

УДК 636.4.033

Научная статья



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-395-06-73-80

А.В. Савинов¹ ✉Н.С. Алтухова¹М.С. Круткина²Н.А. Ложкин²М.В. Белова³А.И. Рудь³И.В. Рукин²

¹Российский государственный аграрный университет — МСХА им. К.А. Тимирязева, Москва, Россия

²АО «Агроплем», Москва, Россия

³ООО «Башкирская мясная компания», Уфа, Россия

✉ savinovantonv@mail.ru

Поступила в редакцию: 28.04.2025

Одобрена после рецензирования: 08.05.2025

Принята к публикации: 22.05.2025

© Савинов А.В., Алтухова Н.С., Круткина М.С., Ложкин Н.А., Белова М.В., Рудь А.И., Рукин И.В.

Research article



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-395-06-73-80

Anton V. Savinov¹ ✉Natalya S. Altukhova¹Maria S. Krutkina²Nikita A. Lozhkin²Marina V. Belova³Andrey I. Rud³Ilya V. Rukin²

¹Russian State Agrarian University — Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia

²JSC "Agroplem", Moscow, Russia

³"Bashkir Meat Company" LLC, Ufa, Russia

✉ savinovantonv@mail.ru

Received by the editorial office: 28.04.2025

Accepted in revised: 08.05.2025

Accepted for publication: 22.05.2025

© Savinov A.V., Altukhova N.S., Krutkina M.S., Lozhkin N.A., Belova M.V., Rud A.I., Rukin I.V.

Разработка и оптимизация уравнения селекционного индекса для комплексной оценки свиней породы йоркшир

РЕЗЮМЕ

Максимальный генетический прогресс по экономически значимым признакам в популяциях свиней зависит от эффективности их оценки племенных качеств, стратегии отбора в селекционные группы и организации подбора родительских пар для получения высокоценного в племенном отношении потомства. Наиболее эффективным приемом является отбор особей по комплексу производственных признаков с учетом их взаимосвязи и экономической значимости.

В данной статье представлены результаты опоросов (количество рожденных живых поросят (NBA), средний вес поросят при рождении (ABW) и данные откормочных и мясных качеств (возраст достижения 100 кг живой массы (ADWG) и толщина шпика (BF) свиней породы йоркшир. В ходе исследования была рассчитана их экономическая и селекционная значимость. Коэффициенты наследуемости признаков, характеризующие воспроизводительные качества свиней, имели низкие значения: 0,14 и 0,20 для NBA и ABW соответственно; характеризующие мясные и откормочные качества — установились на уровне 0,40 и 0,64 для ADWG и BF соответственно. Представлены результаты оптимизации уравнения селекционного индекса для оценки племенной ценности свиней по производственным признакам в зависимости от использования животных в разных системах разведения (чистопородное, скрещивание). Произведен анализ формирования селекционных групп на основании разработанных уравнений комплексного индекса племенной ценности. Путем расчета коэффициента ранговой корреляции определен уровень взаимосвязи между одними и теми же животными, получившими оценку по отдельному признаку продуктивности и разными вариантами селекционных индексов (пределы варьирования составили от -0,07 до +0,70 по общему индексу и от +0,12 до +0,71 — по оптимизированному).

Ключевые слова: селекционный индекс, BLUP, селекционные признаки, свиньи, порода йоркшир

Для цитирования: Савинов А.В., Алтухова Н.С., Круткина М.С., Ложкин Н.А., Белова М.В., Рудь А.И., Рукин И.В. Разработка и оптимизация уравнения селекционного индекса для комплексной оценки свиней породы йоркшир. *Аграрная наука*. 2025; 395 (06): 73–80.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-395-06-73-80>

Development and optimization of a selection index equation for multitrait evaluation in Yorkshire pigs

ABSTRACT

Maximum genetic progress in economically important traits in pig populations depends on the efficiency of their evaluation of breeding qualities, selection strategy in breeding groups and organization of selection of parental pairs to produce offspring of high breeding value. The most effective method is the selection of individuals based on a multiple-traits production, taking into account their relationship and economic importance.

This paper presents farrowing records (number of piglets born alive (NBA), average piglet weight in the litter (ABW) and fattening and meat quality data (average daily weight gain until reaching 100 kg (ADWG) and backfat thickness over 10–11 ribs (BF) in Yorkshire pigs. 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. For the traits NBA, ABW, ADWG and BF in the Yorkshire pigs the heritability was 0.14, 0.20, 0.40 respectively. The results of optimization of the selection index equation for evaluation breeding value of pigs by traits depending on the use of animals in different breeding systems (purebred, crossbreeding) are presented. Based on the developed selection indexes, the formation of breeding groups was analyzed. Using the rank correlation coefficient, the level of relation between the same animals, which were estimated by single trait and different variants of selection index, was determined (the range of variation ranged from -0.07 to +0.70 on total index and from +0.12 to +0.71 on optimized selection index).

Key words: Selection index, BLUP, breeding traits, pigs, Yorkshire breed

For citation: Savinov A.V., Altukhova N.S., Krutkina M.S., Lozhkin N.A., Belova M.V., Rud A.I., Rukin I.V. Development and optimization of a selection index equation for comprehensive evaluation of Yorkshire pigs. *Agrarian science*. 2025; 395 (06): 73–80 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-395-06-73-80>

Введение/Introduction

В племенной работе с сельскохозяйственными животными многих видов зачастую оценку и отбор особей необходимо проводить не по одному признаку, а по нескольким, которые в подавляющем большинстве случаев имеют разную экономическую и селекционную значимость.

В практике отечественного свиноводства отбор племенных свиней базируется на инструкции по бонитировке, в основе которой лежит комплексная оценка животных по происхождению, типичности, промерам, экстерьеру, продуктивности и качеству потомства¹.

Отнесение животных к определенным классам по результатам проведения бонитировки дает лишь общее представление о достоинствах и недостатках животных (в первую очередь их производственной ценности) и не дает в полной мере оценки их генетической ценности — как по отдельным селекционным признакам, так и по их комплексу. Для ведения углубленной селекционной работы такая общая оценка явно недостаточна.

Многими отечественными и зарубежными исследователями обобщены различные методы селекции, используемые в отрасли свиноводства за последние несколько десятилетий: выявлено превосходство BLUP-методологии для оценки племенной ценности животных по хозяйственно полезным признакам над простыми фенотипическими измерениями, приведены преимущества и недостатки процедур селекционного индекса² [1–3].

Селекционные индексы являются важным инструментом в современных системах разведения разных видов сельскохозяйственных животных. Они постоянно адаптируются, совершенствуются и улучшаются. Индексы позволяют объединить информацию по комплексу хозяйственно полезных признаков в единое число, которое можно использовать для ранжирования животных и принятия селекционных решений. Как отмечает А.В. Соляник и соавт. (2013 г.), комплексный индекс нужен не для прогнозирования фактической величины признака, так как он известен, а чтобы дать суммарную (комплексную) расчетную оценку по всем признакам, входящим в индекс согласно экономической цели селекции. Однако, по мнению J.B. Cole, P.M. VanRaden (2018), не существует единой цели селекции, которая была бы наилучшей для всех популяций или всех стад внутри популяции [2, 4].

Ряд авторов сообщают о недостатках селекционных индексов, заключающихся в том, что в

большинстве случаев они обобщены для улучшения породы в целом и используют средние затраты и доходы от производства. При этом индексы не учитывают конкретные маркетинговые и производственные системы производителей³. 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 [3].

Цель исследования — разработка уравнения селекционного индекса племенной ценности по комплексу признаков при разведении свиней породы йоркшир в условиях селекционного-гибридного центра, сосредоточенного на производстве чистопородных и помесных животных.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Материалом исследования послужили записи о продуктивности свиней породы йоркшир, рожденных с 2018 по 2024 год и принадлежащих ООО «Башкирская мясная компания» (г. Уфа, Республика Башкортостан), полученные из базы данных первичного учета организации. В качестве признаков продуктивности были рассмотрены: количество рожденных живых поросят, гол. (*Number Born Alive, NBA*); крупноплодность, г (*Average piglet weight at birth per litter, ABW*), среднесуточный прирост от рождения до достижения живой массы 100 кг, г/сут (*Average daily weight gain, ADWG*), толщина шпика, мм (*Backfat thickness over 10–11 ribs, BF*).

Число записей по показателю количества живорожденных поросят (после логического контроля данных) составило 31 051 опорос для 12 991 свиноматки, по показателю средней массы поросят в гнезде 7037 опоросов для 4908 свиноматок. Данные по откормочным и мясным качествам были представлены 15 611 записями среднесуточного прироста и 17 609 записями по толщине шпика. Общее количество животных в базе данных родословной составило 103 296 свиноматок и 12 704 хряка.

Прогноз племенной ценности производился посредством решения уравнения смешанной модели BLUP Animal Model (наилучший линейный несмещенный прогноз (*англ. Best linear unbiased prediction*) с помощью программного пакета BLUPF90⁴ (Animal and Dairy Science University

¹ Приказ Минсельхоза РФ от 7 мая 2009 года № 179 «Об утверждении Порядка и условий проведения бонитировки племенных свиней и внесении изменений в приказ Минсельхоза России от 19.10.2006 № 402». <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/2069451/?ysclid=ma0502lgb374399228>

² Кузнецов В.М. BLUP Animal Model для племенной оценки свиней: базовая модель. Актуальные проблемы производства свинины в Российской Федерации // Материалы 19-го заседания Межвузовского координационного совета по свиноводству и международной научно-производственной конференции, ДГАУ 23–24 апреля 2010 года, пос. Персиановский, ДГАУ. 2010; 50–57.

³ Beef Sire Selection Manual. National Beef Cattle Evaluation Consortium. 3rd ed. 2021.

⁴ <http://nce.ads.uga.edu/software/>

of Georgia, USA). В общем виде уравнение BLUP AM выглядит так:

$$y = Xb + Zu + e.$$

В матричном виде уравнение смешанной модели представляет собой:

$$\begin{bmatrix} X'X & X'Z \\ Z'X & Z'Z + A^{-1}\alpha \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{b} \\ \hat{u} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'y \\ Z'y \end{bmatrix},$$

где: y — вектор значений признака; b — вектор фиксированных эффектов; u — вектор генетических значений; e — вектор остаточных значений (ошибок); — матрица отношений, основанная на родословной; X и Z — соответствующие структурные матрицы.

Значимость влияния фиксированных эффектов на проявление признака определялась с помощью дисперсионного анализа ($p < 0,05$). В качестве фиксированных эффектов для оценки воспроизводственных качеств были выбраны: ферма, год, месяц опороса; ферма, год, месяц рождения; номер опороса; количество сибсов в помете; возраст первого опороса; возраст опороса. Для оценки откормочных и мясных качеств: ферма, год, месяц рождения; пол; количество сибсов в помете; номер опороса матери на момент рождения животного; индивидуальная масса при рождении; масса при бонитировке [5].

Расчет компонентов «варианс» и «коварианс» производили с помощью модуля AIREML, комплексную оценку племенной ценности — по методологии L. Hazel⁵ (1943) с помощью построения уравнения селекционного индекса. В общем виде уравнение селекционного индекса представлено так:

$$I = \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n, \quad (1)$$

где: I — селекционный индекс; β_n — весовой коэффициент n -го признака; X_n — племенная ценность по n -му признаку.

Нахождение весовых коэффициентов селекционного индекса осуществляли с помощью решения системы уравнений, имеющей вид:

$$b = P^{-1} G\alpha, \quad (2)$$

где: b — вектор весовых коэффициентов; P — матрица фенотипических (ко)варианс; G — матрица генетических (ко)варианс; α — вектор экономических коэффициентов.

Экономические коэффициенты для показателей многоплодия и крупноплодности были рассчитаны с помощью построения уравнения линейной

регрессии, в котором зависимой переменной была представлена суммарная реализационная стоимость всех животных одного опороса при бонитировке, а независимыми переменными — показатели количества живорожденных поросят и средней массы поросенка в опоросе:

$$m \times (p - c) = \text{const} + \beta_1 NBA + \beta_2 ABW, \quad (3)$$

где: m — живая масса животных из одного помета при бонитировке; p — стоимость животных за 1 кг живой массы; c — расходы на прирост 1 кг живой массы; NBA — количество живых поросят в опоросе; ABW — средняя масса поросят в помете; β_n — соответствующий весовой коэффициент.

Экономический коэффициент для показателя толщины шпика рассчитывался по формуле:

$$BF_E = \frac{Coast_I - Coast_3}{ABF_1 - ABF_3}, \quad (4)$$

где: BF_E — экономический коэффициент показателя скорости роста; $Coast_I$ — цена туши I сорта, руб.; $Coast_3$ — цена туши III сорта, руб.; ABF_1 — средняя толщина шпика в тушах I сорта; ABF_3 — средняя толщина шпика в тушах III сорта [3].

Экономический коэффициент для показателя ADWG был рассчитан по формуле:

$$ADWG_E = \frac{\mu_{AGE}}{\mu_{ADWG}} \times C_F, \quad (5)$$

где: $ADWG_E$ — экономический коэффициент показателя скорости роста; μ_{AGE} — средний убойный возраст; μ_{ADWG} — средняя скорость роста; C_F — расходы на откорм в день [6].

Для расчета экономических коэффициентов использовали данные о финансовой отчетности производственной организации. Анализ и обработку всех имеющихся данных осуществляли с помощью языка программирования Python (Python Software Foundation, USA).

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Для оценки селекционно-генетических параметров и осуществления прогноза племенной ценности (*Estimation breeding value, EBV*) построены уравнения смешанного типа для каждого показателя продуктивности с включением только значимо влияющих на разнообразие признаков факторов (табл. 1).

На базе построенных линейных уравнений на следующем этапе произведен прогноз племенной ценности животных по исследуемым признакам продуктивности, рассчитаны их вариантные компоненты и коэффициенты наследуемости (табл. 2).

⁵ Hazel L.N. The genetic basis for constructing selection indexes // Genetics. 1943; 28: 6: 476–490.

Таблица 1. Структуры линейных уравнений BLUP для оценки племенной ценности свиней породы йоркшир

Table 1. BLUP linear equation structures for estimating breeding value in Yorkshire pigs

Селекционный признак	Структура уравнения
Количество рожденных живых поросят	$y_{ijklm} = \mu + FYMb_i + FYMw_j + N_k + \beta_l A_l + U_m + e_{ijklm}$
Средний вес поросенка в помете при рождении	$y_{ijklmn} = \mu + FYMb_i + FYMw_j + N_k + M_l + \beta_l A_m + U_n + e_{ijklmn}$
Скорость роста	$y_{ijkl} = \mu + FYMb_i + F_j + \beta_2 W_k + U_l + e_{ijkl}$
Толщина шпика	$y_{ijkl} = \mu + FYMb_i + \beta_3 B_k + U_l + e_{ijkl}$

Примечание: μ — популяционная средняя, y — фенотипическое значение признака, $FYMb$ — «ферма-год-месяц рождения»; $FYMw$ — «ферма-год-месяц опороса»; N — номер опороса; β_n — соответствующий коэффициент регрессии; A — возраст первого опороса, дней; M — номер опороса матери, в который родилось животное; F — количество сибсов при рождении; W — живая масса при рождении, г; B — масса при бонитировке, кг; U — случайный эффект животного; e — остаточный эффект модели.

Таблица 2. Коэффициенты наследуемости и вариантные компоненты селекционных признаков свиней

Table 2. Heritability and variant components of selection traits in pigs

Параметр	Признаки			
	количество живых поросят при рождении	крупноплодность	скорость роста	толщина шпика
σ_R^2	18,148	28526,0	2974,6	0,81
$SE(\sigma_R^2)$	0,173	665,33	81,157	0,03
σ_G^2	2,927	7132,8	1956,3	1,45
$SE(\sigma_G^2)$	0,205	795,34	132,89	0,05
h^2	0,14	0,20	0,40	0,64

Примечание: σ_R^2 — остаточная дисперсия; σ_G^2 — аддитивная генетическая дисперсия; $SE(\sigma_R^2)$ — стандартная ошибка остаточной дисперсии; $SE(\sigma_G^2)$ — стандартная ошибка генетической дисперсии.

Признаки, связанные с воспроизводительными качествами свиней, имели низкую генетическую обусловленность ($h^2 = 0,14-0,20$), откормочные и мясные показатели характеризовались средним уровнем наследуемости ($h^2 = 0,40-0,64$), что согласуется с результатами других исследователей.

Mahboob Alam (2021) приводит результаты расчетов коэффициентов наследуемости для породы йоркшир корейской селекции. Для показателя количества живорожденных поросят он составил 0,09, скорости роста — 0,34, толщины шпика — 0,45 [7]. По данным Yiting Yang (2023), коэффициент наследуемости для количества живорожденных поросят составил 0,193, для средней массы поросенка в помете — 0,186 [8].

Показатель многоплодия является одним из наиболее экономически значимых признаков продуктивности в селекционных программах в свиноводстве [9, 10]. В то же время увеличение количества поросят в помете оказывает негативное влияние на среднюю массу рожденных поросят и выровненность поросят по живой массе, что в свою очередь снижает показатели среднесуточного прироста и выживаемости поросят до отъема [11, 12]. Таким образом, оптимальной стратегией отбора лучших генотипов является отбор по комплексу хозяйственно полезных признаков,

Таблица 3. Показатели изменчивости и взаимосвязи анализируемых признаков в оцениваемой выборке*

Table 3. Parameters of variability and relationship of analyzed traits in the evaluation sample *

Признак	Количество живых поросят при рождении	Крупноплодность	Скорость роста	Толщина шпика
Количество живых поросят при рождении	2,93 21,08	-34,69	-40,88	-0,72
Крупноплодность	-372,81	7132,8 35658,8	821,80	-19,32
Скорость роста	-96,72	3447,62	1956,3 4930,9	33,02
Толщина шпика	-0,96	-22,71	60,18	1,45 2,26

Примечание: * генетические ковариансы — выше диагонали, фенотипические ковариансы — ниже диагонали, генетическая и фенотипическая дисперсия признаков — на диагонали.

основанный на построении уравнения селекционного индекса, учитывающего изменчивость целевого признака и его взаимосвязь с другими признаками, а также экономическую значимость включенных в индекс признаков.

Для построения селекционного индекса рассчитаны генетические и фенотипические дисперсии и ковариансы признаков (табл. 3). Ковариантные компоненты между воспроизводительными показателями и откормочными и мясными качествами вычислены на основании собственной продуктивности животных и данных по первому опоросу.

Результаты таблицы 3 свидетельствуют о наличии отрицательной (как генетической, так и фенотипической) связи между NBA и остальными исследуемыми признаками, между крупноплодностью (ABW) и толщиной шпика. Во всех остальных парах признаков наблюдали положительную сопряженность.

Вектор экономических коэффициентов (в рублях) для признаков количество рожденных живых поросят, крупноплодностью, скорости роста и толщины шпика составил 1620, 17, 32, 195 соответственно. На основании полученных данных построено уравнение селекционного индекса, включающее в себя все исследуемые показатели

продуктивности. Общий вид уравнения представлен как:

$$I_{\text{общий}} = 226X_1 + 4X_2 + 6X_3 - 91X_4,$$

где: $I_{\text{общий}}$ — значение общего селекционного индекса; X_1 — значение индексов племенной ценности по признаку многоплодия; X_2 — значение индексов племенной ценности по признаку крупноплодности; X_3 — значение индексов племенной ценности по признаку скорости роста; X_4 — значение индексов племенной ценности по признаку толщины шпика.

На основании индекса была проведена комплексная оценка племенной ценности для всех животных из базы данных родословной. Для анализа эффективности отбора на основании селекционного индекса построены графики, отображающие среднее значение племенной ценности по каждому из показателей продуктивности в группе животных, отобранной с разной интенсивностью (% отбора от всех исследуемых животных). Отбор на основании селекционного индекса обеспечивает сбалансированное увеличение (или, если это является целью селекции, уменьшение — например, для толщины шпика) всех включенных показателей продуктивности как при оценке свиноматок, так и при оценке хряков (рис. 1, 2). Формирование селекционных групп на основании селекционного индекса при любой интенсивности отбора учитывает весь комплекс показателей продуктивности.

Важную роль в производстве продукции свиноводства играет система гибридизации, при которой производится скрещивание специализированных отцовских и материнских линий животных с целью получения эффекта гетерозиса. Селекция при создании специализированных линий ведется по ограниченному набору признаков. Для материнских линий основными показателями являются показатели опороса и молочности свиноматки, для отцовских — мясные качества, показатели конверсии корма и скорости роста [13–15].

Авторами разработано оптимизированное уравнение селекционного индекса для отбора животных при формировании групп свиней материнских линий. В состав данного индекса были включены показатели многоплодия и крупноплодности. Итоговое уравнение имело следующий вид:

$$I_{\text{оптим}} = 282X_1 + 5X_2,$$

где: $I_{\text{оптим}}$ — значение оптимизированного селекционного индекса; X_1 — значение индексов племенной ценности по признаку многоплодия; X_2 — значение индексов племенной ценности по признаку крупноплодности.

При моделировании селекционных групп животных было установлено, что оптимизированный

Рис. 1. Средние значения племенной ценности свиноматок в группах с разной интенсивностью отбора по общему индексу*

Fig. 1. Average breeding value of sows in groups with different selection intensity according to the total index

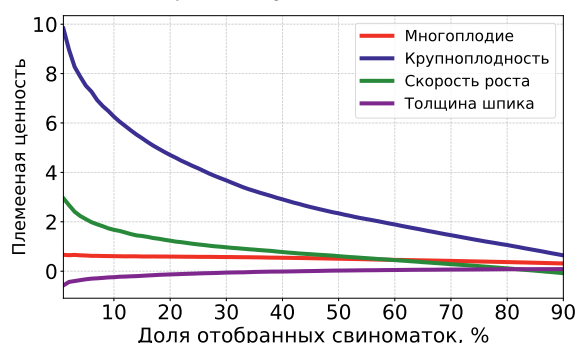
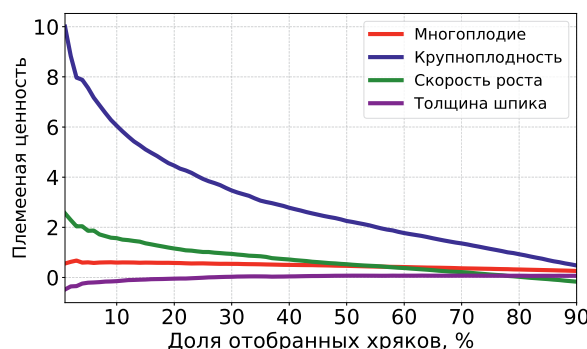


Рис. 2. Средние значения племенной ценности хряков в группах с разной интенсивностью отбора по общему индексу*

Fig. 2. Average breeding value of boars in groups with different selection intensity according to the total index



Примечание: * для удобства отображения единицы измерения племенной ценности для показателей крупноплодности и скорости роста представлены как 0,1 г (здесь и далее).

индекс обеспечивает более интенсивное увеличение многоплодия в отобранных группах по сравнению с общим индексом.

Среднее значение племенной ценности по многоплодию при отборе 10% лучших свиноматок составило +0,60 гол. по общему индексу и +0,87 гол. — по оптимизированному. В то же время средняя племенная ценность по показателю крупноплодности при отборе 10% лучших свиноматок составила +62 г по всему комплексу признаков и +61 г — по оптимизированному. Среднее значение племенной ценности в отобранной группе характеризует генетическое превосходство животных по признаку продуктивности относительно среднего значения признака в исследуемой популяции.

Таким образом, оптимизированный селекционный индекс является наиболее эффективным для увеличения показателей многоплодия. Среднее значение племенной ценности по скорости роста в группе 10% лучших свиноматок по общему индексу составило +17 г, +36 г — по оптимизированному; по толщине шпика -0,23 мм и +0,08 мм соответственно (рис. 3, 4).

При отборе 10% лучших хряков по общему индексу средние значения племенной ценности

Рис. 3. Средние значения племенной ценности свиноматок в группах с разной интенсивностью отбора по оптимизированному индексу

Fig. 3. Average breeding value of sows in groups with different selection intensity according to the optimized index

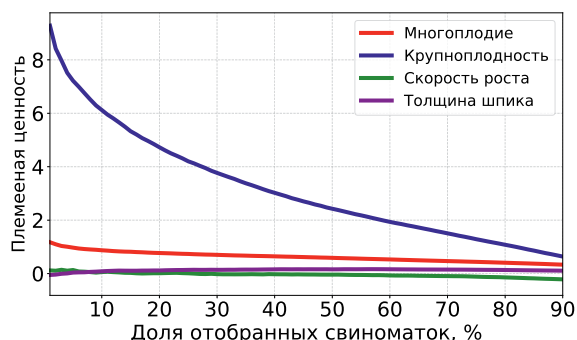
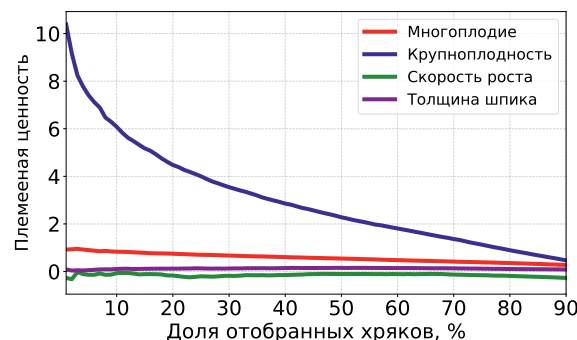


Рис. 4. Средние значения племенной ценности хряков в группах с разной интенсивностью отбора по оптимизированному индексу

Fig. 4. Average breeding value of boars in groups with different selection intensity according to the optimized index



составили +0,60, +60, +16, -0,21, при отборе по оптимизированному — +0,85, +59, +0,64 и +0,09 для показателей многоплодия, крупноплодности, скорости роста и толщины шпика соответственно.

Установлено, что оценка и отбор животных по общему индексу обеспечивает генетический прогресс по каждому из включенных показателей продуктивности, в то время как отбор по оптимизированному индексу акцентирован на улучшение показателей количества живорожденных поросят и крупноплодности. При этом другие показатели имеют значительно менее выраженную тенденцию к увеличению или снижаются (скорость роста и толщина шпика). Данный факт подтверждают рассчитанные коэффициенты ранговой корреляции между величинами племенной ценности животных по отдельному признаку и разными вариантами (общий и оптимизированный) селекционного индекса. Результаты приведены в таблице 4.

Оценена эффективность двухэтапной схемы отбора животных в селекционные группы. Предварительный отбор осуществляли на основании общего селекционного индекса, включающего все показатели продуктивности, при котором

Таблица 4. Значения коэффициентов ранговой корреляции между оценками племенной ценности свиней по отдельным признакам продуктивности и селекционному индексу

Table 4. Rank correlation between evaluated breeding values of pigs by single trait productivity and by selection index

Селекционный индекс	Признак			
	многоплодие	крупноплодность	скорость роста	толщина шпика
$I_{\text{общий}}$	+0,47	+0,70	+0,56	-0,07
$I_{\text{оптим}}$	+0,64	+0,71	+0,18	+0,12

были отобраны 20% лучших животных по общему индексу.

Второй этап отбора провели с использованием оптимизированного селекционного индекса, при котором были отобраны 50% лучших животных из отобранных на первом этапе. Средние значения племенной ценности в отобранной группе животных по показателям многоплодия, крупноплодности, скорости роста и толщине шпика при двухэтапном отборе составили: +0,80, +60, +5 и -0,02 для хряков и +0,80, +63, +5,45 и -0,02 для свиноматок. Двухэтапный отбор обеспечивает более интенсивное увеличение показателя многоплодия, чем при отборе по общему индексу, при этом не допуская ухудшения откормочных и мясных качеств, как при отборе по оптимизированному индексу.

Выбор стратегии отбора хряков и свиноматок на основании селекционного индекса по комплексу показателей продуктивности необходимо проводить в соответствии с целями селекции, применяемыми технологиями скрещивания и гибридизации, а также экономической значимости признаков в зависимости от используемой системы производства и реализации продукции свиноводства.

Выводы/Conclusions

Разработано уравнение селекционного индекса, включающее показатели многоплодия, крупноплодности, скорости роста и толщины шпика для комплексного отбора в селекционные группы хряков и свиноматок породы йоркшир.

Предложено оптимизированное уравнение селекционного индекса, включающее ограниченный набор воспроизводительных показателей свиней для проведения двухэтапного отбора на базе двух индексов.

Установлено, что комплексный отбор способствует сбалансированному увеличению всех исследуемых признаков продуктивности, в то время как двухэтапный отбор с использованием оптимизированного уравнения селекционного индекса максимизирует генетическое улучшение показателя многоплодия, не допуская снижения коррелирующих с ним признаков продуктивности.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors made an equal contribution to the work.

The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism.

The authors declare no conflict of interest.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Kodak O., Nagy I. Historical overview of the selection indices applied in pig breeding. *Acta Agraria Kaposváriensis*. 2019; 23(1): 22–31.
<https://doi.org/10.31914/aak.2294>
2. Соляник А.В., Соляник В.В., Соляник А.А. Общетеоретические основы использования численных методов в принятии управленческих решений в свиноводстве. Монография. Горки: БГСХА. 2013; 412.
ISBN 978-985-467-430-8
<https://elibrary.ru/inkjvw>
3. Мельникова Е.Е., Никитин С.А., Кабанов А.В., Сермягин А.А., Харитонов С.Н., Зинovieva Н.А. Использование селекционных индексов в разных системах разведения свиней материнских пород. *Российская сельскохозяйственная наука*. 2020; (4): 46–50.
<https://doi.org/10.31857/S2500262720040110>
4. Cole J.B., VanRaden P.M. *Symposium review: Possibilities in an age of genomics: The future of selection indices*. *Journal of Dairy Science*. 2018; 101(4): 3686–3701.
<https://doi.org/10.3168/jds.2017-13335>
5. Савинов А.В. и др. Анализ селекционно-генетических параметров в популяции свиней пород йоркшир и ландрас. *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2025; 1(2): 151–166.
<https://doi.org/10.26897/0021-342X-2025-2-151-166>
6. Hermes S., Ludemann C.I., Amer P.R. Economic weights for performance and survival traits of growing pigs. *Journal of Animal Science*. 2014; 92(12): 5358–5366.
<https://doi.org/10.2527/jas.2014-7944>
7. Alam M., Chang H.-K., Lee S.-S., Choi T.-J. Genetic Analysis of Major Production and Reproduction Traits of Korean Duroc, Landrace and Yorkshire Pigs. *Animals*. 2021; 11(5): 1321.
<https://doi.org/10.3390/ani11051321>
8. Yang Y. et al. Estimation of genetic parameters of pig reproductive traits. *Frontiers in Veterinary Science*. 2023; 10: 1172287.
<https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1172287>
9. Рудь А.И., Ларионова П.В., Киселева И.А., Королева А.Н. Обоснование селекции свиноматок на продуктивное долголетие. *Свиноводство*. 2010; (8): 38–41.
<https://elibrary.ru/ncuqpx>
10. Дойлидов В.А. Экономическая эффективность новых способов и приемов отбора ремонтных свинок и свиноматок при ведении селекции на многоплодие. *Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почёта» государственная академия ветеринарной медицины»*. 2021; 57(2): 96–102.
DOI: 10.52368/2078-0109-2021-57-2-96-102
11. Repeto R.O. Genetic selection and advances in swine breeding: a review of its impact on sow's reproductive traits. *International Journal of Research and Review*. 2020; 7(10): 41–52.
12. Свиначев И.Ю., Колосов Ю.А., Третьякова О.Л., Кошаев А.Г., Кошаева О.В. Моделирование региональной системы разведения свиней. *Научный журнал КубГАУ*. 2015; 114: 1001–1017.
<https://elibrary.ru/vhfmix>
13. Грищенко С.А., Ребезов М.Б., Соломаха С.В. Показатели убоя товарных гибридов F2 свиней в зависимости от показателей линейного роста ремонтных свинок материнской породы (ММ). *Всё о мясе*. 2024; (6): 46–52.
<https://doi.org/10.21323/2071-2499-2024-6-46-52>
14. Чистяков В.Т. Современное развитие селекции и генетики в отечественном свиноводстве. *Вестник Воронежского государственного аграрного университета*. 2018; 4: 71–78.
15. Шарнин В.Н., Михайлов Н.В., Свиначев И.Ю., Ковалев А.А. Интенсификация племенного отбора в свиноводстве. *Свиноводство*. 2011; 2: 8–11.

ОБ АВТОРАХ

Антон Васильевич Савинов¹

аспирант
savinovantonv@mail.ru
<http://orcid.org/0000-0002-6770-1990>

Наталья Сергеевна Алтухова¹

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
n.altukhova@rgau-msha.ru
<http://orcid.org/0000-0001-6169-3953>

Мария Сергеевна Круткина²

руководитель аналитического отдела
mkrutkina@agroplem.ru
<https://orcid.org/0009-0008-0616-3990>

REFERENCES

1. Kodak O., Nagy I. Historical overview of the selection indices applied in pig breeding. *Acta Agraria Kaposváriensis*. 2019; 23(1): 22–31.
<https://doi.org/10.31914/aak.2294>
2. Solyanik A.V., Solyanik V.V., Solyanik A.A. General theoretical foundations of using numerical methods in making management decisions in pig breeding. Monograph. Gorki: *Belarusian State Agricultural Academy*. 2013; 412 (in Russian).
ISBN 978-985-467-430-8
<https://elibrary.ru/inkjvw>
3. Melnikova E.E., Nikitin S.A., Kabanov A.V., Sermyagin A.A., Kharitonov S.N., Zinovieva N.A. Selection Indices Used in Different Breeding Systems with Pigs of Maternal Breeds. *Russian Agricultural Sciences*. 2020; 46(5): 503–508.
<https://doi.org/10.3103/S1068367420050134>
4. Cole J.B., VanRaden P.M. *Symposium review: Possibilities in an age of genomics: The future of selection indices*. *Journal of Dairy Science*. 2018; 101(4): 3686–3701.
<https://doi.org/10.3168/jds.2017-13335>
5. Savinov A.V. et al. Analysis of selection and genetic parameters in Yorkshire and Landrace pigs. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2025; 1(2): 151–166 (in Russian).
<https://doi.org/10.26897/0021-342X-2025-2-151-166>
6. Hermes S., Ludemann C.I., Amer P.R. Economic weights for performance and survival traits of growing pigs. *Journal of Animal Science*. 2014; 92(12): 5358–5366.
<https://doi.org/10.2527/jas.2014-7944>
7. Alam M., Chang H.-K., Lee S.-S., Choi T.-J. Genetic Analysis of Major Production and Reproduction Traits of Korean Duroc, Landrace and Yorkshire Pigs. *Animals*. 2021; 11(5): 1321.
<https://doi.org/10.3390/ani11051321>
8. Yang Y. et al. Estimation of genetic parameters of pig reproductive traits. *Frontiers in Veterinary Science*. 2023; 10: 1172287.
<https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1172287>
9. Rud A.I., Larionova P.V., Kiseleva I.A., Koroleva A.N. Grounding of selection for sow longevity. *Pigbreeding*. 2010; (8): 38–41 (in Russian).
<https://elibrary.ru/ncuqpx>
10. Doylidov V.A. Economic Efficiency of New Methods and Techniques for Selecting Replacement Gilts and Sows in Breeding for Fecundity. *Scientific Notes of the Educational Institution "Vitebsk Order of the Badge of Honor State Academy of Veterinary Medicine"*. 2021; 57(2): 96–102 (in Russian).
DOI: 10.52368/2078-0109-2021-57-2-96-102
11. Repeto R.O. Genetic selection and advances in swine breeding: a review of its impact on sow's reproductive traits. *International Journal of Research and Review*. 2020; 7(10): 41–52.
12. Svinarev I.Yu., Kolosov Yu.A., Tretyakova O.L., Koshchaev A.G., Koshchaeva O.V. Modeling regional systems of breeding pigs. *Scientific Journal of KubSAU*. 2015; 114: 1001–1017 (in Russian).
<https://elibrary.ru/vhfmix>
13. Gritsenko S.A., Rebezov M.B., Solomakha S.V. Indicators of slaughter of commercial F2 pig hybrids depending on the indicators of linear growth of replacement pigs of the maternal breed (MM). *Vse o myase*. 2024; (6): 46–52 (in Russian).
<https://doi.org/10.21323/2071-2499-2024-6-46-52>
14. Chistyakov V.T. Modern development of breeding and genetics in the Russian pig breeding. *Vestnik of Voronezh state agrarian university*. 2018; 4: 71–78 (in Russian).
15. Sharnin V.N., Mikhailov N.V., Svinarev I.Yu., Kovalev A.A. Intensification of breeding selection in pig breeding. *Swine Breeding*. 2011; 2: 8–11 (in Russian).

ABOUT THE AUTHORS

Anton Vasilyevich Savinov¹

Graduate Student
savinovantonv@mail.ru
<http://orcid.org/0000-0002-6770-1990>

Natalya Sergeevna Altukhova¹

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
n.altukhova@rgau-msha.ru
<http://orcid.org/0000-0001-6169-3953>

Maria Sergeevna Krutkina²

Head of the Analytical Department
mkrutkina@agroplem.ru
<https://orcid.org/0009-0008-0616-3990>

Никита Александрович Ложкин²

аналитик
nlozhkin@agroplem.ru
<http://orcid.org/0009-0007-5577-3907>

Марина Владимировна Белова³

начальник селекционно-генетического управления
belova_mv@tavros.ru
<http://orcid.org/0009-0006-5259-6549>

Андрей Иванович Рудь³

доктор сельскохозяйственных наук,
руководитель научно-исследовательского
отдела селекции животных
rud_ai@tavros.ru
<http://orcid.org/0000-0001-8893-2846>

Илья Владимирович Рукин²

директор по научным исследованиям и разработкам
irukin@agroplem.ru
<http://orcid.org/0000-0003-4093-3254>

¹Российский государственный аграрный университет —
МСХА им. К.А. Тимирязева,
ул. Тимирязевская, 49, Москва, 127434, Россия

²АО «Агроплем»,
Каширское шоссе, 49, Москва, 115409, Россия

³ООО «Башкирская мясная компания»,
пр-т Октября, 1, Уфа, 450001, Россия

Nikita Alexandrovich Lozhkin²

Analyst
nlozhkin@agroplem.ru
<http://orcid.org/0009-0007-5577-3907>

Marina Vladimirovna Belova³

Head of the Breeding and Genetics Department
belova_mv@tavros.ru
<http://orcid.org/0009-0006-5259-6549>

Andrey Ivanovich Rud³

Doctor of Agricultural Sciences,
Head of the Animal Breeding Research Department
rud_ai@tavros.ru
<http://orcid.org/0000-0001-8893-2846>

Ilya Vladimirovich Rukin²

Director of Research and Development
irukin@agroplem.ru
<http://orcid.org/0000-0003-4093-3254>

¹Russian State Agrarian University — Moscow Timiryazev
Agricultural Academy,
49 Timiryazevskaya Str., Moscow, 127434, Russia

²JSC "Agroplem",
49 Kashirskoe Highway, Moscow, 115409, Russia

³LLC "Bashkir Meat Company",
1 Prospekt Oktyabrya, Ufa, 450001, Russia



Международная выставка
сельскохозяйственной техники,
материалов и оборудования
для животноводства и растениеводства

29–31 октября 2025

г. Екатеринбург,
МВЦ «Екатеринбург-Экспо»



Забронируйте стенд
www.agroprom-ural.ru

Организаторы



Международная
Выставочная
Компания



**ЕКАТЕРИНБУРГ
ЭКСПО** МЕЖДУНАРОДНЫЙ
ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР

