

Животноводство

УДК 636.4.033

DOI:10.31857/S2500262720040110

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕЛЕКЦИОННЫХ ИНДЕКСОВ В РАЗНЫХ СИСТЕМАХ
РАЗВЕДЕНИЯ СВИНЕЙ МАТЕРИНСКИХ ПОРОД***

Е.Е. Мельникова, кандидат сельскохозяйственных наук, **С.А. Никитин**,
А.В. Кабанов, кандидат физико-математических наук, **А.А. Сермягин**, кандидат сельскохозяйственных наук,
С.Н. Харитонов, доктор сельскохозяйственных наук, **Н.А. Зиновьева**, академик РАН

*Федеральный научный центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста,
142132, Московская область, Дубровицы, 60
E-mail: melnikovae@vij.ru*

Цель настоящего исследования заключалась в анализе эффективности селекции свиней материнских пород на основе их индексных оценок по комплексу признаков. Использованы базы данных фенотипов свиней крупной белой породы (n=23753) по воспроизводительным качествам (результаты опоросов), а также мясным и откормочным качествам потомков (n=34866) поголовья животных ООО «Селекционно-гибридный центр» (Воронежская обл., п. Верхняя Хава). В ходе работы были определены экономические значения признаков воспроизводства, мясных и откормочных качеств, рассчитаны их коэффициенты наследуемости. В результате исследования разработаны уравнения селекционных индексов племенной ценности животных: индекс продуктивности (SI₁) и общий индекс (SI₂) для комплексной оценки поголовья и последующего отбора особей для получения чистопородного или помесного потомства. Рекомендуется использовать индексные оценки на основе SI₁ для отбора свиноматок и хряков в рамках чистопородного разведения, и на основе SI₂ – для свиноматок, предназначенных для получения помесных ремонтных свинок F1.

**SELECTION INDICES USING IN DIFFERENT BREEDING SYSTEMS
OF MATERNAL PIG BREEDS**

Melnikova E.E., Nikitin S.A., Kabanov A.V., Sermyagin A.A., Kharitonov S.N., Zinovieva N.A.

*Federal Science Center for Animal Husbandry,
142132, Moskovskaya oblast, Dubrovitsy, 60
E-mail: melnikovae@vij.ru*

The purpose of this study was to evaluate the effectiveness of breeding maternal pig breeds based on their index scores for a set of characteristics. The study was conducted on the basis of a dataset of large white pigs phenotypes (n =23753) for reproductive traits (results of farrowing), as well as meat and fattening offspring qualities (n=34866), on the sample of animals belonging to ООО «SGC» (Voronezh region, Verkhnyaya Khava). The economic values of reproduction traits, meat and fattening qualities of pigs were determined, and the heritability coefficients of these traits were calculated in this study. As a result of the research, the equations of breeding indices of breeding value of animals (productivity index (SI₁) and General index (SI₂)) were developed for a comprehensive assessment of pigs and subsequent selection of individuals to obtain purebred or crossbred offspring. It is recommended to use SI₁-based index scores for selection of sows and boars in purebred breeding, and SI₂-based scores for sows intended for cross-breeding F1 replacement gilts.

Ключевые слова: свиньи, крупная белая порода, продуктивные признаки, наследуемость, селекционный индекс

Key words: pigs, Large White breed, productivity traits, heritability, selection index

Вопросам повышения рентабельности свиноводства во всем мире уделяется значительное внимание. В селекционные программы разведения свиней материнских пород включаются все новые показатели, проводятся исследования по оценке их экономической значимости, взаимосвязи с традиционными селекционными индикаторами, осуществляется поиск ДНК-маркеров, влияющих на их проявление [1-3]. Для получения оптимальной скорости генетического прогресса очень важно понимать направление и силу взаимосвязей между селекционными признаками, чтобы иметь возможность прогнозировать изменения в следующих поколениях по всему комплексу экономически значимых показателей и управлять этим процессом [1, 4, 5].

В недавнем прошлом отбор животных в материнских породах и линиях осуществлялся в основном в направлении повышения многоплодия свиней, однако доказано, что такой подход сопряжен с ростом числа мертворожденных или погибших в первые дни после

рождения поросят [4, 6, 7]. По данным К. Alves с соавторами (2018) скорость роста поросят в раннем возрасте сильно взаимосвязана с их массой при рождении. В работе доказывается, что индивидуальный вес поросенка при рождении значимо коррелирует с сохранностью и особенностями поведения. Высокая генетическая взаимосвязь выявлена между массой поросят при рождении, отъемным весом и скороспелостью [8], сохранностью при рождении, до отъема и общей сохранностью [9], в связи с чем предлагается рассматривать показатель индивидуальной массы поросят при рождении как один из селекционных признаков, включая оценку по нему в селекционные программы [8, 10]. В настоящее время, за редким исключением, племенные свиноводческие комплексы не регистрируют индивидуальную живую массу каждого рожденного поросенка, ограничиваясь взвешиванием всего гнезда. Ряд авторов [1, 4, 9, 11] подтверждает, что гибель поросят при рождении должна расцениваться как значимые экономические потери, по-

* Исследования выполнены в рамках государственного задания Минобрнауки России, тема: АААА-А19-119052190018-3

этому проводятся исследования по выявлению фиксированных факторов и генетических эффектов, влияющих на сохранность поросят, с целью разработки оптимальных моделей для оценки свиноматок по сохранности потомства при рождении и перед отъемом [9]. Взаимосвязь мясных и откормочных показателей свинок с их последующей продуктивностью в отношении количества живых рожденных поросят, полученных за первый и все опоросы, с признаками долголетия свиноматок исследовалась М. Sobczynska с соавторами (2013) на популяциях свиней пород крупная белая и ландрас [12]. Все это подтверждает важность поиска новых индикаторов, позволяющих достичь баланса между увеличением работ по сбору первичных данных в условиях племенных ферм и необходимостью использования этих параметров для эффективного ведения селекции.

Важным аспектом проведения комплексной оценки племенной ценности свиней материнских пород является то, что для разных пород (и даже разных популяций в рамках одной породы) структуры уравнений селекционного индекса, и тем более, весовые коэффициенты признаков в них, будут различаться [5, 11]. Так, для организации, занятой получением чистопородного племенного молодняка, структура индексного уравнения должна будет включать весь перечень селекционных признаков. В то время как племенные центры, использующие схемы получения помесных свинок (F1), вынуждены будут разделять селекцию свиней в рамках чистопородного и помесного воспроизводства.

В связи с этим, наше исследование имело целью разработку уравнения селекционного индекса племенной ценности по комплексу признаков, имеющих наибольший экономический вес, при разведении свиней материнских пород в рамках селекционно-гибридного центра, направленного на производство и чистопородного, и помесного молодняка.

Методика. Материалом исследования послужили данные первичного учета по признакам «количество живых рожденных поросят» (NBA), «вес гнезда при рождении» (BW), «вес гнезда при отъеме» (WW), «количество всех рожденных поросят» (TNB), «количество мертворожденных» (Stb), «сохранность поросят при рождении» (Sf), «скороспелость потомства» (возраст достижения 100 кг живой массы) ($Age100_{off}$) и «толщина шпика у потомства» над 6-7 грудными позвонками ($BF1_{off}$) у свиней крупной белой породы, разводимых в ООО «Селекционно-гибридный центр» (Воронежская обл., п. Верхняя Хава). Были проанализированы результаты опоросов свиноматок в период с 2008 по 2018 гг., общее число наблюдений составило 23753 записи, относящиеся к 7726 свиноматкам, имеющих в среднем 3,07 опороса. Оценку мясных и откормочных качеств потомков проводили на основе данных о фенотипах по этим признакам ($n=34866$), толщину шпика у свиней измеряли специалисты хозяйства с помощью УЗИ-сканера. Экономические веса признаков были рассчитаны на данных бухгалтерской отчетности организации. Признак «сохранность поросят» определяли как отношение NBA к TNB.

Оценку племенной ценности свиноматок и хряков-отцов (EBV) осуществляли на основе метода BLUP AM с привлечением информации о предках животных и учетом постоянных средовых эффектов (pe) в модели [13]. Оценку генетических вариантов и ковариант признаков проводили на данных, включающих результаты только первого опороса, по методу REML на основе процедуры Multi-trait в программе REMLF90 [14].

Результаты и обсуждение. При разведении чистопородного поголовья свиней на предприятиях, исполь-

зующих схемы получения межпородных помесей, существуют определенные различия в оценке племенного поголовья (и маток, и хряков), предназначенного для получения чистопородного или помесного потомства. Основные селекционные признаки для животных крупной белой породы – это показатели воспроизводства: NBA (или TNB), BW, NW, WW. В последнее время все большую значимость приобретает показатель сохранности поросят при рождении (Sf) и при отъеме, характеризующие одновременно и жизнеспособность потомства, и выровненность гнезда, и, отчасти, темперамент свиноматки.

К чистопородным свиноматкам, используемым для получения помесных свинок, наряду с уже перечисленными признаками, предъявляются требования по показателям скороспелости их потомства. То есть после отбора свиноматок для получения чистопородного ремонтного молодняка среди оставшихся первоопоросок и переоцененных взрослых свиноматок выбирают тех, которые характеризуются наиболее высокими показателями мясных и откормочных качеств потомства, для производства помесных свинок F1.

В исследовании были разработаны уравнения смешанных моделей, включающие фиксированные факторы, значимо влияющие на изменчивость признаков (NBA, TNB, Stb, Sf, BW), и произведен расчет оценок племенной ценности (EBV) свиней в выборке по формуле:

$$y = \mu + FYM + b_1 Par + animal + pe + e,$$

где y – вектор фенотипических показателей по признаку; FYM – классификационный фактор ферма-год-месяц опороса; Par – фиксированный эффект номера опороса свиноматки; animal – случайный эффект животного; pe – случайный эффект постоянно действующих факторов среды; e – остаточные эффекты модели; b_1 – коэффициент линейной регрессии.

Для признака WW:

$$y = \mu + FYM + b_1 Par + b_2 PLP + animal + pe + e,$$

где PLP – регрессионный фактор продолжительности подсосного периода; b_1 и b_2 – коэффициенты линейной регрессии.

Для признаков скороспелости и откормочных качеств ($Age100_{off}$ и $BF1_{off}$):

$$y = \mu + FYM + Sex + b_3 W + animal + e,$$

где Sex – классификационный фактор «пол животного», b_3 – коэффициент линейной регрессии признака на живую массу животного, W – регрессионный фактор «вес животного».

В ходе исследования были определены коэффициенты наследуемости. Признаки воспроизводства у свиней характеризовались относительно невысокой наследуемостью ($h^2=0,111-0,134$ для NBA, TNB, BW, Stb, Sf и $0,03$ для WW), что подтверждает их значительную обусловленность средовыми факторами. Это согласуется с результатами многих аналогичных исследований [1, 5, 9, 11, 15]. Для признаков скороспелости и толщины шпика h^2 составил $0,332$ и $0,410$ соответственно.

Один из лимитирующих факторов при оценке генетических параметров популяций по признакам воспроизводства и при разработке индексов племенной ценности свиней заключается в том, что большая часть селекционных признаков, оцениваемых для материнских пород, является низко наследуемыми ($h^2 < 0,2$), ха-

Табл. 1. Показатели генетической изменчивости и взаимосвязи анализируемых признаков в оцениваемой выборке*

Признак	BF1	Age100	NBA	Sf	WW
BF1 _{off}	3,177				
Age100 _{off}	-0,12	23,15			
NBA	0,00	+0,02	5,579		
Sf	+0,02	0,00	+0,22	0,003	
WW	-0,01	0,00	-0,03	0,00	2,634

*Генетические варианты признаков – на диагонали, генетические коэффициенты корреляции признаков – ниже диагонали

рактически незначительный ожидаемый эффект селекции по каждому из них. Однако даже незначительный сдвиг генетических качеств особей в сторону повышения потенциала по таким признакам должен приветствоваться [1, 5, 7].

Первым этапом при определении весовых коэффициентов в общем уравнении индекса служит расчет уровней фенотипической и генетической изменчивости и взаимосвязи тех признаков, которые включаются в структуру разрабатываемого уравнения. Так, в нашем исследовании в комплекс основных селекционных признаков вошли NBA, Sf, WW – для оценки племенной ценности свиноматок, включенных в программу селекции на получение генетического прогресса в чистопородном поголовье, а также BF1_{off}, Age100_{off} – для животных, задействованных в схеме получения межпородных помесей F1. Для определения вклада каждого признака в общую оценку были рассчитаны значения фенотипических и генетических вариантов и коварианс признаков, а также показатели генетической взаимозависимости (коэффициенты корреляции) между ними (табл. 1).

Экономические значения для ряда материнских признаков у свиней отражают изменение прибыли на единицу изменения каждого признака, то есть являются коэффициентами регрессии прибыли на признак. Экономическое значение признака «количество живых рожденных поросят» (ЭЗ_{NBA}), характеризующее увеличение прибыли при получении одного дополнительного поросенка, рожденного живым, было рассчитано следующим образом:

$$\text{ЭЗ}_{NBA} = \text{ОЗС} / \text{ОКП},$$

где ОЗС – общие затраты на свиноматку в год, руб.; ОКП – общее количество живых рожденных поросят на свиноматку в год, гол.

Корректировка на повышение затрат из-за увеличения молочности свиноматки не могла быть произведена в связи с применяемой технологией в хозяйстве по пересортировке гнезд и выравниванию количества выкармливаемых ею поросят.

Экономический вес показателя «сохранность поросят при рождении» (ЭЗ_{Sf}) был рассчитан по формуле:

$$\text{ЭЗ}_{Sf} = 31П * \text{СКМП} + \text{ЗУМП} * \text{СКМП} / 1 - \text{ДМП},$$

где 31П – затраты на получение 1 поросенка, руб./гол.; СКМП – среднее количество мертворожденных поросят, гол.; ЗУМП – затраты на утилизацию мертворожденного поросенка, руб./гол.; ДМП – доля мертворожденных от числа живых рожденных поросят.

Потребность свиноматки в энергии во время беременности для производства одного поросенка по литературным данным [4] составляет 0,16 МДж обменной энергии. При 69% эффективности использования энергии корма [16], продолжительности беременности 114-115 дней, концентрации энергии в корме 11 МДж ОЭ и цене корма 65-70 руб. значение затрат на получение одного поросенка в среднем равно 175 руб. В хозяйстве принята система утилизации мертворожденных и умерших поросят посредством кремации, затраты на 1 кг составляют 62 руб. при средней массе мертворожденного поросенка 1 кг.

Экономическое значение показателя «молочность свиноматки», определяемого как масса гнезда выкармливаемых ею поросят в возрасте 21 день, было определено следующим образом. Были рассчитаны значения скорректированного веса гнезда при отъеме на основе уравнений регрессии. Корректировку проводили на продолжительность подсосного периода (b=2,836 кг/день) и на количество отнятых поросят (b=6,969 кг/гол.). На основе значений скорректированного показателя «молочность свиноматки» был рассчитан показатель «дней для достижения средней массы каждого поросенка 80 кг». Исходя из затрат (65 руб.) на содержание одного животного в конце периода доращивания до 100 кг, определили затраты на необходимый период времени для достижения требуемого веса. Был найден коэффициент линейной регрессии затрат (на время доращивания поросят) на молочность свиноматки. Коэффициент составил b= -51 руб./кг. Рассчитанные экономические веса признаков приведены в таблице 2.

Исходя из условий получения прибыли в хозяйстве за счет реализации туш свиней и реализации племенного молодняка была выбрана структура индексов: индекс продуктивности (SI₁): NBA, Sf, WW; общий индекс (SI₂): NBA, Sf, WW, Age100_{off}, BF1_{off}.

Для расчета общего индекса племенной ценности свиней необходимо было рассчитать экономические значения показателей мясных и откормочных качеств. Так, значение показателя BF1_{off} (ЭЗ_{BF1_{off}}), определяющего сорт туши, реализуемой для перерабатывающих предприятий, было рассчитано по формуле:

$$\text{ЭЗ}_{BF1_{off}} = \text{ЦТ1С} - \text{ЦТ3С} / \text{ABF1} - \text{ABF3},$$

где ЦТ1С – цена туши 1 сорта, руб./шт.; ЦТ3С – цена туши 3 сорта, руб./шт.; ABF1 – средняя толщина шпика в тушах 1 сорта, мм; ABF3 – средняя толщина шпика в тушах 3 сорта, мм.

Цена за 1 кг туши 1 сорта средней массой 80 кг и толщиной шпика до 30 мм составляет 160 руб., в то

Табл. 2. Экономическое значение признаков в расчете на единицу измерения и на генетическое стандартное отклонение

Признак	Экономическое значение	
	на единицу измерения	на 1 σ _г *
NBA, гол.	1712	4040,3
Sf, %	3200	192
WW, кг	51	82,6
BF1 _{off} , мм	320	569,6
Age100 _{off} , дн.	780	3751,8

*σ_г – генетическое стандартное отклонение.

Табл. 3. Средние показатели племенной ценности групп свиноматок и хряков по комплексу (SI₁ и SI₂) и отдельным признакам (EBV)

EBV по признакам	Отобранная группа					
	свиноматки				хряки	
	10% лучших по SI ₁	50% лучших по SI ₁	лучшие по SI ₂ после отбора по SI ₁ (SI ₂ > 0)	кандидаты на выбраковку (SI ₂ < 0)	все	10% лучших по SI ₁
n, гол.	346	1643	156	1016	206	21
NBA	+1,40	+0,59	-0,17	-0,64	0,00	+1,95
BW	+1,38	+0,65	+0,03	-0,49	0,00	+1,89
Stb	-0,07	-0,09	+0,01	-0,09	0,00	-0,06
TNB	+1,24	+0,45	-0,18	-0,75	-0,01	+1,85
Sf	+0,01	+0,01	0,00	+0,01	0,00	+0,01
WW	+0,01	+0,11	-0,01	+0,18	-0,01	+0,27
BF1 _{off}	-0,12	-0,14	-1,49	+0,03	-0,03	+0,39
Age100 _{off}	-0,54	-0,44	-0,28	-0,97	-0,02	+0,88
SI ₁	+4334,0	+1839,9	-537,6	-1966,4	-1,37	+6210,6
SI ₂	+4438,5	+2066,0	+492,6	-1967,6	-	-

время как для туши 3 сорта с толщиной шпика 40 мм и более – 120 руб. Таким образом, экономический вес признака «ЭЗ_ BF1_{off}» составил 320 руб./мм. За экономическое значение признака «скороспелость» были взяты затраты на содержание 1 гнезда (в среднем 12 поросят) в конце периода откорма, которые составляли 780 руб. (65 руб./сут.*12 гол.).

Итоговое уравнение селекционного индекса продуктивности SI₁:

$$SI_1 = 3091,5NBA + 1583,2Sf + 8,4WW$$

Индекс продуктивности предназначен для оценки хряков-производителей и маточного поголовья свиней с целью отбора лучших особей для производства следующей генерации чистопородных животных.

Общий индекс, разработанный для оценки и отбора свиноматок для получения помесных свинок F1, имел вид:

$$SI_2 = 3082,3NBA + 1585,9Sf + 10,2WW - 11,2Age100_{off} - 690,2BF1_{off}$$

На основе уравнений была проведена оценка маточного поголовья 2015-2018 гг. рождения (2815 свиноматок по собственной продуктивности и потомству, средняя достоверность оценок (Rel) – 46,6%) и хряков (206 голов, со средней достоверностью 47,7%, в том числе 81 хряк с достоверностью оценки Rel > 60%) основного стада (табл. 3). Выборка была сформирована для животных, которые, вероятно, еще находятся в стаде, поскольку в массиве данных отсутствует информация о выбытии.

В свиноводстве совершенствование разводимого поголовья в более равномерном соотношении, по сравнению, например, с молочным скотоводством, обуславливается как качеством хряков-производителей, так и генетической ценностью свиноматок. Это подтверждают средние значения EBV и SI_(1и2) в этих группах. Обращает на себя внимание тот факт, что лучшие по индексным оценкам группы особей (и хряки, и свиноматки) характеризуются не только лучшими средними показателями

по признакам, включенным в уравнение, но и по коррелирующим с ними (Stb, TNB). По признакам BF1_{off} и Age100_{off} лидирующие группы особой характеризуются далеко не лучшими показателями, что подтверждает случайный характер отбора животных по этим признакам (при селекции на основе SI₁), и свидетельствует о незначительной, возможно отрицательной, взаимосвязи этих групп показателей.

В нашем исследовании были проанализированы взаимосвязи признаков собственной мясной и откормочной продуктивности свиноматок и их воспроизводительных качеств по результатам первого опороса. Генетическая корреляция между признаками «скороспелость» и «возраст первого опороса» составила r = +0,181, что свидетельствует о том, что наиболее скороспелые свинки, как правило, являются и наиболее скороспелыми в отношении воспроизводства, то есть имеют в среднем более ранний возраст первого опороса. Анализ показателей откормочной продуктивности свинок в возрасте достижения ими 100 кг живой массы (толщина шпика и глубина мышцы) показали невысокий уровень сопряженности с изменчивостью признака NBA по результатам первого опороса (r = -0,10...+0,10), подтверждая высказанную ранее гипотезу, а также согласуясь с исследованиями Sobczynska M. С соавторами [12].

Анализируя структуру исследуемого поголовья, важно отметить, что от группы лучших по SI₁ свиноматок было получено 328 дочерей, что составило примерно 20% от всех отобранных потомков. От группы лучших хряков в основное стадо было переведено 596 дочерей (8,5% от всех оцениваемых), среднее количество потомков составило 28,4 дочери от одного хряка (при среднем количестве по всем производителям – 34 гол.), что характеризует менее интенсивное использование этих животных в процессе воспроизводства. Приведенные значения свидетельствуют о нерациональной организации системы подбора генетических ресурсов, что связано с применением недостаточно объективных селекционных критериев.

На основе полученных результатов рекомендуется для повышения эффективности мероприятий по отбору

свиноматок и хряков использовать их оценки племенной ценности, объединенные на основе метода построения селекционного индекса в комплексный показатель, учитывающий «вес» каждого признака и позволяющий ранжировать поголовье в соответствии с целями селекции. Для корректировки экономических весовых коэффициентов каждого признака и самой структуры селекционного индекса необходимо обладать подробной и объективной информацией об особенностях технологического процесса в хозяйстве, основных затратах и источниках прибыли, проанализировать пути повышения рентабельности производства, учитывать условия реализации как товарной, так и племенной продукции. Ввиду наличия нежелательных генетических взаимосвязей между признаками мясной и откормочной продуктивности с показателями воспроизводительных качеств свиней крупной белой породы, при отборе особей для получения чистопородного потомства структуру селекционного индекса целесообразно ограничить исключительно признаками, характеризующими продуктивность свиноматок (воспроизводительные качества). В тоже время для отбора животных на получение помесных свинок F1 в индексной оценке следует учитывать и показатели мясных и откормочных качеств потомства.

Литература

- Munoz M., Rodriguez M. C., Garcia-Cortes L. A., Gonzalez A., Garcia-Casco J. M., Silio L. Direct and maternal additive effects are not the main determinants of Iberian piglet perinatal mortality // *J. Animal Breeding and Genetics*. – 2017. – №134(6) – P. 512-519.
- Костюнина О.В., Мельникова Е.Е., Форнара М.С., Бардуков Н.В., Сермягин А.А., Врем Г., Зиновьева Н.А. Ассоциации полиморфизма WUR10000125 с мясными, откормочными и воспроизводительными качествами у свиней пород ландрас и крупная белая // *Сельскохозяйственная биология*. – 2019. – Т.54 (4). – С. 713-722.
- Мельникова Е.Е., Бардуков Н.В., Форнара М.С., Костюнина О.В., Сермягин А.А., Врем Г., Зиновьева Н.А. Влияние генотипов по днк-маркерам на воспроизводительные качества свиней пород крупная белая и ландрас // *Сельскохозяйственная биология*. – 2019. – Т.54 (2). – С. 227-238.
- Amer P.R., Ludemann C.I., Hermes S. Economic weights for maternal traits of sows, including sow longevity // *J. Anim. Sci.* – 2014. – №92(12) – P.5345-5357.
- Мельникова Е.Е., Сермягин А.А., Харитонов С.Н., Конте А.Ф., Требунских Е.А., Зиновьева Н.А. Выбор селекционных критериев для определения комплексной племенной ценности свиней крупной белой породы в условиях закрытой популяции // *Свиноводство*. – 2019. – №1. – С. 13-17.
- Pfeiffer C., Schodl K., Fuerst-Walltl B., Willam A., Leeb C., Winckler C. Developing an optimized breeding goal for Austrian maternal pig breeds using a participatory approach // *J. Central European Agriculture*. – 2018. – №19(4). – P. 858-864.
- Мельникова Е.Е. Оценка влияния генетических и средовых факторов на проявление многоплодия и сохранности поросят при рождении у свиней крупной белой породы // *Современные проблемы в животноводстве: состояние, решения, перспективы: Материалы всероссийской научно-практической конференции*. – Краснодар, Краснодарский ЦНТИ филиал ФГБУ «РЭА» Минэнерго России, 2019. – С. 161-169.
- Alves K., Schenkel F.S., Brito L.F., Robinson A. Estimation of direct and maternal genetic parameters for individual birth weight, weaning weight, and probe weight in Yorkshire and Landrace pigs // *J. Anim. Sci.* – 2018. – №96(7) – P.2567-2578.
- Knol E.F., Ducro B.J., van Arendonk J.A.M., van der Lende T. Direct, maternal and nurse sow genetic effects on farrowing-, pre-weaning- and piglet survival // *Livestock Production Science*. – 2002. – №73. – P. 153-164.
- Arango J., Misztal I., Tsuruta S., Culbertson M., Holl J.W., Herring W. Genetic study of individual preweaning mortality and birth weight in Large White piglets using threshold-linear models // *Livestock Science*. – 2006. – №101(1-3). – P. 208-218.
- Cheng J., Newcomm D.W., Schultz M.M. Evaluation of Current US Swine Selection Indexes and Indexes Designed for Chinese Pork Production // *J. Anim. Sci.* – 2018. – Vol. 96. – Suppl. S2. – P. 11-12
- Sobczynska M., Blicharski T., Tyra M. Relationships between longevity, lifetime productivity, carcass traits and conformation in Polish maternal pig breeds // *J. Anim. Breed. Genet.* – 2013. – №11. – P.1-11.
- Mrode R.A. Linear models for the prediction of animal breeding values. 3rd Edition. – CABI, 2014. – 360 p.
- BLUPF90 Family of Programs [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://nce.ads.uga.edu/wiki/doku.php>
- Ye J., Tan C., Hu X., Wang A., Wu Z. Genetic parameters for reproductive traits at different parities in Large White pigs // *Journal of Animal Science*. – 2018. – №96(4). – P. 1215-1220.
- Нормы потребностей молочного скота и свиней в питательных веществах // Под ред. Некрасова Р.В., Головина А.В., Махаева Е.А. – М.: Российская академия наук, 2018. – 290 с.

Поступила в редакцию 22.04.20
 После доработки 27.04.20
 Принята к публикации 30.04.20