

DOI: 10.37925/0039-713X-2020-5-41-45

УДК 636.4.033

## Оценка изменений популяции свиней крупной белой породы по селекционным признакам на основе анализа фенотипических и генетических трендов

Е.Е. МЕЛЬНИКОВА, кандидат с.-х. наук, e-mail: melnikovae@vij.ru, С.А. НИКИТИН, А.В. КАБАНОВ, кандидат физ.-мат. наук, А.А. СЕРМЯГИН, кандидат с.-х. наук, С.Н. ХАРИТОНОВ, доктор с.-х. наук, Н.А. ЗИНОВЬЕВА, доктор биолог. наук, профессор, академик РАН, Федеральный научный центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста

В статье рассматривается динамика изменения популяции свиней крупной белой породы по основным селекционным признакам за десятилетний период (2009–2018). Выявлены желательные фенотипические и генетические сдвиги средних значений по признакам многоплодия. Среднегодовое смещение составило плюс 0,2 и плюс 0,01 головы по количеству живых рожденных поросят, плюс 0,19 г и плюс 0,02 головы – по количеству всех рожденных поросят по фенотипу и генетической ценности соответственно. Тренды (фенотипический и генетический) по признакам «количество мертворожденных поросят», «вес гнезда при рождении» и «вес гнезда при отъеме» характеризовали разнонаправленные изменения в фенотипе и племенной ценности особей.

**Ключевые слова:** свиньи, крупная белая порода, фенотип, генетический тренд, племенная ценность.

### Assessment of changes in the population of Large White pigs by breeding characteristics based on the analysis of phenotypic and genetic trends

Е.Е. MELNIKOVA, candidate of agricultural sciences, e-mail: melnikovae@vij.ru, S.A. NIKITIN, A.V. KABANOV, candidate of physical and mathematical sciences, A.A. SERMYAGIN, candidate of agricultural sciences, S.N. KHARITONOV, doctor of agricultural sciences, N.A. ZINOVIEVA, doctor of biological sciences, professor, academician of RAS, Federal Scientific Center for Livestock – VIZh named after academician L.K. Ernst

The article considers the dynamics of changes in the population of Large White pigs over a ten-year period (2009–2018) according to the main breeding characteristics. Desirable phenotypic and genetic changes based on the signs of fertility traits were found. The average annual change was a plus 0.2 and a plus 0.01 pigs by the number of live born piglets, a plus 0.19 and a plus 0.02 pigs by the number of all piglets born by phenotype and genetic value, respectively. Trends (phenotypic and genetic) in terms of the number of stillborn piglets, litter birth weight and litter weaning weight characterized multidirectional changes in the phenotype and breeding value of individuals.

**Key words:** pigs, Large White breed, phenotype, genetic trend, breeding values.

#### ■ Введение

Наиболее удобным способом мониторинга эффективности селекционных мероприятий считается построение и анализ генетических трендов, которые представляют собой графическое изображение изменения уровня селекционных признаков у животных. Построение фенотипических, генетических и средовых линий тренда позволяет дать быструю оценку успешности селекции в предыдущих поколениях особей. Также линии тренда могут быть использованы для сопоставления различных применяемых схем разведения в породе, популяции или отдельно, но достаточно многочисленном стаде. Построение фенотипических и генетических трендов дает

возможность подчеркнуть селекционные цели либо помогает сигнализировать о необходимости их пересмотра [3]. Линии тренда, характеризующие направление и скорость, противоположные ожидаемым результатам, могут означать, что прогнозируемые итоги отбора были сделаны не совсем корректно или что ожидания были слишком оптимистичными, а также могут демонстрировать, насколько интенсивно был применен отбор в анализируемой выборке [11]. Считается, что эффективность свиноводческого комплекса помимо прочих факторов напрямую зависит от генетической ценности поголовья по целому набору селекционных признаков – количества живых рожденных поросят на

свиноматку в год, сохранности поросят при рождении, во время подсосного периода и дорастивания, веса поросят при отъеме, скорости роста молодняка до убойных или реализационных кондиций, долголетия свиноматок [1, 9]. Причем односторонняя селекция, направленная на совершенствование какого-то одного показателя, всегда будет менее обоснованной с экономической точки зрения нежели отбор по ряду признаков.

Однако желательные генетические изменения поголовья по прямым селекционным показателям могут сопровождаться негативными переменами по другим признакам, отрицательно коррелирующим с ними [2]. Так, исследованиями доказано, что

показатели количества живых рожденных поросят по первому опоросу положительно взаимосвязаны на генетическом уровне с пожизненной продуктивностью свиноматки, но отрицательно коррелируют с желательными показателями толщины шпика и процента постного мяса в туше [10]. В работе К. Alves et al. выявлены положительные генетические корреляции между признаками веса поросенка при рождении, его веса при отъеме и скороспелостью [4]. Исследованы генетические взаимосвязи признаков сохранности поросят при рождении и до отъема, обнаружены высокие уровни сопряженности этих показателей с весом поросят при рождении [7]. Все это обуславливает необходимость анализа и оценки эффективности селекции не только по основным селекционным признакам, но и мониторинга генетических изменений поголовья по сопряженным показателям.

Основой для проведения мероприятий по оценке племенных свиней служат измерения фенотипа, но сами эти значения далеко не всегда являются достаточно хорошими индикаторами племенной ценности особей по признакам, поскольку находятся под существенным влиянием средовых условий. Однако нередко селекция животных базируется исключительно на отборе по фенотипу (по тем или иным признакам), что может характеризоваться невысокой скоростью генетических изменений в рамках стада, где применяются такие селекционные критерии. Следовательно, оценка эффективности селекции, основанная на динамике фенотипических показателей по стаду, не всегда характеризует желательные генетические изменения поголовья животных, хотя и является наиболее доступной [6].

В связи с этим целью наших исследований стало построение линий фенотипических и генетических трендов для оценки эффективности проводимых селекционных мероприятий со стадом свиней крупной белой породы по основным селекционным признакам, а также характеристика фенотипических и генетических изменений поголовья животных по непрямым селекционным показателям.

### ■ Материалы и методы

Материалом для исследования послужили данные первичного учета по признакам «количество живых рожденных поросят» (NBA), «вес гнезда при рождении» (BW), «вес гнезда при

отъеме» (WW), «скорректированный вес гнезда при отъеме» (WWcorr2), «количество всех рожденных поросят» (TNB), «количество мертворожденных» (Stb), «сохранность поросят при рождении» (Sf), «скороспелость (возраст достижения 100 кг живой массы)» (Age100) и «толщина шпика над шестым-седьмым грудными позвонками» (BF1) у свиней крупной белой породы, разводимых в ООО «СГЦ» (Воронежская обл., п. Верхняя Хава). В анализ были включены результаты первого опороса 6830 свиноматок в период с 2009 по 2018 год. Оценка мясных и откормочных качеств свиноматок основывалась на данных о фенотипах по этим признакам у всего аттестуемого поголовья в исследуемый период (n = 35 767). Фенотипические показатели толщины шпика у свиней измеряли специалисты хозяйства с помощью УЗИ-сканера. Признак «сохранность поросят» определяли как отношение NBA к TNB.

Оценка племенной ценности (EBV) свиноматок и хряков-отцов осуществляли на основе метода BLUP AM с привлечением информации о предках животных [8].

Уравнения смешанных моделей для оценки племенной ценности, разработанные в проведенных ранее исследованиях, имели вид [1, 2]:

$$y = \mu + FYM + animal + e \text{ (для NBA, TNB, Stb, Sf);}$$

$$y = \mu + FYM + b_1NBA + animal + e \text{ (для BW);}$$

$$y = \mu + FYM + b_1NBA + b_2PLP + animal + e \text{ (для WW);}$$

$$y = \mu + FYM + Sex + b_3W + animal + e \text{ (Age100 и BF1),}$$

где FYM – классификационный фактор «ферма – год – месяц опороса», NBA – регрессионный фактор количества живых рожденных поросят, PLP – регрессионный фактор продолжительности подсосного периода,  $b_1, b_2, b_3$  – коэффициенты линейной регрессии, Sex – классификационный фактор «пол животного», W – регрессионный фактор «вес животного», animal – случайный эффект животного, e – остаточные эффекты модели.

Для расчета была использована программа REMLF90 [5].

### ■ Результаты исследований

Для проведения анализа интенсивности и характера изменений стада свиней по исследуемым признакам за ряд лет был сформирован набор данных по результатам первого опороса свиноматок исследуемой выборки с целью исключения смещения средних значений по признакам за счет влияния возрастной структуры стада. На первый взгляд, визуализированные фенотипические данные позволяют охарактеризовать направление и скорость совершенствования поголовья по основным показателям (рис. 1).

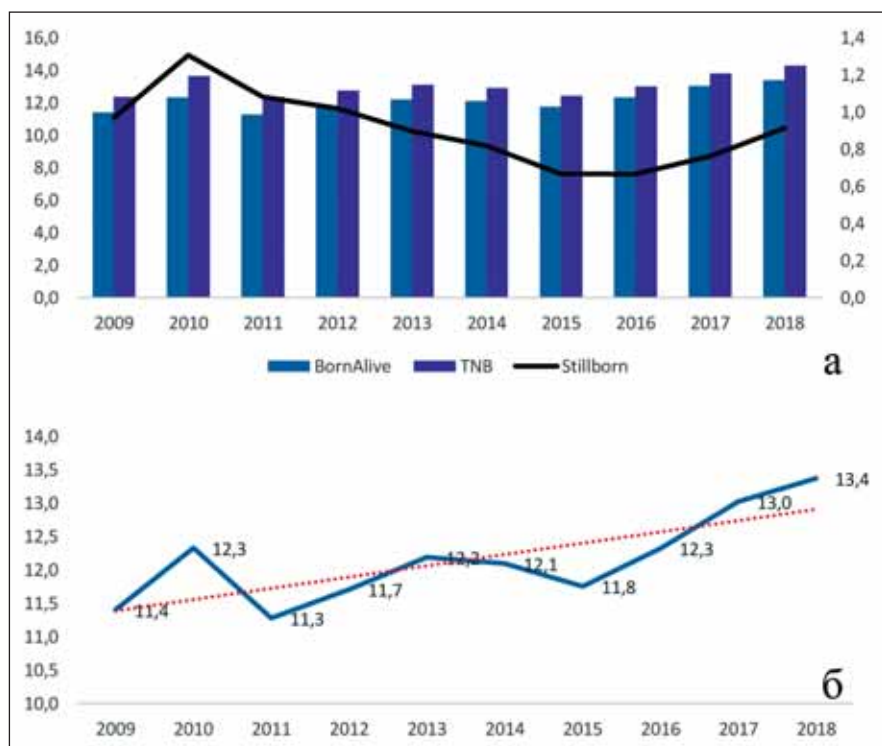


Рис. 1. Динамика изменений: а) средних показателей «количество живых рожденных поросят», «количество всех рожденных поросят», «количество мертворожденных поросят»; б) среднего показателя «количество живых рожденных поросят» у свиноматок по результатам первого опороса в период с 2009 по 2018 год (n=5599)

Очевидно, что в течение анализируемого периода с небольшими отклонениями по годам количество живых поросят, рожденных от свиноматок по первому опоросу, в среднем увеличилось (число свиноматок в каждой градации «год» варьировало от 163 до 1020 голов). Среднегодовой прирост по этому показателю составил 0,2 головы. Количество всех рожденных поросят за один опорос в данный период возросло практически на 15%, средний ежегодный прирост – 0,19 головы. Однако не стоит забывать о том, что наблюдаемые изменения могут быть в большей степени обусловлены совершенствованием паратипических факторов (условиями кормления и содержания животных, применением более современного оборудования и повышением качества обслуживания).

Наряду с этим по весу гнезда при рождении существенного последовательного изменения средних значений не выявлено, то есть изменение фенотипических показателей варьирует случайным образом, среднегодовой прирост по признаку за исследуемый период – 0,16 кг (рис. 2). Кроме того, обращает на себя внимание тот факт, что увеличение количества рожденных поросят не сопровождалось пропорциональным повышением веса гнезда при рождении, что может косвенно свидетельствовать о негативном изменении среднего индивидуального веса живого рожденного поросенка. Вместе с тем скорректированный (на число поросят и продолжительность подсосного периода) вес гнезда при отъеме смещался в отрицательном направлении, характеризуя хотя и незначительное, но снижение среднего веса поросят при отъеме (0,53 кг в год).

По показателю количества поросят, рождающихся мертвыми или погибающих в первые часы после рождения, существенных изменений не наблюдалось (рис. 3). Так, за 2009 и 2018 год разность между средними значениями составляла 0,1 головы, хотя линия тренда слегка направлена вниз, ежегодно число мертворожденных поросят сокращалось примерно на 0,01 головы. Однако показатель сохранности поросят при рождении оставался практически неизменным на протяжении всего анализируемого периода, свидетельствуя об отсутствии должного внимания к этому признаку в селекционном процессе, изменение за десятилетний период – менее 0,1%.

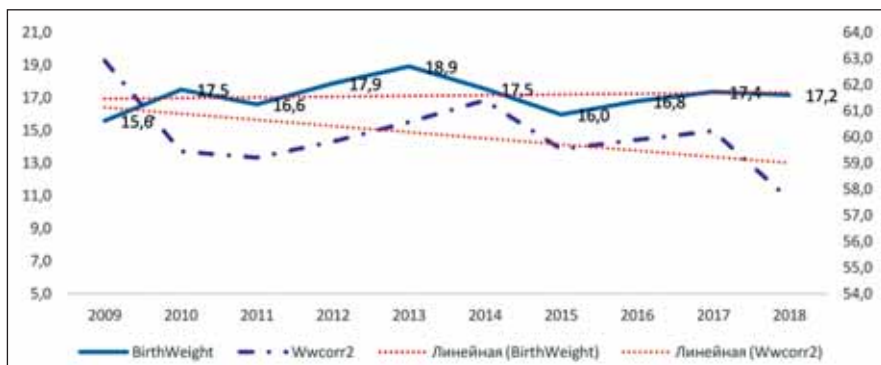


Рис. 2. Динамика изменения средних показателей «вес гнезда при рождении» и «скорректированный вес гнезда при отъеме» у свиноматок по результатам первого опороса в период с 2009 по 2018 год (n=5599)



Рис. 3. Динамика изменения средних показателей «количество мертворожденных поросят» и «сохранность поросят при рождении» у свиноматок по результатам первого опороса в период с 2009 по 2018 год (n=5599)

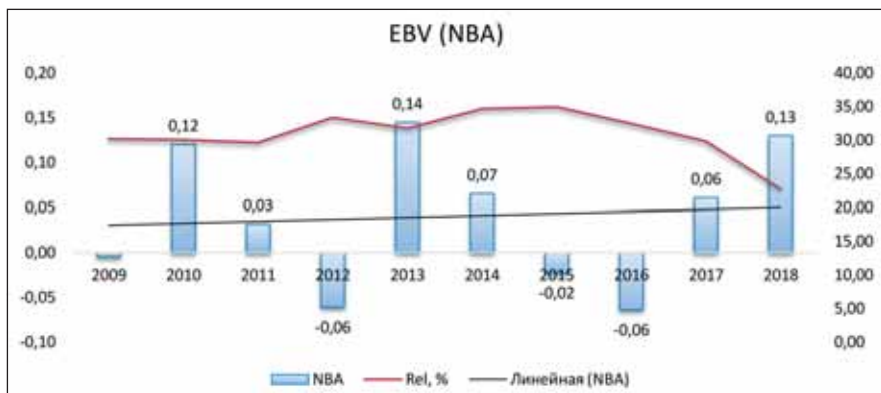


Рис. 4. Генетический тренд по количеству живых рожденных поросят в исследуемой выборке

Таким образом, ситуация, описываемая на основе исключительно фенотипических измерений по признакам, хотя и дает определенное представление о происходящих в выборке переменных, но не позволяет сделать предположение о генетических изменениях в разводимом поголовье, поскольку, как уже отмечалось ранее, смещение средних фенотипических показателей может быть обусловлено исключительно совершенствованием средовых условий.

Гораздо более ярко характеризует результативность селекции построение генетических трендов, то есть динамики изменения средних значений генетической ценности особей в ана-

лизируемый период. Для проведения соответствующих исследований рассчитаны оценки племенной ценности поголовья свиней на основе методологии BLUP AM. С этой целью были разработаны уравнения смешанных моделей по каждому признаку воспроизводства, включающие набор фиксированных факторов, значимо влияющих на изменчивость оцениваемых признаков. Коэффициенты наследуемости признаков ( $h^2$ ), определенные в ходе исследования, имели значения: NBA – 0,129, TNB – 0,119, BW – 0,117, Stb – 0,09, Sf – 0,112, WW – 0,03, BF1 – 0,410, Age100 – 0,332.

Генетические тренды – изменение среднего показателя племенной цен-



ности особей в выборке животных одного года рождения (на графике от 2009 до 2018 года) – построены на основе значений оценок племенной ценности всех свиноматок и хряков исследуемой популяции.

По признаку «количество живых рожденных поросят» в исследуемой выборке наблюдался очень незначительный, но положительный генетический сдвиг, на что указывает наклон линии тренда (рис. 4). Однако, как предполагается, скорость генетических изменений могла бы быть более высокой при использовании в качестве критерия отбора животных их генетических оценок по признаку. Так, за анализируемый период отмечено среднегодовое изменение средней племенной ценности поголовья по NBA – плюс 0,01 головы.

Отрицательные генетические изменения выявлены по весу гнезда при рождении (рис. 5). Генетическая ценность поголовья снижалась в среднем на 0,01 кг в год, что свидетельствует скорее о недостаточном внимании к оцениваемому признаку при доминирующей значимости количественных характеристик производимого потомства (NBA и TNB).

Еще одним важным селекционным признаком является количество всех рожденных поросят в гнезде за один опорос, характеризующий потенциал плодовитости особи (рис. 6). За анализируемый период генетическая ценность поголовья по этому показателю увеличилась: за год рост EBV составил в среднем 0,02 головы.

Однако генетический прогресс по многоплодию также сопровождался и положительным сдвигом по количеству мертворожденных поросят (среднегодовой прирост – 0,001 головы), что, безусловно, негативно сказывается на экономике предприятия: и в настоящее время, и в перспективе повышение затрат на содержание свиноматок во время супоросности, не окупаемых получением прибыли (рис. 7).

Выявленная тенденция свидетельствует о необходимости пересмотра селекционных критериев отбора особей в основные группы за счет включения признака «количество мертворожденных поросят» или его аналога («сохранность поросят при рождении») в уравнение селекционного индекса племенной ценности свиней.

По весу гнезда при отъеме за десятилетний период генетический прогресс в популяции характеризуется желательным направлением,

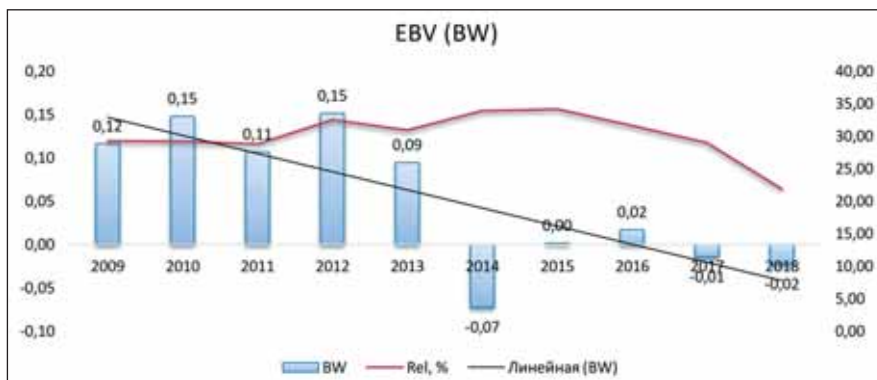


Рис. 5. Генетический тренд по весу гнезда при рождении в исследуемой выборке

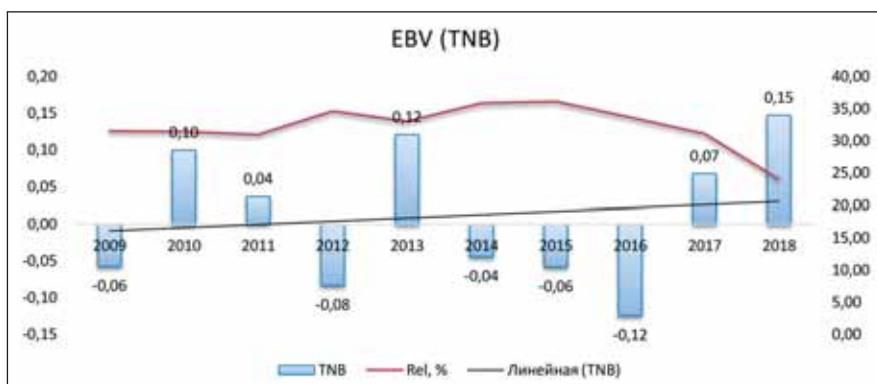


Рис. 6. Генетический тренд по количеству всех рожденных поросят в исследуемой выборке

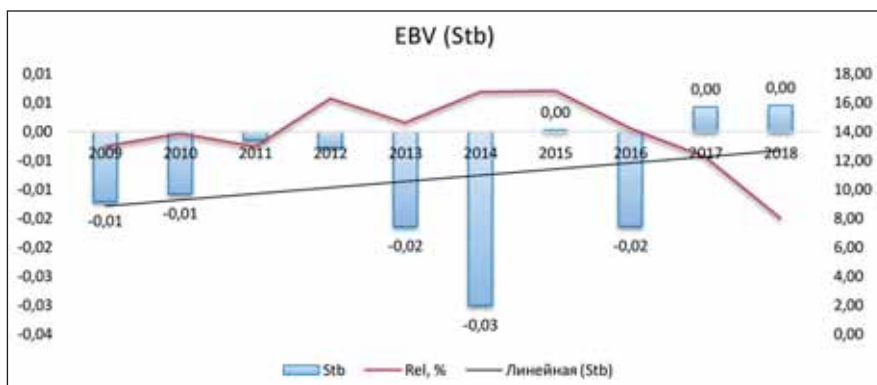


Рис. 7. Генетический тренд по количеству мертворожденных поросят в исследуемой выборке

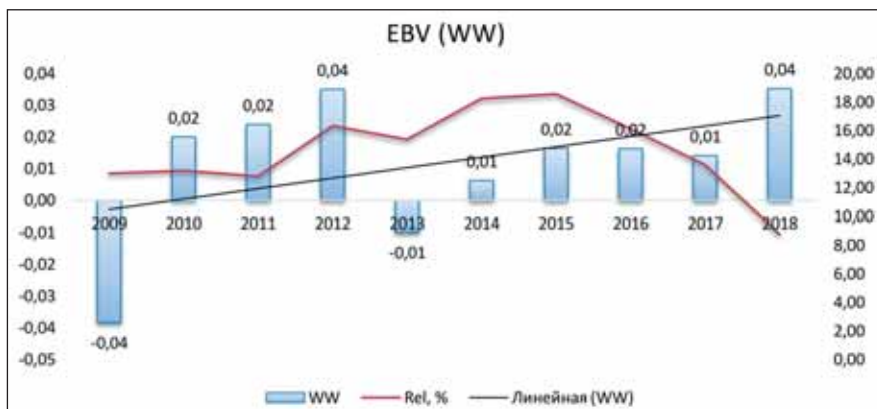


Рис. 8. Генетический тренд по весу гнезда при отъеме в исследуемой выборке

среднегодовой прирост составляет 0,01 кг, хотя скорость изменения остается довольно низкой (рис. 8). Что еще раз обращает внимание на недостаточную объективность оценки по этому показателю на основе фенотипических значений, по кото-

рым среднегодовое смещение имело отрицательный знак (минус 0,53 кг).

Доминирующее направление селекции в популяции крупной белой породы свиней – признаки воспроизводства. Это объясняет тот факт, что за анализируемый период средняя

генетическая ценность поголовья по толщине шпика практически не менялась (минус 0,007 мм в год) аналогично с показателями фенотипа (плюс 0,004 мм в год) (рис. 9). Вместе с тем уже описанные генетические изменения сопровождались некоторым повышением племенной ценности поголовья по скороспелости (минус 0,4 дня в год) сонаправлено с фенотипом (минус 1,0 день в год) (рис. 10).

Таким образом, для оценки генетических изменений недостаточно наблюдать смещение средних фенотипических показателей, так как они могут быть обусловлены в первую очередь совершенствованием условий среды [6]. В связи с этим построение генетических трендов по признакам, то есть анализ изменения средних значений племенной ценности особей в ограниченный временной отрезок, дает более наглядную картину.

В исследуемой выборке за анализируемый период наблюдался желательный сдвиг фенотипических и генетических показателей по признаку NBA – ежегодное изменение фенотипа составило плюс 0,2 головы, генетическое – плюс 0,01 головы; по признаку TNB – плюс 0,19 головы и плюс 0,02 головы соответственно. По количеству мертворожденных поросят фенотипические изменения были желательными – минус 0,01 головы, в то время как генетические имели противоположное направление – плюс 0,001 головы. Фенотип по весу гнезда при рождении ежегодно увеличивался на 0,16 кг, в то время как средняя племенная ценность поголовья по этому признаку снижалась на

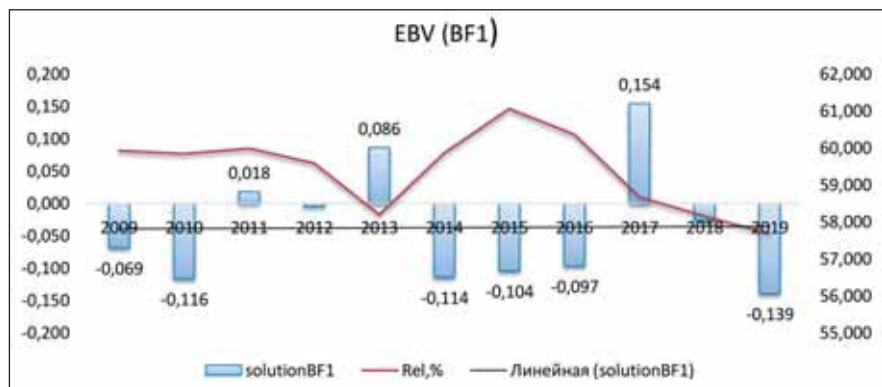


Рис. 9. Генетический тренд по толщине шпика в области шестого-седьмого грудных позвонков в исследуемой выборке

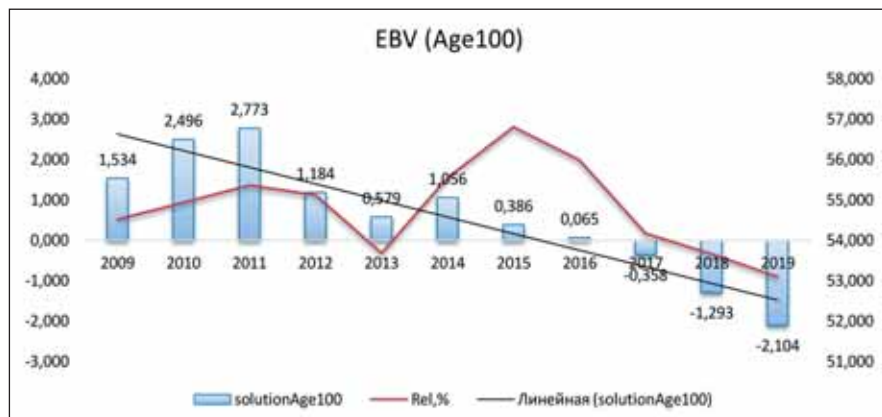


Рис. 10. Генетический тренд по скороспелости в исследуемой выборке

0,01 кг. Вес гнезда при отъеме, наоборот, при уменьшении фенотипических значений (на 0,53 кг) сопровождался положительным генетическими изменениями поголовья (плюс 0,01 кг).

Проведенные исследования подтверждают не всегда однонаправленные изменения фенотипа и генетической ценности, что подчеркивает необходимость проведения отбора особей на основе их оценок племенной ценности вместо абсолютных

фенотипических показателей по признакам. Такой подход позволит повысить темпы генетического совершенствования разводимого поголовья, получить объективные и наглядные оценки происходящих изменений, расчитать на долгосрочную перспективу контролируемое улучшение стада.

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

Благодарим председателя совета директоров «Верхнехавского агрохолдинга» А.Г. Пермякова и сотрудников ООО «Селекционно-Гибридный Центр» – директора Н.А. Казьмину, зоотехника-селекционера А.В. Требунских – за предоставленную информацию для проведения исследований

### Литература

1. Мельникова Е.Е., Сермягин А.А., Харитонов С.Н. и др. Выбор селекционных критериев для определения комплексной племенной ценности свиней крупной белой породы в условиях закрытой популяции. Свиноводство, 2019. №1. С. 13–17.
2. 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.
3. Харитонов С.Н., Янчуков И.Н., Ермаков А.Н., Осадчая О.Ю. Оценка генетического тренда по основным признакам молочной продуктивности в популяции черно-пестрого скота Московской области. Зоотехника, 2011. №12. С. 5–6.
4. 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):2567–2578.
5. BLUPF90 Family of Programs. <http://nce.ads.uga.edu/wiki/doku.php>.
6. Garrick D.J. An animal breeding approach to the estimation of genetic and environmental trends from field populations. J. Anim. Sci., 2010. 88:E3–E10. DOI: 10.2527/jas.2009-2329.
7. Knol E.F., Ducro B.J., van Arendonk J.A.M., van der Lende T. Direct, maternal and nurse sow genetic effects on farrowing, preweaning and piglet survival. Livestock Production Science, 2002. №73. P. 153–164.
8. Mrode R.A. Linear models for the prediction of animal breeding values. 3rd Edition. CAB. 2014. P. 360.
9. Munoz M., Rodriguez M.C., Garcia-Cortes L.A., Gonzalez A., Garcia-Casco J.M., Sillio L. Direct and maternal additive effects are not the main determinants of Iberian piglet perinatal mortality. J. Anim. Breed. Genet., 2017. 134(6):512–519.
10. 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.
11. Wilson D.E. & Willham R.L. Within-herd phenotypic, genetic and environmental trend lines for beef cattle breeders. J. Anim. Sci., 1986. 63(4):1087–1094. DOI: 10.2527/jas1986.6341087x.