

Пути совершенствования генофонда свиней Российской Федерации

В.А. Бекенёв

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук, р.п. Краснообск, Новосибирская область, Россия

Проанализирована система племенной работы в свиноводстве нашей страны. Приведены научные и организационные факторы, определяющие улучшение породных и продуктивных качеств свиней. На основе обобщения многолетних экспериментальных данных, полученных автором в процессе создания новых селекционных достижений, обобщения практики селекционной работы, использования научных результатов мировой науки по генетике и селекции животных разработаны предложения по новой системе оценки, повышения генетического потенциала продуктивности животных. В частности, сделан критический анализ существующей инструкции по бонитировке свиней, линейного разведения, не отвечающего критериям реальности в систематике биологических объектов. Экспериментально обоснован положительный эффект разведения свиней в замкнутом режиме в виде «линии-популяции» с использованием таких генетических маркёров, как эритроцитарные антигены, эритроцитарные ферменты, липопротеины, позволяющих интенсифицировать селекционный процесс. При бонитировке свиней и разработке планов племенной работы со стадом предложено для оценки животных и прогнозирования продуктивности использовать селекционно-генетические параметры: коэффициенты наследуемости, фенотипические и генетические корреляции, селекционный дифференциал, селекционный эффект и др. Разработана система непрерывной балльной оценки каждого селекционируемого признака в отличие от интервальной классной, используемой в нашей стране в настоящее время. Предложена модель селекционного индекса, учитывающая селекционную и экономическую значимость каждого из его компонентов. Показаны теоретические пути и осуществлено экспериментальное доказательство сравнительно быстрого преобразования разводимых в России пород животных до продуктивности мирового уровня, в противовес постоянному импорту племенных животных.

Ключевые слова: свинья; порода; селекция; генофонд; наследуемость; оценка.

Ways to improve the gene pool of pigs of the Russian Federation

V.A. Bekenev

Siberian Federal Scientific Center of Agro-BioTechnologies, RAS, Krasnoobsk, Novosibirsk region, Russia

An analysis of the system of breeding work in the pig industry of our country has been carried out. The scientific and organizational factors that determine the improvement of breed and productive qualities of pigs have been analyzed. On the basis of many years of experimental data, selection practices obtained in the process of creating new breeding achievements, and using the scientific results of the world science on genetics and animal breeding, proposals have been developed for a new system for assessing and improving the genetic potential of animal productivity based on modern achievements in genetics. In particular, a critical analysis was performed on the existing instructions for boning pigs, linear breeding, which does not meet the criteria of reality in the systematization of biological objects. The positive effect of breeding pigs in a closed mode in the form of a "line-population", using such genetic markers as erythrocyte antigens, erythrocyte enzymes, lipoproteins, allowing intensification of the selection process, has been experimentally proved. When hogging pigs and developing breeding plans with a herd, it was proposed to use such selection and genetic parameters as heritability factors, phenotypic and genetic correlations, selective differential, selective effect, etc. for assessment of animals and prognostication of productivity. A system of continuous scoring of each selectable feature was developed, in contrast to the interval to the classes used in our country at the present time. A model of the selection index, taking into account the selection and economic significance of each of its components, has been proposed. Theoretical paths have been shown towards and experimental proof given to a relatively rapid transformation of breeds of animals bred in Russia to world-class productivity, as opposed to the constant import of breeding animals.

Key words: pig; breed; selection; gene pool; heritability; estimation.

КАК ЦИТИРОВАТЬ ЭТУ СТАТЬЮ:

Бекенёв В.А. Пути совершенствования генофонда свиней Российской Федерации. Вавиловский журнал генетики и селекции. 2018;22(8):912-921. DOI 10.18699/VJ18.433

HOW TO CITE THIS ARTICLE:

Bekenev V.A. Ways to improve the gene pool of pigs of the Russian Federation. Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Selektzii = Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2018;22(8):912-921. DOI 10.18699/VJ18.433 (in Russian)

Одним из главных факторов создания конкурентоспособного производства сельскохозяйственной продукции является улучшение генетического потенциала продуктивности животных и растений. Научные разработки, особенно по генетике и селекции, представляющие собой интеллектуальную собственность, становятся ключевым фактором для инновационного развития сельскохозяйственного производства. Система племенной работы в животноводстве должна быть организована так, чтобы в полной мере использовались современные научные методы селекции животных, инновационные технологии, позволяющие революционизировать сельскохозяйственное производство.

В нашей стране в течение XX в. выведены десятки пород и типов сельскохозяйственных животных разных видов. Первая культурная порода животных в Сибири – сибирская северная порода свиней – была выведена М.О. Симоном (1951), который, вплотную занимаясь свиноводством, оценил трудности акклиматизации крупной белой (английской) породы свиней в Сибири и наряду с акклиматизацией животных этой породы создал новую высокопродуктивную породу – сибирскую северную. Выведением новых пород достигалось не только повышение продуктивности, сохранялись также приспособительные качества животных к природным условиям Сибири, что позволило создать в России твердую племенную основу для дальнейшего совершенствования промышленного животноводства. Однако новые породы, как правило, не превосходили зарубежные по продуктивности и в течение последующей селекции снова отставали от их уровня. В результате наша страна постоянно импортирует животных разных пород из-за рубежа для «прилития крови» или воспроизводительного скрещивания, с целью повышения продуктивности своих пород, и завозит гибридов (птицеводство, свиноводство) для промышленного разведения. Особенно это проявляется в последние годы, когда осуществляется массовый импорт молочного и мясного скота, свиней, птицы. Такое состояние отечественного племенного животноводства может быть обусловлено, с одной стороны, недостаточным вниманием к чистопородному разведению – кропотливому труду, рассчитанному на десятилетия, призванному к совершенствованию генетического потенциала животных, и использованием устаревших теоретических подходов к вопросам селекции, а с другой – организационными факторами.

Организационные факторы по созданию, сохранению и использованию генетических ресурсов животных, выведению новых пород, типов, гибридов определяются Гражданским кодексом РФ (2004). Однако правовая охрана селекционных достижений в стране оказалась крайне недостаточной в отношении как редких пород, так и высокопродуктивных новых типов собственной селекции. Проводится массовый завоз племенных животных из других стран, где главными заказчиками и двигателями селекционного прогресса являются породные ассоциации, которые действуют в содружестве с селекционной наукой, при финансовой поддержке государства. При этом во главе угла находится совершенствование генетического потенциала животных.

Цель настоящей работы заключается в анализе системы племенной работы, научных и организационных факторов, определяющих улучшение породных и продуктивных качеств свиней в нашей стране, и в предложении методов повышения генетического потенциала продуктивности животных, создании новых селекционных достижений на основе многолетних экспериментальных материалов, полученных сотрудниками Сибирского научно-исследовательского и проектно-технологического института животноводства.

Материалы и методы

Работа выполнена на многолетнем материале племенных заводов Сибири в процессе создания трех типов свиней крупной белой породы – «Новосибирского» и «Ачинского» (Бекенёв и др., 1993, 2001a), «Катуньского» (Сахно, Кулигин, 2004), с учетом исследований по оценке ремонтного молодняка, отбору и подбору на основе индексной селекции, оценки производителей по качеству потомства при выведении чистогорской породы (Гришкова и др., 2008, 2015). Использованы материалы оценки племенных качеств свиней нескольких племенных хозяйств Сибири, на основе которых разработаны предложения для новой системы бонитировки животных, включающие коэффициенты наследуемости, селекционные индексы, генетические маркеры, геномную селекцию, а также непрерывную балльную оценку, экономическую значимость признаков и др.

Откормочные и мясные качества молодняка свиней за 4–5 поколений селекции представлены как среднее \pm стандартная ошибка среднего. Для попарного сравнения использовали критерий Стьюдента. Для всех случаев величина $p < 0.05$ считалась статистически значимой.

Результаты и обсуждение

Главными критериями селекции животных являются отбор и подбор, который проводится на основе комплексной оценки (бонитировка) их племенных и продуктивных качеств по собственной продуктивности и качеству потомства. Нормативным документом для оценки племенных и продуктивных качеств свиней в нашей стране является «Порядок и условия проведения бонитировки племенных свиней» (2009) с внесенными в него изменениями (Приказы Минсельхоза России № 431 от 17.11.2011 и № 540 от 30.10.2015).

При этом племенная ценность каждого животного рассчитывается практически без учета показателей продуктивности его родственников и без определения воздействия окружающей среды, как это предусмотрено, например, системой BLUP, используемой в большинстве стран с развитым животноводством для прогнозирования генетических качеств животных (Henderson, 1975). В системе селекции животных в течение многих лет упор делается на линейное разведение. При этом под линейной, как правило, подразумевается группа животных, объединенных одной и той же кличкой родоначальника по мужской стороне родословной. Согласно принятой систематике, в ведущей породе свиней – крупной белой – выделение животных в линии ведут по мужской стороне родословной, а в семей-

Table 1. The fattening and meat qualities of young pigs during 4–5 generations of selection (control fattening)

Evaluation year	Number of estimated animals, boars/progeny	Age of reaching 100 kg live weight, days	Average daily gain, g	Feed expenditure, kg feed units per 1 kg gain	Body length, cm	Back fat thickness at 6–7 dorsal vertebra, mm	Mass of the back third of the half-carcass, kg
1978	16/197	199 ± 2.50	668 ± 10	4.12 ± 0.07	93.5 ± 0.37	33.2 ± 0.56	10.3 ± 0.06
1985	28/352	182 ± 1.49	768 ± 10	3.68 ± 0.06	94.2 ± 0.36	31.6 ± 0.48	10.3 ± 0.07
1986	27/295	186 ± 1.25	746 ± 06	3.90 ± 0.04	94.3 ± 0.21	31.0 ± 0.29	10.7 ± 0.07
1987	28/365	178 ± 1.27	778 ± 11	3.86 ± 0.05	95.2 ± 0.30	30.0 ± 0.32	10.6 ± 0.04
1988	28/368	173 ± 0.94	826 ± 10	3.65 ± 0.04	95.1 ± 0.21	34.3 ± 2.19	10.5 ± 0.04
1989	27/360	168 ± 0.86	855 ± 13	3.60 ± 0.06	95.5 ± 0.28	35.6 ± 0.40	10.4 ± 0.04
1990	20/273	169 ± 1.54	864 ± 12	3.53 ± 0.04	96.3 ± 0.35	31.7 ± 0.05	10.5 ± 0.06
1991	23/284	171 ± 0.80	841 ± 10	3.60 ± 0.04	94.0 ± 0.23	34.3 ± 0.55	10.8 ± 0.11
1992	21/269	172 ± 1.54	859 ± 12	3.64 ± 0.06	93.6 ± 0.18	32.2 ± 0.42	10.2 ± 0.08

ства – по женской. Такой подход используют в племенной работе со стадами различные племенные хозяйства в течение многих поколений: по генеалогическому принципу заносят животных в Госплемкнигу, проводят отбор и подбор, анализируют сочетаемость животных. Между тем система подразделения на линии и семейства, когда животных одного семейства относят к разным линиям, а линия включает животных разных семейств, не отвечает критериям реальности в систематике биологических объектов (Любищев, 1982).

В специально поставленном эксперименте нами проведено сравнение двух ведущих генеалогических линий свиней крупной белой породы (Самсон и Драчун) и трех самых крупных семейств (Волшебница, Гвоздика и Реклама) в двух племенных заводах – «Катунь» Алтайского края и «Большевик» Новосибирской области. Оказалось, что многоплодие, молочность свиноматок, численность поросят и масса гнезда при отъеме практически не зависят от принадлежности к той или иной линии или семейству. Разница между линиями и между семействами в одном и том же стаде оказалась значительно меньше, чем между ними в разных стадах. Отсутствие специфичности этих генеалогических линий подтвердилось и при анализе их по частоте встречаемости эритроцитарных антигенов крови. То есть разные линии оказались более сходными между собой по продуктивности и генотипическим признакам, чем представители одних и тех же линий в разных стадах. Такое представление о линии как о генетически дискретной популяции мешает объективному отбору особей для ремонта стада, поскольку численность лучших животных неодинаково распределена между линиями. Следовательно, лучшая консолидация наследственных качеств в потомстве может быть обеспечена не столько внутрилинейным подбором, сколько подбором по признакам продуктивности или по генетическим маркерам. Погоня за обязательным сохранением структуры стада по линиям, несмотря на пониженную продуктивность животных в некоторых из них, ведет к уменьшению селекционного дифференциала и снижению селекционного эффекта. Расчеты показывают, что структурной единицей породы должна быть линия-популяция, имеющая численность, достаточную для разведения «в себе», без вынужденно-

го инбридинга в течение трех-четырех поколений, т. е. имеющая 80–100 основных свиноматок. В такой линии-популяции легче отобрать самых лучших особей и тем самым повысить селекционный дифференциал.

Четкое представление понятий о структурных единицах породы позволит интенсифицировать селекционный процесс, усилить эффективность межлинейных и межпородных спариваний в промышленном животноводстве.

Многолетние эксперименты, проведенные нами по селекции свиней крупной белой породы, в которых основной структурной единицей породы была линия-популяция, подтвердили высокую эффективность такой селекции. При этом молодняк для ремонта стада отбирали от лучших по продуктивности (особенно по скороспелости) родителей, невзирая на принадлежность к той или иной генеалогической линии. Подбор пар для спаривания осуществлялся по принципу «лучшее с лучшим дает лучшее», использовавшимся при выведении различных пород выдающимися селекционерами. Гомогенный подбор по генеалогическим линиям носил второстепенный характер, в основном для лучшей ориентировки в стаде. При отборе и подборе учитывали также состав эритроцитарных антигенов, эритроцитарных ферментов, липопротеинов. Работу выполняли по одним и тем же принципам на двух стадах одного и того же племенного хозяйства, причем никакого ввода свиней из одной из фермы в другую и, тем более, из других племенных хозяйств в течение 12 лет не допускалось. То есть осуществлялась селекция в замкнутых изолированных популяциях.

Весь ремонтный молодняк оценивался по собственной продуктивности, хряки и матки – методом контрольного откорма потомства на стандартном комбикорме. Особое внимание уделялось обеспечению животных всеми питательными веществами, особенно протеином, лизином, макро- и микроэлементами, витаминами. Так, из табл. 1 видно, что показатели скороспелости, среднесуточного прироста, оплаты корма значительно улучшились.

Если в начале работы скороспелость молодняка составляла 199 дней, а через 4 года – 182 дня ($p < 0.001$), то через 12 лет, или четыре поколения, этот показатель достиг 169 дней, улучшившись на 30 дней ($p < 0.001$). Среднесуточный прирост животных увеличился почти на

200 г ($p < 0.001$) и составил 864 г, т. е. превзошел практически все стада этой породы в стране и достиг уровня стран с развитым свиноводством. Среднесуточный прирост потомства хряка Самсона 7021 достиг 1018 г, затраты корма – 3.18 корм. ед., а скороспелость потомства хряка Самсона 7295 составила 156.8 дня, что являлось рекордом для племенного завода «Большевик» Новосибирской области. Использование указанных принципов селекции (т. е. традиционных методов, но подбора не по генеалогическим линиям, а по показателям продуктивности, независимо от принадлежности к той или иной генеалогической линии, а отбора – преимущественно по скороспелости) позволило впервые в Сибири создать новое селекционное достижение – тип свиней крупной белой породы «Новосибирский». При этом фактический эффект селекции по скорости роста оказался почти в два раза выше расчетного. Аналогичные результаты получены при разведении свиней в замкнутой цепи и селекции по ограниченному числу продуктивных признаков в Белоруссии (Шейко, 1999). Считаем, что ускорение селекционного процесса произошло в результате быстрой концентрации желательных генов, вызванной систематической оценкой племенных качеств, выявлением лучших генотипов, подбором по принципу «лучшее с лучшим», с минимальным учетом принадлежности к тем или иным генеалогическим линиям.

При создании этого типа свиней широко использовались самые современные методы популяционной и иммуногенетики, что обеспечивалось тесным сотрудничеством с учеными Института цитологии и генетики СО РАН И.Г. Гореловым, В.Н. Тихоновым, Г.В. Орловой, В.И. Ермолаевым, М.А. Савиной, С.В. Никитиным и др.

Животные типа «Новосибирский» всего за 4–5 поколений селекции показали результаты продуктивности мирового уровня. Высокая скороспелость животных этого типа подтверждалась на дважды проводившемся интенсивном откорме на ВВЦ (Москва), где они выходили на первое-третье место среди животных других племенных заводов. Таким образом, на основании теоретических разработок

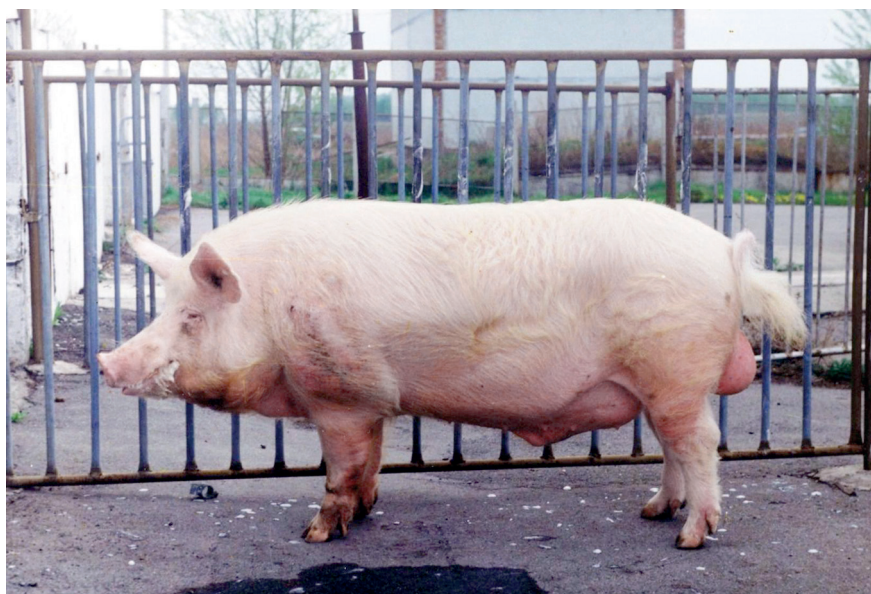


Fig. 1. Novosibirsk type boar of the Large White breed.



Fig. 2. Sow of the Achinskiy type of the Large White breed.

и проведения многочисленных опытов экспериментально доказано сравнительно быстрое преобразование разводимых в России пород животных до продуктивности мирового уровня. Экстерьер свиней крупной белой породы Новосибирского и Ачинского типов представлен на рис. 1 и 2.

В настоящее время в ООО «Сапфир» Болотнинского района Новосибирской области на базе указанных типов свиней крупной белой породы, хорошо приспособленных к сибирским условиям и к промышленной технологии, путем использования хряков породы йоркшир канадской селекции созданы новые селекционные группы животных, обладающих лучшим качеством туш, с более тонким слоем подкожного сала (16–17 мм прижизненно).

Успешное использование принципов селекционной работы со стадом, принятых при создании новых типов, позволяет предлагать улучшенные методы бонитировки племенных животных, по-другому составлять планы племенной работы.

В действующей инструкции по бонитировке свиней (2009, 2015 гг.) племенная ценность (суммарный класс) свиноматки определяется по средней величине баллов, сложившихся из признаков собственной продуктивности: возраста достижения живой массы 100 кг (скороспелость), затрат корма на 1 кг прироста, толщины шпика в двух точках, глубины мышцы, длины туловища, экстерьера, многоплодия, количества поросят и массы гнезда в 30-дневном возрасте, и признаков продуктивности всех ее потомков: возраста достижения живой массы 100 кг, толщины шпика в двух точках, глубины мышцы, затрат корма на 1 кг прироста. Всем этим признакам придается одинаковая ценность в пределах 4-балльной шкалы. Однако из приведенных признаков только два – многоплодие и молочность – являются главными для оценки свиноматки. Они в наиболее полной мере характеризуют ее продуктивность. Признаки скороспелости и толщины шпика характеризуют интенсивность роста животного в раннем возрасте, а также его конституциональные особенности, что в дальнейшем может оказать влияние на его воспроизводительные, откормочные и мясные качества. Включение их в селекционный индекс свиноматки следует с меньшим весовым коэффициентом. Остальные признаки являются второстепенными. Наследуемость и экономическая значимость указанных признаков в настоящее время вообще не учитываются. То есть существующая система бонитировки свиней олицетворяет селекцию по комплексу признаков, поэтому оценка животных осуществляется по средней величине 13–15 признаков хряков и маток, а выдающиеся по отдельным показателям продуктивности особи остаются за пределами отобранных, что, естественно, замедляет темпы селекции. Следовательно, система отбора свиней в нашей стране, основанная на неточном определении племенной ценности каждого конкретного животного, может только усреднять признаки стада, породы, но не улучшать их.

Поэтому для получения наибольшего селекционного эффекта необходимо построение селекционного индекса с расчетом весового коэффициента каждого из признаков в общей оценке, который зависит от наследуемости, генетических корреляций и относительной экономической значимости (Hazel, Lush, 1942; Hazel, 1943; Меттлер, Грегг, 1972; Шталь и др., 1973; Гинзбург, Никоро, 1982; Löbke et al., 1986; Mabry et al., 1987). Результатом оценки по индексам является получение наибольшего селекционного эффекта. Использование селекционного индекса позволяет повышать точность оценки племенных качеств на 15–30 % и широко применять современную вычислительную технику (Fritzsche, 1984). При этом в селекционный индекс включают как можно меньше признаков, имеющих между собой слабую коррелятивную связь.

Одни исследователи предлагают селекционные индексы строить отдельно для материнских и отцовских линий (Ладан и др., 1985; Степанов и др., 1985), причем в индексы для отцовских линий включают признаки: скороспелость, затраты корма, мясность, а для материнских – массу гнезда при отъеме. Другие в индекс для линии свиней, специализированной по воспроизводительным качествам, включают такие признаки, как многоплодие, количество поросят при отъеме, среднесуточный прирост

поросят от рождения до отъема, а в индекс откормочной линии – среднесуточный прирост, толщину шпика и длину туловища (Никитченко, 1987). Третьи используют селекционный индекс, в который включают многоплодие, молочность, возраст достижения массы 104 кг и толщину сала (Schinckel, 1986). В США, например, разработаны специальные тесты и создана программа генетического улучшения племенных качеств свиней с включением экономически важных признаков (Baas et al., 2003).

Простая и наглядная система оценки свиней разработана в Университете штата Вирджиния, США (Wood, 1989). Селекционные индексы для свиней разных половозрастных групп вычислены на основе селекционно-генетических параметров и экономического значения таких признаков, как многоплодие, масса гнезда в 21 день, скороспелость, толщина шпика, конверсия корма. В них учтены показатели экономической значимости селекционируемых признаков.

При выведении типа Новосибирский нами совместно с вычислительным центром Россельхозакадемии разработана модель, аналогичная BLUP, на основе данных первичного зоотехнического учета конкретных стад крупной белой породы из четырех лучших племенных заводов Сибири путем вычисления весовых коэффициентов каждого признака по Д. Фолкнеру (1985) и по методике С. Wood (1989). Модель позволяет наиболее точно определять племенную ценность животных с помощью многофакторного регрессионного и дисперсионного анализов, где учтены данные всех возможных родственников, фенотипические и генетические корреляции между селекционными признаками (Бекенёв и др., 2004). Эти исследования показали, что многоплодие и молочность у свиней крупной белой породы никак не коррелируют с живой массой, длиной туловища, экстерьером, поэтому последние не имеет смысла включать в комплексный класс (селекционный индекс). Несколько по-иному надо смотреть на признаки скороспелости и толщины шпика, так как они характеризуют конституциональные особенности и способность животного к росту в раннем возрасте, что в дальнейшем определяет его воспроизводительные качества и влияет на откормочные и мясные характеристики. Эти признаки следует включать в суммарный класс матки, но все же с меньшим весовым коэффициентом, чем многоплодие и молочность. Сделан расчет экономической значимости признаков на основании фактических показателей себестоимости и рыночных цен на свинину в одном из племенных хозяйств и выявлена зависимость величины селекционного индекса от значимости его компонентов. Так, себестоимость поросенка при рождении оказалась равна 80 руб., 1 кг живой массы поросенка при отъеме – 20 руб. Увеличение возраста достижения живой массы 100 кг на один день повышает себестоимость на 5 руб., а увеличение толщины шпика на 1 мм – на 0.3 руб. в расчете на 1 кг живой массы (Бекенёв и др., 2001б). В отличие от интервальной классной оценки племенных качеств свиней, используемой в нашей стране в настоящее время, нами разработана система непрерывной балльной оценки каждого селекционируемого признака (Бекенёв и др., 2010). В нее для свиноматки включены наиболее важные признаки продуктивности: многоплодие, масса гнезда при

Table 2. The scoring scale for numbers of born alive piglets in one farrow

Numbers of born-alive piglets in one farrow	First-farrow sows, score	Sows with two or more farrows, score									
		0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
18	190	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189
17	180	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179
16	170	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169
15	160	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159
14	150	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149
13	140	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139
12	130	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129
11	120	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119
10	110	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109
9	100	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
8	90	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89
7	80	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
6	70										
5	60										
4	50										
3	40										
2	30										
1	20										

отъеме, возраст достижения живой массы 100 кг и толщина шпика в этом возрасте. Для каждого из признаков разработаны специальные шкалы, в которых показатель продуктивности соответствует определенному баллу. Так, шкала для оценки многоплодия свиноматок выглядит следующим образом (табл. 2).

Свиноматки с многоплодием (с учетом аварийных опоросов) 10 поросят (первоопороски – 9) оцениваются 100 баллами, 11 (10) – 110 баллами, 12 (11) – 120, ... 18 (17) – 180 баллами. На рис. 3 показана свиноматка, у которой в первом опоросе родилось 11 поросят. По предложенной шкале она может быть оценена по многоплодию 120 баллами.

Аналогично оцениваются животные по толщине шпика, массе гнезда в 30-дневном возрасте, возрасту достижения живой массы 100 кг. Причем таблицы сделаны с учетом непрерывности за каждый день возраста, каждый миллиметр шпика, каждого поросенка и за каждый килограмм молочности. Чем больше баллов набирает животное, тем выше его ранг не только среди сверстников или стада, но и среди всех стад и пород страны и всего мира.

**Fig. 3.** First-farrow sow.

При непрерывной балльной оценке легче выявлять животных – лидеров по тому или иному признаку продуктивности, она наиболее точна. Так, например, согласно действующей инструкции по бонитировке, свиноматку с многоплодием 12 поросят относят к одному и тому же классу «элита», что и свиноматку с многоплодием 15 и более поросят, тогда как по предлагаемому методу первая из них получит 120, а вторая – 150 баллов, т.е. значительно более высокую оценку. Хрячков крупной белой породы со скороспелостью (возраст достижения живой массы 100 кг) 160 и 130 дней относят к одному

Table 3. Prediction of back fat thickness improvement in breeding ($M = 28.6$ mm, $\sigma = 3.0$, $h^2 = 0.27$)

Threshold of selection with regard to back fat thickness, mm	Percentage of selected animals	Back fat thickness in the selected group, mm	Intensity of selection	Selection differential, mm	The response to the selection, mm		Back fat thickness in offspring, mm
					in a generation	in a year	
27.4	0.34	25.4	1.08	3.2	0.87	0.35	27.7
27.9	0.41	25.7	0.95	2.9	0.77	0.30	27.8
28.1	0.44	25.9	0.89	2.7	0.72	0.29	27.9
28.4	0.47	26.0	0.85	2.6	0.69	0.28	27.9
28.6	0.50	26.2	0.80	2.4	0.65	0.26	27.9
29.0	0.55	26.4	0.72	2.2	0.58	0.23	28.0

классу – элите, а по предлагаемому способу первый из них будет иметь по этому признаку 120 баллов, а второй – 140.

В комплексной оценке к каждому из этих показателей вводится весовой коэффициент, рассчитанный в зависимости от генетических особенностей животного и экономических факторов. Для определения суммарного класса свиноматок предлагаем следующую формулу: $КО = (2МН + 3М + В + Ш) : 7$. Здесь КО – комплексная оценка (суммарный класс), выраженная в баллах; МН – многоплодие; М – молочность; В – возраст достижения живой массы 100 кг; Ш – толщина шпика; 2 и 3 – весовые коэффициенты признаков (Бекенёв и др., 2010). Приведенные весовые коэффициенты предлагаем принять как базовые. Для их более точного расчета следует использовать селекционно-генетические параметры, такие как: фенотипические и генотипические корреляции, коэффициенты наследуемости, а также показатели экономической значимости включенных в индекс признаков, которые для каждого стада могут быть различными (Бекенёв и др., 2004). Методы расчета весовых коэффициентов приведены в разных источниках (Wood, 1989; Степанов, Михайлов, 1996).

Расчеты показали, что в свиноводстве коэффициенты наследуемости для воспроизводительных признаков лучше всего определять методами удвоения коэффициентов корреляции: мать–дочь, для признаков откормочных и мясных качеств – методом дисперсионного анализа двухфакторных иерархических комплексов с привлечением данных полусибсов по отцам.

Предлагаемый способ позволяет проводить объективную и универсальную оценку свиней разных пород и специализации по одним и тем же критериям, по главным, а не второстепенным признакам продуктивности. Так можно ранжировать и сравнивать животных всех пород в стране и во всем мире. Не потребуются для бонитировки разделять животных разных пород по совершенно необоснованным причинам на три категории, как принято у нас в настоящее время. Ответ стада на отбор может быть предсказан при неизменных генетических свойствах популяции. Завоз животных из другого, неродственного стада, например для «прилития крови», которым «грешат» многие зоотехники, якобы для сохранения большей гетерозиготности и получения гетерозиса, сразу нарушает все прогнозы, поскольку разнообразие стада и коэффициент наследуемости (h^2) увеличиваются. Но этот прием может

быть использован при значительном уменьшении изменчивости признаков стада, исчерпании резервов наследственной изменчивости. Охват расчетами нескольких стад даже одного типа, в целях увеличения численности и получения статистически достоверных результатов, также не имеет смысла, поскольку селекция в этих стадах ведется неодинаково, в одних стадах животные более однородны, чем в других, а собственники животных имеют разные представления о качестве животных, целях разведения. Для того чтобы расчеты селекционного эффекта работали, что очень важно при составлении планов племенной работы, селекцию следует проводить на большом поголовье, в замкнутой популяции и в течение длительного времени. Это лучше всего осуществлять, когда все племенные животные породы находятся пусть в разных хозяйствах, но под единым контролем, подвергаются селекции в одном направлении. Такая система может лучше всего работать только в одном случае – когда они объединены в единую ассоциацию по породному принципу (Мадисон, 2010). В действующих в настоящее время «Правилах в области племенного животноводства» предусмотрены разнообразные виды организаций по племенному животноводству, но при этом в репродукторах должно быть не менее 100 голов свиноматок. Это значит, что все мелкие, в том числе личные подсобные, хозяйства отсекаются от совершенствования племенного поголовья и вытекающих отсюда последствий. Предлагаемые принципы оценки племенных качеств животных следует использовать и при разработке планов племенной работы со стадом, с породой.

В табл. 3 показан пример расчета селекционного эффекта по толщине шпика, который входил во все планы племенной работы со стадами свиней при создании типа свиней крупной белой породы «Новосибирский».

Расчеты показывают, что при толщине шпика по стаду равной 28.6 мм, коэффициенте наследуемости (h^2) равном 0.27 в племенное ядро для получения ремонтного молодняка следует отбирать хряков и маток с толщиной шпика потомства меньше, чем 27.4 мм (граница отбора), при этом придется использовать треть (0.34) оцененных животных стада. Селекционный дифференциал в этом случае будет равен 3.2 мм, толщина шпика отобранных животных – 25.4 мм, ответ на селекцию за поколение – 0.87 мм, толщина шпика полученного потомства – 27.7 мм, а интенсивность селекции составит 1.08 (Меркурьева, 1970). При границе отбора по толщине шпика, например,

26 мм эффект можно и увеличить, однако животных с толщиной шпика менее 26 мм может не хватить для ремонта собственного стада при естественной случке. При искусственном осеменении численность хряков в стаде значительно сокращается, следовательно, можно повысить и давление отбора. Низкий коэффициент наследуемости толщины шпика в стаде не позволяет осуществлять ускоренную селекцию на понижение этого показателя, поэтому для решения задачи приходится прибегать к скрещиванию с другими породами.

Таким образом, при селекции по ограниченному числу признаков, например только по скороспелости, можно достаточно быстро этот признак улучшить. Однако количество животных стада, одновременно удовлетворяющих критериям (границам отбора), значительно меньше, чем количество животных, удовлетворяющих каждому признаку в отдельности (многоплодие, молочность, затраты корма), так как признаки наследуются независимо друг от друга. При этом вероятность появления в стаде особей, одновременно отвечающих всем параметрам, равна произведению их долей в общем количестве. Например, если отобрать по 33 % животных по скороспелости, 33 % – по многоплодию, 33 % – по молочности, то численность животных, удовлетворяющих всем критериям, составит $1/3 \times 1/3 \times 1/3 = 1/27$, или 3.7 %. Поэтому наиболее эффективна селекция по меньшему числу признаков.

Следовательно, чем выше коэффициенты наследуемости селекционируемых признаков и их селекционные дифференциалы и чем меньше интервалы между поколениями, тем выше селекционный эффект. Увеличение эффективности селекции возможно при уменьшении доли отобранных животных, если таковые с лучшей скороспелостью имеются в стаде и их численность достаточна для воспроизводства. Большую эффективность селекции можно достичь при более высоком коэффициенте наследуемости. Расчет селекционного эффекта не всегда может быть объективным, он зависит от многих факторов, например, от таких, как отрезок времени, за который производился расчет коэффициента наследуемости, величина выборки, система разведения (кроссирование, инбридинг), объединение выборок разных хозяйств, ферм и т. д.

Следует учитывать, что селекция свиней с помощью статистических методов недостаточно эффективна из-за низкой наследуемости признаков, относительно позднего проявления признака, проявления признака только под действием определенных факторов, наличия скрытых носителей нежелательных признаков, болезней и др.

Современный уровень развития науки позволяет управлять селекцией не только через наиболее точную оценку племенной ценности статистическими методами, но и на геномном уровне. Так, в настоящее время особое значение приобретают гены, ответственные за нормальную плодовитость (*ESR* и *PRLR*) и наличие внутримышечного жира (*H-FABP* и *A-FABP*). Учитывая высокую заболеваемость и отход молодняка до 30 % из-за кишечной инфекции, диагностика генов рецепторов *K88AB*, *K88AC*, а также *ECF18R* позволит вести селекцию на устойчивость к антигену K88 кишечной палочки и диарее и целенаправленно создавать популяции свиней, устойчивых к определенным заболеваниям. Имеются гены-кандидаты, связанные с

репродуктивными особенностями и характеристиками строения ног свиней, определяющие долговечность свиноматки (Serenius, Stalder, 2006; Sironen et al., 2010). Найдены определенные генетические маркеры, позволяющие улучшать показатели молочной продуктивности свиноматок, которые связаны с репродуктивными качествами и продолжительностью жизни свиноматок. Это липопротеины, альфамакроглобулины, иммуноглобулины, гены, контролируемые жирные кислоты, связанные с белком (*FABP-H* и *FABP-D*), гены риадинового рецептора (*RYRI*), эстрогенного рецептора (*ESR*), лептина (*LEP*) и др. (Rempel et al., 2010; Onteru et al., 2011; Thekkoot et al., 2016). Революционизирующим становятся поиск и использование в селекции маркеров ядерной и митохондриальной ДНК (микросателлиты и др.) (Flint, Woolliams, 2008).

Можно полагать, что селекционная работа, направленная на увеличение продуктивности, продолжительности жизни и хозяйственного использования животных, будет еще эффективнее при геномной селекции, являющейся развитием маркерной селекции, при которой используются десятки тысяч генетических маркеров, равномерно покрывающих весь геном. При геномной селекции происходит анализ генома с использованием чипов (матриц) сразу по большому количеству однонуклеотидных маркеров, покрывающих весь геном и связанных с локусами количественных признаков (QTL), что позволяет определять генотипы с желательным проявлением продуктивных признаков, оценивать племенные качества животного. Геномная селекция позволяет расшифровывать генотип свиней уже при рождении и отбирать для разведения лучших животных, что увеличивает точность и надежность оценки племенных свиней, значительно ускоряет селекционный процесс. Во многих странах уже начался новый этап определения племенной ценности животных – по уровню геномного индекса.

Ускорению селекции способствует широкое распространение новейших технологий репродукции, таких как пересадка эмбрионов, обмен племенным материалом между разными странами. При этом необходимо сохранять генетическое разнообразие, особенно пород, находящихся под угрозой исчезновения, поскольку вместе с ними могут быть безвозвратно утеряны генетические структуры, о значении которых мы пока плохо знаем и которые могут быть востребованы в дальнейшем. Подходит время для использования клонирования, а также пересадки генов даже между разными видами, по получению трансгенных животных, что открывает необозримые просторы для преобразования животноводства.

Таким образом, для дальнейшего улучшения генетического потенциала продуктивности свиней в нашей стране необходимо переходить на новые теоретические позиции, основанные на современных достижениях науки. Следует усовершенствовать методы селекции, направив их на широкое использование селекционно-генетических параметров, селекционных индексов, усовершенствованные методы определения племенной ценности, применение маркерной и геномной селекции.

Conflict of interest

The author declares no conflict of interest.

Список литературы / References

- Бекенёв В.А., Гришина Е.Ф., Фролова В.И., Крючковский А.Г., Мазанова Г.И., Морева З.И., Юдина Г.П. Селекционное достижение в животноводстве – тип свиней крупной белой породы «Новосибирский». Патент № 1032, заявка № 9353386. Заявл. 01.01.1993.
[Bekenev V.A., Grishina E.F., Frolova V.I., Kryuchkovsky A.G., Mazanova G.I., Moreva Z.I., Yudina G.P. Breeding achievement in animal husbandry: the Novosibirsk type of Large White pigs. Patent No. 1032. Application No. 9353386 of 01.01.1993. (in Russian)]
- Бекенёв В.А., Башкирова Н.М., Белозерова И.П., Дударев В.А., Мантикова В.Г. Селекционное достижение в животноводстве – тип свиней крупной белой породы «Ачинский». Патент № 1994, заявка № 9811316. Заявл. 17.07.2001. 2001a.
[Bekenev V.A., Bashkirova N.M., Belozeroва I.P., Dudarev V.A., Mantikova V.G. Breeding achievement in animal husbandry: the Achinskiy type of Large White pigs. Patent No. 1994. Application No. 9811316 of 17.07.2001. 2001a. (in Russian)]
- Бекенёв В.А. Фролова В.И., Афонина Т.Г., Харченко П.Г. Экономические значения селектируемых признаков в свиноводстве. Современные технологии производства продуктов животноводства в Сибири. Новосибирск: СО РАСХН. СибНИПТИЖ, 2001б;51-57.
[Bekenev V.A., Frolova V.I., Afonina T.G., Kharchenko P.G. Economic values of target traits in pig breeding. In: Modern Technologies for Animal Production in Siberia. Novosibirsk: SibNIPTIZH, 2001b;51-57. (in Russian)]
- Бекенёв В.А., Матасова Ю.А., Пыхалов В.С., Чешкова А.Ф., Красноуцкая О.Г., Фролова В.И. Совершенствование популяционно-генетических методов оценки племенных качеств свиней. Современные технологии производства продуктов животноводства. Новосибирск: СО РАСХН. СибНИПТИЖ, 2004;117-129.
[Bekenev V.A., Matasova Yu.A., Pykhalov V.S., Cheshkova A.F., Krasnorutskaya O.G., Frolova V.I., Pilnikov V.G., Botsan I.V. Improving population-genetic methods for assessing the breeding qualities of pigs. In: Modern Technologies for Animal Production in Siberia. Novosibirsk, SibNIPTIZH, 2004;117-129. (in Russian)]
- Бекенёв В.А., Фролова В.И., Пильников В.Г., Боцан И.В. Способ оценки племенных качеств свиней. Патент № 2384058, RU. Заявка № 2008117728. Заявл. 04.05.2008. Зарегистр. 20.03.2010.
[Bekenev V.A., Frolova V.I., Pilnikov V.G., Botsan I.V. The way to assess the breeding qualities of pigs. Patent No. 2384058, RU. Application No. 2008117728 of May 4, 2008. Registered on March 20, 2010. (in Russian)]
- Гинзбург Э.Х., Никоро З.С. Разложение дисперсии и проблемы селекции. Новосибирск: Наука, 1982.
[Ginzburg E.H., Nikoro Z.S. Variance Decomposition and Breeding Problems. Novosibirsk: Nauka Publ., 1982. (in Russian)]
- Гражданский кодекс Российской Федерации. Ч. 4. Новосибирск, 2004;141-158.
[Civil Code of the Russian Federation. Pt. 4. Novosibirsk, 2004;141-158. (in Russian)]
- Гришкова А.П., Аришин А.А., Овчинникова Л.А., Гончаренко Г.М. Генотипические особенности свиней мясного направления продуктивности. Современные наукоемкие технологии. 2008; 3:38.
[Grishkova A.P., Arishin A.A., Ovchinnikova L.A., Goncharenko G.M. Genotypic features of meat pigs. Sovremennye Naukoemkie Tehnologii = Modern High Technologies. 2008;3:38. (in Russian)]
- Гришкова А.П., Аришин А.А., Чалова Н.А., Волков В.А., Гришков В.А., Третьякова Н.Л. Селекционно-генетические основы промышленной технологии производства свинины. Кемерово: Кузбассвуиздат, 2015.
[Grishkova A.P., Arishin A.A., Chalova N.A., Volkov V.A., Grishkov V.A., Tretyakova N.L. The Breeding and Genetic Basis of the Technology for Industrial Pork Production. Kemerovo: Kuzbassvuzizdat Publ., 2015. (in Russian)]
- Ладан П.Е., Коваленко В.А., Степанов В.И. Селекционные приемы и методы, повышающие эффективность племенной работы в специализированных линиях. Теория и методы индивидуального производства свинины. Л.: Агропромиздат, 1985;39-46.
[Ladan P.E., Kovalenko V.A., Stepanov V.I. Breeding techniques and methods that increase the efficiency of breeding in specialized lines. In: Theory and Methods of Individual Production of Pork. Leningrad: Agropromizdat Publ., 1985;39-46. (in Russian)]
- Любищев А.А. Проблемы формы, систематики и эволюции организмов. М.: Наука, 1982.
[Lyubishchev A.A. Problems of Form, Systematics, and Evolution of Organisms. Moscow: Nauka Publ., 1982. (in Russian)]
- Мадисон В. Отечественное разведение скота: былые и думы. Животноводство России. 2010;10:6-8.
[Madison V. Cattle husbandry in Russia: the past and thoughts. Zhivotnovodstvo Rossii = Livestock Russia. 2010;10:6-8. (in Russian)]
- Меркурьева Е.К. Биометрия в селекции и генетике сельскохозяйственных животных. М.: Колос, 1970;393-400.
[Merkurieva E.K. Biometrics in the Breeding and Genetics of Farm Animals. Moscow: Kolos Publ., 1970;393-400. (in Russian)]
- Меттлер Л., Грегг Т. Генетика популяций и эволюция. М.: Мир, 1972;15.
[Mettler L., Gregg T. Genetics of Populations and Evolution. New York, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1969. (Russ. ed.: Mettler L., Gregg T. Genetics of Populations and Evolution. Moscow: Mir Publ., 1972;15.)]
- Никитченко И.Н. Гетерозис в свиноводстве. Л.: Агропромиздат, 1987.
[Nikitchenko I.N. Heterosis in Pig Breeding. Leningrad: Agropromizdat Publ., 1987. (in Russian)]
- Порядок и условия проведения бонитировки племенных свиней. М., 2009.
[The Procedure and Conditions for the Appraisal of Breeding Pigs. Moscow, 2009. (in Russian)]
- Приказы Минсельхоза России № 431 от 17.11.2011 г., № 540 от 30.10.2015 г.
[Orders of the Ministry of Agriculture of Russia No. 431 of 17.11.2011, No. 540 of 30.10.2015. (in Russian)]
- Сахно Б.Н., Кулигин С.И. Применение селекционных индексов при селекции свиней. Вестн. Алт. гос. аграр. ун-та. 2004;3: 330-331.
[Sakhno B.N., Kuligin S.I. The use of breeding indices in pig breeding. Vestnik Altaiskogo Gosudarstvennogo Agrarnogo Universiteta = Bulletin of the Altai State Agrarian University. 2004; 3:330-331. (in Russian)]
- Симон М.О. Сибирская северная порода свиней. Государственная племенная книга свиней сибирской северной породы и сибирской пестрой породной группы. Новосибирск, 1951;1:13-41.
[Simon M.O. Siberian Northern breed of pigs. In: State Herdbook of Pigs of the Siberian Northern Breed and the Siberian Motley Breed Group. Novosibirsk, 1951;1:13-41. (in Russian)]
- Степанов В.И., Коваленко В.А., Михайлов Н.В. К вопросу разработки систем селекции свиней методами зависимых уровней браковки. Тез. Всесоюз. науч.-техн. совещ. «Проблемы увеличения производства свинины». М., 1985;15-18.
[Stepanov V.I., Kovalenko V.A., Mikhailov N.V. On the development of pig breeding systems by methods of dependent levels of culling. In: Abstracts of the All-Union Scientific and Technical Meetings "Problems of Increasing Pork Production". Moscow, 1985;15-18. (in Russian)]
- Степанов В.И., Михайлов Н.В. Практикум по свиноводству. М.: Агропромиздат, 1986;153-159.
[Stepanov V.I., Mikhailov N.V. Practical Course on Pig Breeding. Moscow: Agropromizdat Publ., 1986;153-159. (in Russian)]
- Фолкнер Д.С. Введение в генетику количественных признаков. М.: Агропромиздат, 1985.

- [Falconer D.S. Introduction to Quantitative Genetic. New York: Ronald Press Co, 1960. (Russ. ed.: Folkoner D.S. Introduction to Quantitative Genetic. Moscow: Agropromizdat Publ., 1985.)]
- Шейко И. Хозяйственно-биологические особенности свиней при разведении их в замкнутой цепи. Свиноводство. 1999;3:7-10. [Sheyko I. Economic and biological features of pigs bred in a closed circuit. Svinovodstvo = Pig Husbandry. 1999;3:7-10. (in Russian)]
- Шталь В., Раш Д., Шилер Р., Вахал Я. Популяционная генетика для животноводов-селекционеров. М.: Колос, 1973. [Stahl V., Rush D., Schieler R., Vakhal J. Population Genetics for Livestock Breeders. Moscow: Kolos Publ., 1973. (in Russian)]
- Baas T.J., Goodwin R.N., Christian L.L., Johnson R.K., Robison O.W., Mabry J.W., Clark K., Tokach M., Henry S., Berger P.J. Design and standards for genetic evaluation of swine seedstock populations. J. Anim. Sci. 2003;81:2409-2418.
- Flint A.P., Woolliams J.A. Precision animal breeding. Philos. Trans. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci. 2008;363(1491):573-590.
- Fritzsche J. Die Weiterentwicklung des Systems der Bewertung für zuchtschweine durch Einführung von Selektionsindizes. Tierzucht. 1984;38(3):118-120.
- Hazel L.N. The genetic basis for constructing selection indexes. Genetics. 1943;28(9):476-490.
- Hazel L.N., Lush I.L. The efficiency of three methods of selection. J. Heredity. 1942;33:393-399.
- Henderson C.R. Best linear unbiased estimation and prediction under a selection model. Biometrics. 1975;31:423-447. DOI 10.2307/2529430.
- Löbke A., Willeke H., Pirchner F. Beziehung zwischen Reproduktionseistung und Wachstum und Rückenspeck-dicke. 37 Jahrestagung der EVT. Budapest-Ungarn, 1986;1-4.
- Mabry J.W., Harris D., Stewart T. A comparison of RAM and Shortcut BLUP for Estimating Breeding Value using central boar test station data. Record of Pork. 1987;25-32.
- Onteru S.K., Fan B., Nikkilä M.T., Garrick D.J., Stalder K.J., Rothschild M.F. Whole-genome association analyses for lifetime reproductive traits in the pig. J. Anim. Sci. 2011;89(4):988-995. DOI 10.2527/jas.2010-3236.
- Rempel L.A., Nonneman D.J., Wise T.H., Erkens T., Peelman L.J., Rohrer G.A. Association analyses of candidate single nucleotide polymorphisms on reproductive traits in swine. J. Anim. Sci. 2010;88(1):1-15. DOI 10.2527/jas.2009-1985.
- Schinckel A. Use EBV's improve swine performance. Pigs. 1986;22(2):26-29.
- Serenius T., Stalder K.J. Selection for sow longevity. J. Anim. Sci. 2006;84(Suppl.13):E166-E171.
- Sironen A.I., Uimari P., Serenius T., Mote B., Rothschild M., Vilkkilä J. Effect of polymorphisms in candidate genes on reproduction traits in Finnish pig populations. J. Anim. Sci. 2010;88(3):821-827.
- Thekkoot D.M., Young J.M., Rothschild M.F., Dekkers J.C.M. Genomewide association analysis of sow lactation performance traits in lines of Yorkshire pigs divergently selected for residual feed intake during grow-finish phase. J. Anim. Sci. 2016;94(6):2317-2331. DOI 10.2527/jas.2015-0258.
- Wood C.M. Guidelines for Inform Swine Improvements Programs. Virginia Polytechnic Institute & State University Blacksburg, 1989.

ORCID ID

V.A. Bekenev orcid.org/0000-0003-4663-2217