

УДК 636.4.082

DOI: 10.52463/22274227_2021_37_23

А.Г. Максимов, Н.А. Максимов

ДНК-ГЕНОТИПИРОВАНИЕ СВИНОМАТОК ЛАНДРАС Х ЙОРКШИР И ИХ РЕПРОДУКТИВНЫЕ КАЧЕСТВА

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»,
ПЕРСИАНОВСКИЙ, РОССИЯ

A.G. Maksimov, N.A. Maksimov

DNA GENOTYPING OF LANDRACE X YORKSHIRE SOWS AND THEIR REPRODUCTIVE QUALITIES

FEDERAL STATE BUDGETARY EDUCATIONAL INSTITUTION OF HIGHER EDUCATION «DON STATE
AGRARIAN UNIVERSITY», PERSIANOVSKY, RUSSIA

Александр Геннадьевич Максимов

Aleksandr Gennadevich Maksimov

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
maksimovvv2014@mail.ru**Никита Александрович Максимов**

Nikita Alexandrovich Maksimov

maksimovvv2014@mail.ru

Аннотация. Рентабельность свиноводства главным образом зависит от продуктивности животных. Ее можно улучшать классическими методами, однако они малоэффективны и требуют много времени. Репродуктивные качества имеют низкий коэффициент наследуемости и ограничены полом. Актуальным является использование методов, основанных на применении ДНК-технологий. Они позволяют вести селекцию непосредственно по генотипу животных. У свиней известен ряд генов, представляющих интерес при селекции на многоплодие. Например, ген эстрогенового рецептора (ESR), рецептора пролактина (PRLR) и рецептора фолликулостимулирующего гормона (FSHb). Цель исследований – выявить взаимосвязь между воспроизводительными качествами свиноматок и их генотипом по генам ESR, PRLR, FSHb. Исследования проводились на 24 свиноматках ландрас х йоркшир в условиях промышленного свиноплеменника Ростовской области. Репродуктивные качества подопытных маток оценивали по результатам всех опоросов. Было установлено, что по гену ESR 10 маток имели генотип AA и 14 – AB. Свиной BB-генотипа не выявлено. Частота аллеля A=0,7083, B=0,2917. По всем репродуктивным качествам лидировали свиноматки AB-генотипа, превосходившие AA-маток по: многоплодию на 0,69 гол., массе гнезда поросят при рождении – 1,16 кг, крупноплодности – 0,03 кг, количеству поросят при отъеме – 0,97 гол., сохранности поросят к отъему – 2,96%. По гену PRLR 6 маток имели генотип AA, 10 – AB и 8 – BB. Частота аллеля A=0,4583, B=0,5417. По большинству показателей лучшими были матки генотипа – BB. Животные AB-генотипа занимали промежуточное положение. Наивысшая крупноплодность (1,17 кг), сохранность поросят к отъему (98,67%) и отсутствие мертворожденных потомков отмечались у свиноматок AA-генотипа. По гену FSHb 4 матки имели генотип AA, 9 – AB и 11 – BB. Частота аллеля A=0,4583, B=0,5417. Животные AB-генотипа значительно превосходили AA- и BB-маток по многоплодию на 2,86 и 1,27 гол., массе гнезда поросят при рождении – 3,5 и 1,71 кг, крупноплодности – 0,03 кг, количеству поросят при отъеме – 2,25 и 1,3 гол. Свиной BB-генотипа занимали промежуточное положение, но ошутимо превосходили AA-маток по многоплодию на 1,53 гол., массе гнезда поросят при рождении на 1,79 кг и количеству поросят при отъеме – на 1,05 гол. Лучшей сохранностью поросят к отъему (98,99%) отличались свиноматки с генотипом AA. Наиболее желательными для использования в воспроизводстве являются свиноматки генотипов: AB – по гену ESR; BB – по гену PRLR; AB и BB – по гену FSHb. Полученные результаты рекомендуется учитывать при проведении селекции, направленной на улучшение репродуктивных качеств.

Ключевые слова: свиноматки, репродуктивные качества, направленная селекция, ДНК-генотипирование, гены-маркеры, ESR, PRLR, FSHb.

Abstract. The cost-benefit of pig production mainly depends on the productivity of the animals. This process can be improved using classical methods but they are inefficient and require a lot of time. Reproductive qualities have a low coefficient of heritability and are limited by sex. The use of methods based on the use of DNA technologies is relevant. They allow to conduct the selection directly on the genotype of animals. A number of genes in pigs are known that are of interest in multiple birth breeding selection. For example, the gene for estrogen receptor (ESR), prolactin receptor (PRLR), and follicle stimulating hormone receptor (FSHb). The aim of the research is to reveal the relationship between the reproductive qualities of pigs and their genotype for ESR, PRLR, FSHb genes. The studies were carried out on 24 Landrace x Yorkshire sows in an industrial pig complex in the Rostov region. The reproductive qualities of the experimental queens were assessed according to the results of all farrowings. It was found that according to the ESR gene, 10 sows had the AA genotype and 14 - AB. Pigs of the BB genotype were not found. Allele frequency A = 0.7083, B = 0.2917. In terms of all reproductive qualities, sows of the AB-genotype were in the lead, surpassing the AA-sows in: the number of live piglets at birth by 0.69 head; the weight of all live piglets at birth by 1.16 kg; the average weight of one piglet at birth by 0.03 kg; the number of piglets at weaning by 0.97 head; piglet safety for weaning - 2.96%. For the PRLR gene, 6 queens had the AA genotype, 10 - AB, and 8 - BB. Allele frequency A = 0.4583, B = 0.5417. By most indicators, the best were sows BB-genotype. Animals of the AB genotype occupied an intermediate position. The highest large-fruited (1.17 kg), safety of piglets to weaning (98.67%) and the absence of stillborn offspring were observed in sows of the AA genotype. According to the FSHb gene, 4 uterus had the AA genotype, 9 - AB, and 11 - BB. Allele frequency A = 0.4583, B = 0.5417. Animals of the AB genotype significantly exceeded AA and BB sows in the number of live piglets at birth by 2.86 and 1.27 heads, by 3.5 and 1.71 kg in piglet nest weight at birth, by the average weight of one piglets at birth by 0.03 kg, the number of piglets at weaning - 2.25 and 1.3 heads. Pigs of the BB genotype occupied an intermediate position, but significantly exceeded AA sows in the number of live piglets at birth by 1.53 heads, the weight of all piglets at birth by 1.79 kg, and the number of piglets at weaning by 1.05 heads. Sows with the AA genotype had the best safety of piglets for weaning (98.99%). The most desirable for use in reproduction are sows of genotypes: AB - for the ESR gene; BB - for the PRLR gene; AB and BB for the FSHb gene. The results obtained are recommended to be taken into account when conducting breeding aimed at improving reproductive qualities.

Keywords: sows, reproductive qualities, directed selection, DNA genotyping, marker genes, ESR, PRLR, FSHb.

Введение. В современных условиях (давления санкций со стороны ряда стран, эпидемии коронавируса, спада мировой экономики и др.) для обеспечения пищевой безопасности страны одной из важнейших стратегических задач агропромышленного комплекса является развитие животноводства, и в частности, свиноводства. Свинина относительно недорогой и доступный широким слоям населения вид мяса.

Свиньи характеризуются рядом биологических особенностей, отличающих их от других видов сельскохозяйственных животных. Это всеядность, скороспелость, короткий срок плодоношения, высокая экономическая эффективность откорма, высокие убойный выход и технологические качества мяса. Поэтому не случайно, что во многих развитых странах высок удельный вес свинины в общем балансе, а мероприятиям по повышению эффективности производства свинины придается особая роль [1, 2].

Рентабельность этой отрасли в первую очередь зависит от продуктивности животных. Известно, что чем быстрее свинья растёт, тем меньше будет затрачено корма на 1 кг прироста живой массы. Не менее важными являются воспроизводительные качества свиноматок и хряков-производителей [3].

Дальнейшее совершенствование свиней можно вести традиционными методами, однако они требуют много времени и имеют определенный предел. Кроме того, ведение прямой селекции на плодовитость характеризуется относительно низкой эффективностью.

В связи с этим возникает необходимость поиска и использования новых методов совершенствования животных. Новые открытия в молекулярной генетике и современные тенденции развития животноводства предусматривают использование методов, основанных на применении ДНК-технологий [4]. Они позволяют идентифицировать гены, которые в определенной мере связаны с продуктивными качествами свиней, т.е. можно вести селекцию непосредственно по генотипу животных.

Такая селекция с использованием генов-маркеров продуктивности имеет преимущества перед классическими методами (хотя и их никто не отменял): она не учитывает изменчивость признаков, обусловленную внешней средой, позволяет оценить животных в раннем возрасте, независимо от пола, и, в конечном итоге, повысить эффективность селекционно-племенной работы [5].

В настоящее время у свиней известен ряд генов, представляющих интерес при селекции на многоплодие. Некоторыми из них являются

ген эстрогенового рецептора (ESR), рецептора пролактина (PRLR) и рецептора фолликулостимулирующего гормона (FSHb). В ряде стран генотипы по этим и другим генам прописываются в паспортах племенных животных.

Цель исследований – определить показатели воспроизводительных качеств свиноматок в зависимости от их генотипа по генам ESR, PRLR и FSHb.

Задачи: проанализировать воспроизводительные качества подопытных свиноматок; установить генотипы по исследуемым генам ESR, PRLR, FSHb у подопытных животных; определить частоту встречаемости аллелей и генотипов вышеперечисленных генов; выявить взаимосвязь между репродуктивными качествами и генотипом маток.

Методика. Исследования проводились в условиях промышленного свинокомплекса ЗАО «Русская свинина» Каменского района Ростовской области на 24 свиноматках ландрас х йоркшир (аналогов по происхождению, росту, развитию) по результатам всех опоросов. Для проведения ДНК-генотипирования по генам ESR, PRLR и FSHb у подопытных животных отбирались пробы крови из яремной вены и направлялись в лабораторию молекулярной диагностики и биотехнологии сельскохозяйственных животных Донского государственного аграрного университета. Генотипирование проводилось по методике К. Мюллера, усовершенствованной К. Вомм и другими учеными и модифицированной Н.В. Ковалюк.

У свиноматок, участвовавших в эксперименте, учитывали общее количество поросят при опоросе (гол.), многоплодие (гол.), мертворожденность (гол.), массу гнезда поросят при рождении (кг), крупноплодность (кг), количество поросят при отъеме в 28-дн. возрасте (гол.) и их сохранность к отъёму (%).

Частоты аллелей и генотипов определяли общепринятым методом. Полученные цифровые материалы были обработаны биометрически на персональном компьютере с применением программы Excel.

Результаты. Проведенными исследованиями было установлено (таблица), что по гену эстрогенового рецептора (ESR) 10 маток (41,67%) имели генотип AA и 14 маток (58,33%) AB генотип. Обладателей генотипа BB среди исследуемых животных не выявлено, что, вероятно, связано с низкой встречаемостью аллеля B по данному гену. Частота встречаемости аллеля A (P_A) составила 0,7083; $P_B=0,2917$.

По всем репродуктивным качествам в нашем опыте лидировали свиноматки AB-геноти-

Таблица – Воспроизводительные качества свиноматок разных генотипов (по всем опоросам)

Генотип по генам	Количество маток		Число опоросов, ед.	Получено всего поросят, гол.	Многоплодие, гол.	Мертворожденных, гол.	Масса гнезда поросят при рождении, кг	Крупноплодность, кг	Количество поросят при отъеме, гол.	Сохранность поросят к отъёму, %
	гол.	%								
ESR										
AA	10	41,67	43	10,47±0,32	10,40±0,32	0,07±0,07	11,55±0,42	1,11±0,02	9,67±0,21	92,98
AB	14	58,33	81	11,15±0,28	11,09±0,28	0,06±0,04	12,71±0,34	1,14±0,01	10,64±0,27	95,94
PRLR										
AA	6	25,00	23	9,78±0,28	9,78±0,28	-	11,41±0,43	1,17±0,02	9,65±0,28	98,67
AB	10	41,67	56	10,61±0,28	10,46±0,27	0,14±0,08	11,79±0,33	1,13±0,02	9,91±0,22	94,74
BB	8	33,33	45	11,87±0,38	11,80±0,38	0,07±0,07	13,39±0,48	1,13±0,02	11,13±0,38	94,32
FSHb										
AA	4	16,67	11	8,91±0,21	8,91±0,21	-	9,97±0,31	1,12±0,02	8,82±0,21	98,99
AB	9	37,50	52	11,77±0,32	11,71±0,32	0,06±0,06	13,47±0,37	1,15±0,02	11,17±0,33	95,39
BB	11	45,83	61	10,57±0,29	10,44±0,28	0,13±0,08	11,76±0,38	1,12±0,02	9,87±0,22	94,54

па, превосходившие AA-маток по: многоплодию на 0,69 гол., массе гнезда поросят при рождении – 1,16 кг, крупноплодности – 0,03 кг, количеству поросят при отъеме – 0,97 гол., сохранности поросят к отъёму – 2,96%.

Количество мертворожденных поросят у животных обоих генотипов было примерно одинаковым (0,07 гол. – AA и 0,06 гол. – AB-матки).

В проведенном нами ранее эксперименте на свиноматках крупной белой х ландрас в целом лучшие воспроизводительные качества по гену ESR показали свиноматки BB-генотипа [6].

В опытах А.Ю. Колосова и соавторов на свиньях крупной белой породы по гену ESR животные с генотипом ESR/BB превосходили по всем рассматриваемым показателям своих аналогов с генотипом ESR/AA (по количеству поросят при рождении на 1,36 гол. ($p = 0,14$), по многоплодию – на 0,93 гол. ($p = 0,005$), по массе гнезда при рождении – на 2,24 кг ($p = 0,15$)) [7, 8].

Исследования Е.В. Пищелка по влиянию полиморфизма гена эстрогенового рецептора на репродуктивные качества свиноматок белорусской крупной белой породы установлено, что многоплодие у животных с генотипом BB составило 11,6 гол., что выше, чем у свиноматок с генотипами AA и AB на 0,9 поросёнка или на 7,8% и на 0,5 поросёнка или 4,3% соответственно ($P \leq 0,01$). Наибольшую массу гнезда в 21-й день имели животные с генотипом AB – 51,8 кг, что превышает свиноматок с генотипами AA и BB на 2,0 кг, или 3,9%, и 1,2 кг, или 1,9%, соответственно ($P \leq 0,001$) [9].

По сообщению Л.А. Калашниковой, Е.А. Черкаевой, матки крупной белой породы AA-генотипа по гену ESR по итогам нескольких опоросов имели превосходство по количеству рожденных

поросят по сравнению с гетерозиготами на 0,65 и на 0,57 по сравнению с BB-матками. В то же время они уступали особям AB- и BB-генотипов по сохранности поросят, массе гнезда в 21 день и 2 мес., массе 1 поросенка в 2 мес. [10, 11].

В нашем опыте по гену рецептора пролактина (PRLR) генотип AA имели 6 свиноматок (25%), AB – 10 (41,67%) и BB – 8 маток (33,33%). Частота аллеля A (P_A) составила 0,4583, аллеля B (P_B) – 0,5417.

В целом, лучшими по продуктивности оказались матки BB-генотипа с многоплодием – 11,8 гол., массой гнезда поросят при рождении – 13,39 кг, количеством поросят при отъеме в 28 дней – 11,13 гол. В тоже время они имели меньшую сохранность поросят к отъёму (94,32%) по сравнению с животными AA (98,67%) и AB-генотипа (94,74%) и небольшое число мертворожденных (0,07 гол.) поросят. Промежуточное положение по продуктивности занимали AB-матки, у них же было наибольшее количество мертворожденных поросят (0,14 гол.). Наивысшая крупноплодность (1,17 кг), сохранность поросят к отъёму (98,67%) и отсутствие мертворожденных потомков отмечались у свиноматок AA-генотипа.

А. Колосовым, М. Леоновой, Л. Гетманцевой у свиней крупной белой породы установлено превосходство генотипа PRLR/BB по количеству поросят при рождении на + 0,42 гол., многоплодию + 0,57 гол., массе гнезда при рождении +1,96 кг. относительно генотипа PRLR/AB [7].

По сообщению А.И. Клименко с соавторами, влияние гена рецептора пролактина на воспроизводительные качества чистопородных свиней породы ландрас и крупная белая, а также гибридных свиней первого поколения неодно-

значно. Анализ продуктивных качеств показал, что у свиноматок породы ландрас с лучшими воспроизводительными показателями связан генотип AA/PRLR, наличие которого относительно животных генотипа BB/PRLR связано с большим числом поросят, многоплодием и массой гнезда при рождении. У свиней крупной белой породы положительные эффекты установлены у животных генотипа BB/PRLR. Для гибридных свиней с лучшими показателями продуктивности связан генотип AB/PRLR. В исследованиях прослеживается породоспецифический эффект полиморфизма PRLR, что представляет интерес при получении свиней, используемых на первом этапе гибридизации [12].

Согласно исследованиям, проведенным О.В. Курносковой с соавторами на свиньях крупная белая х ландрас, BB-свиноматки характеризовались наиболее высокой продуктивностью. На втором месте по воспроизводительным качествам, несмотря на большее количество мертворожденных поросят, располагались матки AA-генотипа, превосходившие AB-сверстниц [6].

В нашем опыте по гену бета-субъединицы фолликулостимулирующего гормона (FSHb) 4 свиноматки (16,67%) имели генотип AA, 9 (37,50%) – AB и 11 (45,83%) – BB-генотип. Частота аллелей: P_A составила 0,4583; P_B = 0,5417.

Почти по всем показателям продуктивности, кроме сохранности поросят к отъёму и количеству мертворожденных поросят, значительно лучшими были матки AB-генотипа (вероятно, это связано со стимулирующим влиянием гетерозиготности). Они превосходили маток AA- и BB-генотипов по многоплодию на 2,86 и 1,27 гол., массе гнезда поросят при рождении – 3,5 и 1,71 кг, крупноплодности – 0,03 кг, количеству поросят при отъёме – 2,25 и 1,3 гол.

Наивысшая сохранность поросят к отъёму (98,99%) наблюдалась у AA-маток (против 95,39% у AB и 94,54% у BB свиней), кроме этого, у них не было мертвых поросят при рождении (в отличие от животных генотипа AB – 0,06 гол. и BB – 0,13 гол.). По всем остальным показателям они характеризовались низшей продуктивностью.

Свиноматки BB-генотипа занимали промежуточное положение, но ощутимо превосходили AA-маток по многоплодию на 1,53 гол., массе гнезда поросят при рождении – на 1,79 кг и количеству поросят при отъёме – на 1,05 гол. Крупноплодность у BB- и AA-маток была одинаковая – 1,12 кг.

Согласно М.А. Леоновой с соавторами, ген FSHb кодирует строение фолликулостимулирующего гормона. Изменение аминокислотной

последовательности гормона связано с изменением его функциональных особенностей, которые прослеживаются однотипно у свиней вне зависимости от породы или линии. Закрепление «желательного» генотипа BB в популяции способствует повышению у свиноматок воспроизводительных качеств [13].

В тоже время в одном из опытов А.Ю. Колосова, М.А. Леоновой, Л.В. Гетманцевой на свиньях крупной белой породы по гену FSHb достоверных различий по воспроизводительным качествам между животными с разными генотипами выявлено не было [7].

Выводы. Среди исследованных животных частота аллелей и генотипов составила: по гену ESR P_A = 0,7083, P_B = 0,2917, AA-генотип – 41,67%, AB – 58,33%, особей генотипа BB не выявлено; по гену PRLR P_A = 0,4583, P_B = 0,5417, генотип AA=25%, AB=41,67% и BB=33,33%; по гену FSHb P_A = 0,4583, P_B = 0,5417, генотип AA – 16,67%, AB – 37,50%, BB – 45,83%. Наиболее желательными для использования в воспроизводстве являются свиноматки генотипов: AB – по гену ESR; BB – по гену PRLR; AB и BB – по гену FSHb.

Матки BB-генотипа по гену FSHb занимали промежуточное положение по продуктивности, однако они существенно превосходили AA-маток (FSHb-ген) по многоплодию на 1,53 гол., массе гнезда поросят при рождении – на 1,79 кг и количеству поросят при отъёме – на 1,05 гол. Поэтому их тоже можно рекомендовать для воспроизводства.

Результаты, полученные нами и другими авторами, разумеется, требуют подтверждения на большем количестве животных, но уже сейчас можно говорить о целесообразности применения ДНК-генотипирования хряков и маток по генам ESR, PRLR, FSHb для проведения селекции, направленной на улучшение репродуктивных качеств. Вне зависимости от вида продуктивности свиней, будь то откормочная, мясная или воспроизводительная, классические методы селекции неспособны обеспечить конкурентоспособность отечественных животных на мировом рынке. Поэтому необходимо широкое внедрение ДНК-технологий в селекционную практику свиноводства.

Необходимо и дальше продолжать исследования по поиску маркерных генов для включения их в систему направленного отбора свиней. Использование генотипирования животных по генам, связанным с хозяйственно-полезными качествами, позволит значительно ускорить селекционный прогресс, сократить сроки, стоимость и повысить точность оценки племенных качеств свиней.

Список литературы

- 1 Промышленное скрещивание и гибридизация в свиноводстве: монография / Г.В. Максимов [и др.]. Персиановский: ДонГАУ, 2016. 240 с.
- 2 Немиров В.А. Гематологические показатели и воспроизводительная способность свиней разного генотипа // Вестник Курганской ГСХА. 2015. № 3 (15). С. 31-34.
- 3 Плясунов Е.Д., Матросова Ю.В. Влияние генотипа на воспроизводительные качества свиноматок и показатели роста поросят // Вестник Курганской ГСХА. 2020. № 1 (33). С. 45-47.
- 4 Габидулин В.М., Алимова С.А., Тюлебаев С.Д. Современные методы эффективного использования генофонда абердин-ангусского скота австрийской селекции с использованием ДНК-маркеров // Вестник Курганской ГСХА. 2017. № 2 (22). С. 28-30.
- 5 Зиновьева Н.А. ДНК-технологии в свиноводстве // Главный зоотехник. 2010. № 10. С. 12-14.
- 6 Курносова О.В., Максимов Г.В., Максимов А.Г. ДНК-маркеры продуктивности свиноматок // Свиноводство. 2019. № 3. С. 45-48.
- 7 Колосов А.Ю., Леонова М.А., Гетманцева Л.В. Создание панели генетических маркеров для селекции по воспроизводительному фитнесу свиней крупной белой породы // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2017. № 6 (61). С. 64-68.
- 8 Оценка силы статистического влияния полиморфизма гена ESR1 на воспроизводительные признаки свиней / А.Ю. Колосов [и др.] // Аграрный вестник Урала. 2016. № 2 (144). С. 17-19.
- 9 Пищелка Е.В. Взаимосвязь полиморфизма гена эстрагенового рецептора (ESR) с репродуктивными качествами свиноматок белорусской крупной белой породы // Зоотехническая наука Беларуси. 2017. Т. 52. № 1. С. 111-118.
- 10 Калашникова Л.А., Лаломова Е.В. Полиморфизм свиней по генам эстрагенового и пролактинового рецепторов // Зоотехния. 2009. № 12. С. 5-6.
- 11 Черкаева Е.А. Сравнительная оценка генотипа свиней разными методами // Селекция, кормление, содержание сельскохозяйственных животных и технология производства продуктов животноводства: сборник. Лесные поляны: Всероссийский НИИ племенного дела, 2009. Вып. 22. С. 73-75.
- 12 Породная дифференциация желательных генотипов гена PRLR у свиней / А.И. Клименко [и др.] // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2017. Т. 47. № 4. С. 32-37.
- 13 Перспективные гены-маркеры продуктивности сельскохозяйственных животных / М.А. Леонова [и др.] // Молодой ученый. 2013. № 12 (59). С. 612-614.

List of references

- 1 Industrial crossing and hybridization in pig breeding: monograph / G.V. Maximov [et al.]. Persianovsky: DonGAU, 2016. 240 p.
- 2 Nemirov V.A. Hematological indicators and reproducibility of pigs of different genotype // Vestnik Kurganskoy GSKhA. 2015. № 3 (15). Pp. 31-34.
- 3 Plyasunov E.D., Matrosova Yu.V. The influence of the genotype on the reproducing qualities of sows and the growth indicators of piglets // Vestnik Kurganskoy GSKhA. 2020. № 1 (33). Pp. 45-47.
- 4 Gabidulin V.M., Alimova S.A., Tulebaev S.D. Modern methods for the effective use of the gene pool of Aberdeen-Angus cattle of Austrian breeding using DNA markers // Vestnik Kurganskoy GSKhA. 2017. № 2 (22). Pp. 28-30.
- 5 Zinovieva N.A. DNA technology in pig breeding // Glavnyi zootekhnik. 2010. № 10. Pp. 12-14.
- 6 Kurnosova O.V., Maximov G.V., Maximov A.G. DNA markers of sow productivity // Pig-breeding. 2019. № 3. Pp. 45-48.
- 7 Kolosov A.Yu., Leonova M.A., Getmantseva L.V. Creation of a panel of genetic markers for selection by reproductive fitness of pigs of a large white breed // Agricultural Science Euro-North-East. 2017. № 6 (61). Pp. 64-68.
- 8 Assessment of the strength of the statistical influence of the polymorphism of the ESR1 gene on the reproductive signs of pigs / A.Yu. Kolosov [et al.] // Agricultural Bulletin of the Ural. 2016. № 2 (144). Pp. 17-19.
- 9 Pischelka E.V. Relationship of the polymorphism of the estragen receptor gene (ESR) with the reproductive qualities of sows of the Belarusian large white breed // Zootechnical Science of Belarus. 2017. Vol. 52. № 1. Pp. 111-118.
- 10 Kalashnikova L.A., Lalomova E.V. Polymorphism of pigs by the genes of the estragen and prolactin receptors // Zootechniya. 2009. № 12. Pp. 5-6.
- 11 Cherekaeva E.A. Comparative assessment of the genotype of pigs by various methods // Selection, feeding, content of farm animals and technology for the production of livestock products: collection. Forest glades: All-Russian Research Institute of Tribal Affairs, 2009. Issue 22. Pp. 73-75.
- 12 Breed differentiation of desirable genotypes of the PRLR gene in pigs / A.I. Klimenko [et al.] // Siberian Herald of Agricultural Science. 2017. Vol. 47. № 4. Pp. 32-37.
- 13 Promising genes-markers of agricultural animal productivity / M.A. Leonova [et al.] // Young scientist. 2013. № 12 (59). Pp. 612-614.