с 2008 по 2012 год, который оказался равен 17,57 поросёнка на опорос (табл. 6). Динамика многоплодия взрослых свиноматок, рождённых с 2012 по 2019 год, и скачок этого показателя в 2018 году (табл. 6, рис. 3) показывают, что, несмотря на преобладание особей с потенциалом равным 14,76 (14–15, табл. 1) поросёнка на опорос, особи с потенциалом, равным 17,57 поросёнка на опорос, всё ещё сохраняются. То есть процесс естественной оптимизации многоплодия не завершён.

Оценка потенциалов многоплодия, рассчитанных по средним значениям признака, для свиноматок 2008–2012 года рождения (табл. 6) делает возможной оценку потенциала многоплодия родоначальников селекционной группы, которыми были помеси второго поколения, полученные скрещиванием свиноматок крупной белой породы с миниатюрными светлогорскими хряками.

По расчетным значениям потенциалов многоплодия была построена динамика их изменения с 2008 по 2012 год и определён её линейный тренд (рис. 4). Группа мини-свиней ИЦиГ СО РАН была сформирована в 1992 году. Используя уравнение линейной регрессии (рис. 4), рассчитали каким мог быть потенциал многоплодия в этом году. Он оказался равен 33,05 поросёнка на опорос.

Обсуждение. В целом в исследовании выполнены все поставленные задачи. Определён потенциал многоплодия мини-свиней ИЦиГ СО РАН, который оказался различен для свиноматок белой и небелой масти (соответственно 15 и 14 поросят в опоросе). Несмотря на то, что полученные в исследовании потенциалы многоплодия кажутся избыточными, её вклад в общее состояние стада не превышает 14 %, а возникающие при этом проблемы решаются пересадкой “лишних” поросят в малочисленные гнёзда. Так что проблем, требующих каких-либо специальных решений, имеющаяся избыточность потенциала многоплодия не создаёт. Можно предположить, что разница потенциалов многоплодия белых и небелых свиноматок обусловлена разным числом овулировавших яйцеклеток, как это было показано для мейшанской и крупной белой породы



Рис. 4. Динамика изменения расчетных потенциалов многоплодия с 2008 по 2012 год.

Fig. 4. Dynamics of changes in estimated potential for litter size from 2008 to 2012.

[13], и которая может быть следствием экспрессии гена *KIT* [26]. Возможно, здесь задействованы механизмы подобные тем, которые, как предполагается, отвечают за генетически обусловленный полиморфизм многоплодия свиноматок кемеровской породы [24] или тем, что обеспечивают породные различия по многоплодию [27, 28]. Однако решение этого вопроса требует специальных исследований.

Определение диапазона нормальных для мини-свиней ИЦиГ СО РАН значений многоплодия и границы, за которыми опорос считается аварийным, показало, что при оценке 1-го опороса следует пользоваться другими критериями, чем при оценке последующих. Кроме того, порог аварийности у небелых свиноматок ниже, чем у белых, что также следует учитывать при их племенной оценке. Таким образом, диапазон нормальных значений многоплодия у белых свиноматок в 1-й опорос составляет от 3 до 13-ти поросят, у небелых — от 3 до 12-ти поросят. У взрослых белых свиноматок нормальные значения многоплодия находятся от 6 до 15 поросят, у небелых — от 5 до 14-ти поросят. В целом для всей селекционной группы представляется целесообразным принять, что нормальные для мини-свиней ИЦиГ СО РАН размеры помёта начинаются с 6-ти и заканчиваются 11-ю поросятами. Помёты с числом новорожденных поросят меньше 6-ти следует считать аварийными.

В селекционной группе мини-свиней ИЦиГ СО РАН, очевидно, идёт процесс естественной оптимизации многоплодия, который может обеспечиваться либо снижением числа овулирующих яйце-

клеток, либо повышением ранней внутриутробной смертности, либо и тем, и другим. Течение данного процесса следует отслеживать, так как существует вероятность, что он обеспечивается увеличением ранней эмбриональной смертности. До установления природы этого процесса вмешательство человека нежелательно, потому что последствия такого вмешательства непредсказуемы.

В заключение следует сказать, что применённый в настоящей работе метод может быть использован и для других признаков.

Выводы:

1. Для селекционной группы мини-свиней ИЦиГ СО РАН определены потенциал многоплодия и граница, ниже которой число поросят в помёте является аварийным. То есть были рассчитаны максимальное и минимальное значения многоплодия, выше и ниже которых находятся

значения, являющиеся отклонениями от нормы.

2. У свиноматок белой и небелой масти потенциалы многоплодия различаются. У белых это 13 поросят в помёте у первоопоросок и 15 поросят в помёте у взрослых свиноматок. У небелых — 12 поросят в помёте у первоопоросок и 14 поросят в помёте у взрослых свиноматок.

3. Потенциал многоплодия и граница, разделяющая опоросы на нормальные и аварийные, у первоопоросок ниже, чем у взрослых свиноматок.

4. У первоопоросок аварийными следует считать опоросы с числом поросят меньше 3-х. У взрослых свиноматок аварийными являются опоросы с числом поросят меньше 6-ти (белые свиноматки) и меньше 5-ти (небелые свиноматки).

5. В селекционной группе мини-свиней ИЦиГ СО РАН идёт процесс естественной оптимизации многоплодия.

Работа поддержана бюджетным проектом FWNR-2022-0023.

Литература

1. Pond W. G. The Biology of the Pig / W. G. Pond, K. A. Houpt. — 1. — Cornell Univ Pr, 1978. — 352 p.
2. Flowers W. L. Reproductive management of swine / W. L. Flowers // Animal Agriculture / ed. by F. W. Bazer et al. — Academic Press, 2020. — P. 283–297. doi: 10.1016/B978-0-12-817052-6.00016-1
3. Geisert R. D. Reproductive physiology of swine / R. D. Geisert, P. Sutvosky, M. C. Lucy et al. // Animal Agriculture / ed. by F. W. Bazer et al. — Academic Press, 2020. — P. 263–281.
4. Knox R. V. Swine fertility in a changing climate / R. V. Knox // Animal Reproduction Science. — 2024. — Vol. 269. — P. doi: 10.1016/j.anireprosci.2024.107537.
5. Knyazev S. P. Standardizing selection and its consequences for genetic population structure / S. P. Knyazev, S. V. Nikitin // Russian Journal of Genetics. — 2011. — Vol. 47. — № 1. — P. 90–99. doi: 10.1134/S1022795411010030.
6. Шатохин К. С. Отсутствие инбредной депрессии в стаде мини-свиней ИЦиГ СО РАН / К. С. Шатохин, С. В. Никитин [и др.] // Актуальные проблемы агропромышленного комплекса. — Новосибирск : В сборнике: Актуальные проблемы агропромышленного комплекса. Сборник трудов научно-практической конференции преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов НГАУ. Новосибирск, 2021. — С. 502–507.
7. Тихонов В. Н. Лабораторные мини-свиньи. Генетика и медико-биологическое использование / В. Н. Тихонов. — Новосибирск : Изд-во Сибирского отделения российской академии наук, 2010. — 304 с.
8. Jacobsen K. R. The laboratory minipig / K. R. Jacobsen, A. K. Olsen Alstrup, A. K. Hansen, P. Bollen. — CRC Press, 2025. — 154 p.
9. Köhn F. History and Development of Miniature, Micro- and Minipigs. / F. Köhn // The minipig in biomedical research. P. A. Mcanulty, A. D. Dayan, N. C. Ganderup, K.L. Hastings (Eds.). — Boca Raton, FL: CRC Press, 2011. — P. 3–16.
10. Rozkot M. Minipigs as Laboratory Animals - Review / M. Rozkot, E. Václavková, J. Bělková // Research in Pig Breeding. — 2015. — Vol. 9. — № 1. — P. 10–14.
11. Zhai X. Effects of Succinate on Growth Performance, Meat Quality and Lipid Synthesis in Bama Miniature Pigs / X. Zhai, L. Dang, S. Wang [et al.] // Animals. — 2024. — Vol. 14. — № 7. — P. 999.
12. Bumpenkul R. Genetic correlations between gestation length and litter traits of sows / R. Bumpenkul, N. Imboonta // The Thai Journal of Veterinary Medicine. — 2021. — Vol. 51. — № 4. — P. 675–682. doi: 10.56808/2985-1130.3165.
13. Rothschild M. F. Genetics and reproduction in the pig / M. F. Rothschild // Animal Reproduction Science. — 1996. — Vol. 42. — № 1–4. — P. 143–151.
14. Vaishnav S. Allelic to genome wide perspectives of swine genetic variation to litter size and its component traits / S. Vaishnav, A. Chauhan, A. Ajay [et al.] // Molecular Biology Reports. — 2023. — Vol. 50. — № 4. — P. 3705–3721. doi: 10.1007/s11033-022-08168-5.
15. Барсукова М. А. Динамика изменчивости в стадах сельскохозяйственных животных как показатель микроэволюционного процесса / М. А. Барсукова, Е. В. Пищенко, К. В. Жучаев, И. В. Моружи // Вестник НГАУ. — 2012. — Т. 22. — № 1. — С. 28–31.
16. Nikitin S. V. Miniature pigs of ICG as a model object for morphogenetic research / S. V. Nikitin, S. P. Knyazev, K. S. Shatokhin // Russian Journal of Ge-

- netics: Applied Research. — 2014. — Vol. 4. — № 6. — P. 511–522. doi: 10.1134/S207905971406015X.
17. Министерство сельского хозяйства РФ. Об утверждении Порядка и условий проведения бонитировки племенных свиней и внесении изменений в Приказ Минсельхоза России от 19.10.2006 N 402 / Министерство сельского хозяйства РФ — 2015.
 18. Gutierrez K. Efficacy of the porcine species in biomedical research / K. Gutierrez, N. Dicks, W. G. Glanzner [et al.]. — Text : electronic // Frontiers in Genetics. — 2015. — Vol. 6. — P. 293. doi: 10.3389/fgene.2015.00293.
 19. Helke K. L. Background Pathological Changes in Minipigs: A Comparison of the Incidence and Nature among Different Breeds and Populations of Minipigs / K. L. Helke, K. N. Nelson [et al.] // Toxicologic Pathology. — 2016. — Vol. 44. — Background Pathological Changes in Minipigs. — № 3. — P. 325–337.
 20. Itoh T. Body surface area measurement in laboratory miniature pigs using a computed tomography scanner / T. Itoh, M. Kawabe, T. Nagase [et al.] // The Journal of Toxicological Sciences. — 2016. — Vol. 41. — № 5. — P. 637–644. doi: 10.2131/jts.41.637.
 21. Никитин С. В. Возрастная динамика многоплодия мини-свиней ИЦиГ СО РАН и ее связь с белой мастью / С. В. Никитин, С. П. Князев, В. И. Запорожец [и др.] // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. — 2024. — № 6. — С. 141–161. doi: 10.26897/0021-342X-2024-6-141-161.
 22. Nikitin S. V. Breeding and selection of mini-pigs in the ICG SB RAS / S. V. Nikitin, S. P. Knyazev [и др.] // Vavilov Journal of Genetics and Breeding. — 2018. — Vol. 22. — № 8. — С. 922–930. doi: 10.18699/VJ18.434.
 23. Effect of *KIT* gene polymorphism on the reproductive ability of mini pigs / K. Shatokhin, S. Nikitin [et al.] // International Journal of Biological and Chemical Sciences. — 2025. — Vol. 19. — № 1. — P. 142–156.
 24. Никитин С. В. Отбор и адаптация в популяциях домашних свиней / С. В. Никитин, С. П. Князев. — Saarbrücken : Lambert Academy Publishing (LAP), 2015. — 221 с.
 25. Лакин Г. Ф. Биометрия / Г. Ф. Лакин. — Москва : Высшая школа, 1990. — 352 с.
 26. Luan Y. *KIT* in oocytes: a key factor for oocyte survival and reproductive lifespan / Y. Luan, W. So, R. Dong [et al.] // eBioMedicine. — 2024. — Vol. 106. — *KIT* in oocytes. — P. 105263.
 27. Кабанов В. Д. Породы свиней / В. Д. Кабанов, А. С. Терентьева. — Москва : Агропромиздат, 1985. — 336 с.
 28. Candek-Potokar, M. European Local Pig Breeds - Diversity and Performance / M. Candek-Potokar, R. M. N. Linan. — Rijeka : IntechOpen, 2019.

Nikitin S.¹, Knyazev S.², Shatokhin K.², Zaporozhets V.¹, Korshunova E.¹, Ermolaev V.²

Assessment of the fertility potential of a breeding group of mini-pigs of ICiG SB RAS

¹ Institute of Cytology and Genetics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences;

² Novosibirsk State Agrarian University

Abstract.

The aim is to test the method developed by the authors for assessing the genetic potential of multiple breeding in domestic pigs.

Materials and methods. *The work was carried out on mini-pigs of breeding of ICiG SB RAS. Since it was previously established that the multiple fertility of sows of epistatic white color is higher than the multiple fertility of sows of non-white, the analysis of these groups was carried out through comparison.*

Results. *It was found that white sows have a higher fertility potential per piglet than non-white sows (15 and 14 piglets per farrow, respectively). That is, at first glance, the multiplicity potentials of the mini-pigs of the ICiG SB RAS are clearly excessive compared to the optimum. At the same time, the modal distribution class of the sample maxima of multiple fertility in white sows is 11 piglets in a litter, and 9 in non-white sows. The limits of the optimal number of piglets in a litter for mini-pigs of the ICiG SB RAS determined in one of the previous studies are min=8 and max=11 individuals. However, the average multiplicity of mini-pigs of ICiG SB RAS is $7,210 \pm 0,161$ (white sows) and $6,560 \pm 0,117$ (non-white sows) piglets per farrowing, which is less than half of their multiplicity potentials. Thus, despite the apparent redundancy, the fertility potentials of white and non-white sows should not be considered too large, since they are realized in less than 3-14 % of farrowing. Assessing the breeding value of sows*

requires knowing which number of offspring in a litter is normal for a given breeding group, and which is an emergency and should not be taken into account. The study showed that litters with fewer than 3 piglets should be considered emergency during the first farrowing. For subsequent farrowing, the minimum norm should be 6 piglets in a litter of white sows and 5 piglets in a litter for non-white sows.

Key words: *potential litter size; actual litter size; laboratory mini-pigs; Institute Citology and Genetics; color; white sows; non-white sows; normal farrowing and emergency farrowing; agriculture.*

References

1. Pond W. G. The Biology of the Pig / W. G. Pond, K. A. Houpt. — 1. — Cornell Univ Pr, 1978. — 352 p.
2. Flowers W. L. Reproductive management of swine / W. L. Flowers // Animal Agriculture / ed. by F. W. Bazer et al. — Academic Press, 2020. — P. 283–297. doi: 10.1016/B978-0-12-817052-6.00016-1
3. Geisert R. D. Reproductive physiology of swine / R. D. Geisert, P. Sutvosky, M. C. Lucy et al. // Animal Agriculture / ed. by F. W. Bazer et al. — Academic Press, 2020. — P. 263–281. doi: 10.1016/B978-0-12-817052-6.00016-1.
4. Knox R. V. Swine fertility in a changing climate / R. V. Knox // Animal Reproduction Science. — 2024. — Vol. 269. — P. doi: 107537.10.1016/j.anireprosci.2024.107537.
5. Knyazev S. P. Standardizing selection and its consequences for genetic population structure / S. P. Knyazev, S. V. Nikitin // Russian Journal of Genetics. — 2011. — Vol. 47. — № 1. — P. 90–99. doi: 10.1134/S1022795411010030.
6. Shatokhin K. S. The absence of inbred depression in a herd of mini-pigs of ICiG SB RAS / K. S. Shatokhin, S. V. Nikitin, N. N. Kochnev [et al.] // Actual problems of the agro-industrial complex. proceedings of the scientific and practical conference of teachers, graduate students, undergraduates and students of Novosibirsk State University. Novosibirsk. — 2021. — P. 502–507.
7. Tikhonov, V. N. Laboratory mini-pigs. Genetics and biomedical use / V. N. Tikhonov. — Novosibirsk : Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences Publ., 2010. — 304 p.
8. Jacobsen K. R. The laboratory minipig / K. R. Jacobsen, A. K. Olsen Alstrup, A. K. Hansen, P. Bollen. — CRC Press, 2025. — 154 p.
9. Köhn F. History and Development of Miniature, Micro- and Minipigs. / F. Köhn // The minipig in biomedical research. P. A. Mcanulty, A. D. Dayan, N. C. Ganderup, K.L. Hastings (Eds.). — Boca Raton, FL: CRC Press, 2011. — P. 3–16.
10. Rozkot M. Minipigs as Laboratory Animals - Review / M. Rozkot, E. Václavková, J. Bělková // Research in Pig Breeding. — 2015. — Vol. 9. — № 1. — P. 10–14.
11. Zhai X. Effects of Succinate on Growth Performance, Meat Quality and Lipid Synthesis in Bama Miniature Pigs / X. Zhai, L. Dang, S. Wang [et al.] // Animals. — 2024. — Vol. 14. — № 7. — P. 999.
12. Bumpenkul R. Genetic correlations between gestation length and litter traits of sows / R. Bumpenkul, N. Imboonta // The Thai Journal of Veterinary Medicine. — 2021. — Vol. 51. — № 4. — P. 675–682. doi: 10.56808/2985-1130.3165.
13. Rothschild M. F. Genetics and reproduction in the pig / M. F. Rothschild // Animal Reproduction Science. — 1996. — Vol. 42. — № 1–4. — P. 143–151.
14. Vaishnav S. Allelic to genome wide perspectives of swine genetic variation to litter size and its component traits / S. Vaishnav, A. Chauhan, A. Ajay [et al.] // Molecular Biology Reports. — 2023. — Vol. 50. — № 4. — P. 3705–3721. doi: 10.1007/s11033-022-08168-5.
15. Barsukova M. A. Dynamics of variability in herds of farm animals as an indicator of the microevolutionary process / M. A. Barsukova, E. V. Pishchenko, K. V. Zhuchayev, I. V. Moruzi // Bulletin of NSAU. — 2012. — Vol. 22. — № 1. — P. 28–31.
16. Nikitin S. V. Miniature pigs of ICG as a model object for morphogenetic research / S. V. Nikitin, S. P. Knyazev, K. S. Shatokhin // Russian Journal of Genetics: Applied Research. — 2014. — Vol. 4. — № 6. — P. 511–522.
17. Ministry of Agriculture of the Russian Federation. On Approval of the Procedure and Conditions for the Grading of Breeding Pigs and Amendments to Order No. 402 of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation dated October 19, 2006 / Ministry of Agriculture of the Russian Federation. — 2015.
18. Gutierrez K. Efficacy of the porcine species in biomedical research / K. Gutierrez, N. Dicks, W. G. Glanzner [et al.]. — Text : electronic // Frontiers in Genetics. — 2015. — Vol. 6. — P. 293. doi: 10.3389/fgene.2015.00293.
19. Helke K. L. Background Pathological Changes in Minipigs: A Comparison of the Incidence and Nature among Different Breeds and Populations of Minipigs / K. L. Helke, K. N. Nelson [et al.] // Toxicologic Pathology. — 2016. — Vol. 44. — Background Pathological Changes in Minipigs. — № 3. — P. 325–337.
20. Itoh T. Body surface area measurement in laboratory miniature pigs using a computed tomography scanner / T. Itoh, M. Kawabe, T. Nagase [et al.] // The Journal of Toxicological Sciences. — 2016. — Vol. 41. — № 5. — P. 637–644. doi: 10.2131/jts.41.637.
21. Nikitin S. V. Age dynamics of prolificacy in mini-pigs of the Institute of Cytology and Genetics SB RAS and its relationship with white color / S. V. Nikitin, S. P. Knyazev [et al.] // Bulletin of the Timiryazev Agricultural Academy. — 2024. — № 6. — P. 141–161.

22. Nikitin S. V. Breeding and selection of mini-pigs in the ICG SB RAS / S. V. Nikitin, S. P. Knyazev [и др.] // Vavilov Journal of Genetics and Breeding. — 2018. — Vol. 22. — № 8. — С. 922–930. doi: 10.18699/VJ18.434.
23. Effect of *KIT* gene polymorphism on the reproductive ability of mini pigs / K. Shatokhin, S. Nikitin [et al.] // International Journal of Biological and Chemical Sciences. — 2025. — Vol. 19. — № 1. — P. 142–156.
24. Nikitin S. V. Selection and adaptation in populations of domestic pigs / S. V. Nikitin, S. P. Knyazev. — Saarbrücken: Lambert Academy Publishing (LAP), 2015. — 221 p.
25. Lakin G. F. Biometrics / G. F. Lakin. — Moscow: Vysshaya shkola, 1990. — 352 p.
26. Luan Y. *KIT* in oocytes: a key factor for oocyte survival and reproductive lifespan / Y. Luan, W. So, R. Dong [et al.] // eBioMedicine. — 2024. — Vol. 106. — *KIT* in oocytes. — P. 105263.
27. Kabanov V.D. Breeds of pigs / V.D. Kabanov, A.S. Terentyeva. — Moscow: Agropromizdat, 1985. — 336 p.
28. Candek-Potokar, M. European Local Pig Breeds - Diversity and Performance / M. Candek-Potokar, R. M. N. Linan. — Rijeka : IntechOpen, 2019.

Сведения об авторах:

Никитин Сергей Вячеславович — старший научный сотрудник лаборатории разведения и генетики пушных и сельскохозяйственных животных, кандидат биологических наук; ФИЦ «Институт цитологии и генетики Сибирского отделения РАН»; 630090, Российская Федерация, г. Новосибирск, пр-кт Академика Лаврентьева, 10; e-mail: nsv1956@mail.ru (для корреспонденции). ORCID: 0000-0002-8239-5450.

Князев Сергей Павлович — доцент кафедры частной зоотехнии и кормления животных, кандидат биологических наук; ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный аграрный университет»; 630039, Российская Федерация, г. Новосибирск, ул. Добролюбова, 160; e-mail: knyser@rambler.ru. ORCID: 0000-0002-4767-0795.

Шатохин Кирилл Сергеевич — старший научный сотрудник лаборатории прикладной биоинформатики, кандидат биологических наук; ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный аграрный университет»; 630039, Российская Федерация, г. Новосибирск, ул. Добролюбова, 160; e-mail: true_genetuc@mail.ru. ORCID: 0000-0002-0885-2772.

Запорожец Вера Ивановна — зоотехник лаборатории разведения и генетики пушных и сельскохозяйственных животных; ФИЦ «Институт цитологии и генетики Сибирского отделения РАН»; 630090, Российская Федерация, г. Новосибирск, пр-кт Академика Лаврентьева, 10; e-mail: vitiadead@gmail.com. ORCID: 0000-0002-1337-5093.

Коршунова Елена Викторовна — ст. лаборант лаборатории разведения и генетики пушных и сельскохозяйственных животных; ФИЦ «Институт цитологии и генетики Сибирского отделения РАН»; 630090, Российская Федерация, г. Новосибирск, пр-кт Академика Лаврентьева, 10; e-mail: Len.ediger2009@yandex.ru.

Ермолаев Виктор Иванович — доктор биологических наук; ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный аграрный университет»; 630039, Российская Федерация, г. Новосибирск, ул. Добролюбова, 160; e-mail: ermolaev@bionet.nsc.ru.

Authors:

Nikitin Sergey Vyacheslavovich — Senior Researcher at the Laboratory of Breeding and Genetics of Fur and Farm animals, PhD (Biol. Sci.); Institute of Cytology and Genetics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences; 10 Akademika Lavrent'eva Ave., Novosibirsk, 630090, Russia; e-mail: nsv1956@mail.ru. ORCID: 0000-0002-8239-5450.

Knyazev Sergey Pavlovich — Associate Professor of the Department of Private Animal Science and Animal Feeding, PhD (Biol. Sci.); Novosibirsk State Agrarian University; 160 Dobrolubova St., Novosibirsk, 630039, Russia; e-mail: knyser@rambler.ru. ORCID: 0000-0002-4767-0795.

Shatokhin Kirill Sergeevich — Senior Researcher at the Laboratory of Applied Bioinformatics, Candidate of Biological Sciences; Novosibirsk State Agrarian University (160 Dobrolubova St., Novosibirsk, 630039, Russian Federation; PhD (Biol. Sci.); e-mail: true_genetuc@mail.ru ORCID: 0000-0002-0885-2772.

Zaporozhets Vera Ivanovna — Zoo technician at the Laboratory of breeding and genetics of fur-bearing and farm animals; Institute of Cytology and Genetics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences; 10 Akademika Lavrent'eva Ave., Novosibirsk, 630090, Russia; e-mail: vitiadead@gmail.com. ORCID: 0000-0002-1337-5093.

Korshunova Elena Victorovna — Senior laboratory assistant at the Laboratory of Breeding and Genetics of fur-bearing and farm animals; Institute of Cytology and Genetics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences; 10 Akademika Lavrent'eva Ave., Novosibirsk, 630090, Russia; e-mail: Len.ediger2009@yandex.ru.

Ermolaev Victor Ivanovich — Dr. Habil. (Biol. Sci.); Novosibirsk State Agrarian University; 160 Dobrolubova St., Novosibirsk, 630039, Russia; e-mail: ermolaev@bionet.nsc.ru.