

Таким образом, определены наиболее предпочтительные аллели в микросателлитных локусах ДНК лошадей верховых пород, взаимосвязанные с показателями их спортивной работоспособности, которые можно использовать в качестве маркеров при их отборе.

Полученные данные могут являться важным инструментом для раннего прогнозирования спортивной работоспособности верховых лошадей, обеспечивающих высокий уровень их производительных качеств.

Литература

1. Будревич, О. Л. Взаимосвязь гена СОХ4I2 со спортивными качествами лошадей траккененской и ганноверской пород / О. Л. Будревич, А. В. Вишневец // Инновационное развитие продуктивного и непродуктивного животноводства: сб. тр. науч.-практ. конф. – Брянск, 2022. – С.178-183.
2. Analysis of competition performance in dressage and show jumping of Dutch Warm blood horses / G. Rovere [et al.] // Journal Animal Breeding and Genetics. – 2016. – Vol. 133(6). – P. 503-512. – DOI: 10.1111/jbg.12221.
3. Wilkin, T. Equine performance genes and the future of doping in horseracing / T. Wilkin. T., A. Baoutina, N. Hamilton // Drug Test Anal. – 2017. – Vol. 9(9). – P. 1456-1471. – DOI: 10.1002/dta.2198. 4..
4. Ертай, А. Б. Хозяйственно-полезные признаки и генетический полиморфизм по микросателлитам ДНК овец эдильбаевской породы : автореф. дис... канд. с.-х. наук / А. Б. Ертай. – Москва, 2023. – 24 с.
5. Храброва, Л. А. Теоретические и практические аспекты генетического мониторинга в коневодстве : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук : 06.02.07 / Л. А. Храброва ; ВНИИК. – Дивово, 2011. – 38 с.
6. Технология генотипирования лошадей по микросателлитным локусам ДНК: мет. рекомендации / И. П. Шейко [и др.]. – Жодино, 2016. – 18 с.

Поступила 7.05.2024 г.

УДК 636.4.082:025.4

Н.М. ХРАМЧЕНКО¹, К.В. НЕВАР², Т.Н. САДОВСКАЯ³

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСНЫХ ИНДЕКСОВ ПЛЕМЕННОЙ ЦЕННОСТИ В СВИНОВОДСТВЕ

¹*Белплемживобъединение, г. Минск, Республика Беларусь*

²*Научно-практический центр национальной академии наук Беларуси по животноводству, г. Жодино, Республика Беларусь*

³*Гродненский государственный аграрный университет, г. Гродно, Республика Беларусь*

Целью представленной работы было установить взаимосвязь индексной оценки животных с величинами измерений селекционируемых признаков,

входящими в индексную оценку. Исследования проведены на популяции свиной двух плановых пород ландрас и йоркшир, обладающих достаточным количеством животных с измеренными значениями селекционируемых признаков собственной продуктивности и имеющимися в государственной информационной системе в области племенного свиноводства на 31.12.2022 года в количестве 2915 основных свиноматок и 76 основных хряков-производителей. Установлено, что все селекционируемые признаки, входящие в комплексные индексы свиноматок и хряков-производителей, имеют положительные значения корреляции средней и высокой степени: для свиноматок: среднесуточный прирост – 0,915-0,835, многоплодие – 0,179-0,487, масса гнезда к отъёму – 0,482-0,377; для хряков-производителей: толщина шпика – 0,297 – (- 0,225) для пород ландрас и йоркшир, соответственно, среднесуточный прирост - 0,999, что свидетельствует о возможности использования разработанных индексов в селекционно-племенной работе.

Ключевые слова: селекционный индекс, агрегатный генотип, экономическая ценность, свиньи.

N.M. KHRAMCHENKO, K.V. NEVAR, T.N. SADOVSKAYA

USE OF ECONOMIC COMPLEX INDICES OF BREEDING VALUE IN PIG PRODUCTION

¹*Belplemzhivodobnenie, Minsk, Republic of Belarus*

²*Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences
of Belarus for Animal Breeding, Zhodino, Republic of Belarus*

³*Grodno State Agrarian University, Grodno, Republic of Belarus*

The aim of the presented work was to establish the relationship between the index assessment of animals and the measurement values of the selected traits included in the index assessment. The research was conducted on the population of pigs of two planned breeds, Landrace and Yorkshire, having a sufficient number of animals with measured values of selected traits of their own productivity and available in the state information system in the field of pedigree pig breeding as of December 31, 2022 in the number of 2,915 main sows and 76 main stud boars. It was found that all selected traits included in the complex indices of sows and stud boars had positive correlation values of medium and high degree: for sows: average daily gain – 0.915-0.835, prolificacy – 0.179-0.487, litter weight at weaning – 0.482-0.377; for stud boars: backfat thickness – 0.297 – (- 0.225) for Landrace and Yorkshire breeds, respectively, average daily gain - 0.999, which indicates the possibility of using the developed indices in selection and breeding work.

Keywords: selection index, aggregate genotype, economic value, pigs.

Введение. Широкое использование индексов, объединяющих несколько селекционируемых признаков, впервые началось с разработки

Hazel L.N. в 1943 году методики определения комплексного генотипа как линейной комбинации племенной ценности селекционируемого признака, взвешенного на его ценность, выраженной в весовых коэффициентах. Эта методика, позволяющая объединить для одновременного отбора племенную ценность животных по нескольким признакам, получила название теории селекционного индекса и является наиболее теоретически обоснованной в настоящее время. Данная теория объединяет методы, которые позволяют решить проблему объединения информации из разных источников, чтобы получить максимально точный прогноз общей генетической ценности для заранее определённой комбинации селекционируемых признаков, племенная ценность которых может быть рассчитана разными методами: по фенотипу, генотипу, геному [1]. При её использовании для расчёта весовых коэффициентов селекционируемых признаков, включённых в комплексный индекс, необходима информация об их экономической ценности и генетических и фенотипических ковариационно-вариационных матрицах. Экономическая ценность может быть определена из прибыли или экономической эффективности, полученной предприятием за счёт совокупной племенной ценности животного. В настоящее время целью большинства коммерческих программ селекции является увеличение прибыли, или экономической эффективности производства. Предпочтения селекционеров, которые не имеют под собой прямого экономического обоснования и основаны на желании развивать подконтрольную популяцию в определённом направлении, также могут быть целью селекции, данный подход зачастую используется при селекции домашних питомцев. В конечном счёте оба подхода направлены на экономическую целесообразность разведения животных, поэтому обобщённо, независимо от способа определения, будем использовать термин «экономическая ценность». Экономическая ценность может быть выражена как в денежном выражении, единицах измерения и относительных величинах, в частности, так и в долях единицы или процентах селекционируемых признаков [2, 3, 4, 5].

Фенотипические и генотипические ковариационно-вариационные матрицы могут быть получены напрямую из данных фенотипических измерений и величин племенной ценности популяции или быть рассчитаны из селекционно-генетических параметров (наследуемости, генетических и фенотипических корреляций). Их использование при расчёте весовых коэффициентов позволяет учесть влияние взаимосвязи между признаками и колебаний в уровнях наследуемости и изменчивости, тем самым оптимизируя влияние каждого признака на величину комплексного индекса согласно заданной экономической ценности.

Согласно теории селекционного индекса, весовые коэффициенты b

являются результатом решением следующей системы уравнений (формула 1):

$$b = P^{-1} G v \quad (1)$$

где:

b – вектор весовых коэффициентов признаков входящих в комплексный индекс;

P – матрица фенотипических (ко)вариаций в комплексный индекс;

G – матрица генетических (ко)вариаций признаков входящих в комплексный индекс;

v – вектор экономических весов признаков.

Несмотря на то, что на теории селекционного индекса, разработанной Hazel L.N., основаны большинство комплексных индексов программ селекции сельскохозяйственных животных стран с развитым животноводством, она практически не используется для разработки комплексных индексов в современном животноводстве республики, в частности в свиноводстве.

В настоящее время при расчёте комплексных индексов, в качестве весовых коэффициентов используются экономические веса признаков, выраженные в долях единицы. Данный подход вполне допустим при объединении частных индексов, стандартизированных по единой методике в комплексный индекс племенной ценности, но недопустим для комплексных индексов, в основе которых лежит племенная (генетическая) ценность группы селекционируемых признаков (молочная продуктивность, воспроизводство, экстерьер и др.). При этом необходимость использования теории селекционного индекса для разработки комплексной индексной оценки закреплена в Решении Коллегии Евразийской экономической комиссии (ЕЭК) от 24 ноября 2020 г. № 149 «Об утверждении методик оценки племенной ценности сельскохозяйственных животных в государствах – членах Евразийского экономического союза» [6]. В целях широкого внедрения в практику селекции и имплементации решения ЕЭК в 2021 году начаты исследования, направленные на разработку методических рекомендаций по конструированию и использованию комплексных индексов на примере свиноводства, включающие разработку программного обеспечения, которое позволит значительно облегчить использование в практической селекции данной теории и будет универсально для применения в селекции любого вида сельскохозяйственных животных.

Целью представленной работы является установление взаимосвязи индексной оценки животных с величинами измерений селекционируемых признаков входящими в индексную оценку.

Материал и методика исследований. Для расчёта чистой стоимости селекционируемых признаков на одну единицу селекционируемого признака разработана биоэкономическая модель, предложенная DeVries [7], для имитации жизненного цикла группы свиноматок и их потомства.

Экономическая ценность признака рассчитывается как отношение изменения прибыли (или эффективности) к изменению генетического уровня признака.

Предельная экономическая ценность признака i (v_i) [8]:

$$v_i = \frac{P * (\mu_i + d_i) - P * (\mu_i - d_i)}{2d_i} = \frac{\Delta P}{\Delta i}$$

где μ_i – среднее значение признака i . d_i – изменение признака, P – чистая прибыль для заданного значения признака i , ΔP – разница в чистой прибыли; Δi – разница в признаке i .

Расчёт весовых коэффициентов комплексных индексов проведён согласно формуле 1. В комплексный индекс вошли: для хряков-производителей – два признака: среднесуточный прирост от рождения до живой массы 100 кг (ССП) и толщина шпика (ТШ); для свиноматок – три признака: среднесуточный прирост от рождения до живой массы 100 кг, многоплодие (М), средняя масса поросёнка при отъёме (МПГ). В качестве селекционно-генетические параметров, необходимых для расчёта весовых коэффициентов комплексных индексов, использованы фактические данные стандартного отклонения и корреляции между признаками пород ландрас и йоркшир (таблица 1). После расчёта весовых коэффициентов комплексные индексы (y) приняли вид:

- для хряков-производителей: $y = 3,547 \times \text{ССП} + (-6,041) \times \text{ТШ}$

- для свиноматок: $y = 3,9 \times \text{ССП} + 27,5 \times \text{М} + 7,35 \times \text{МПГ}$

Таблица 1 – Экономический вес селекционируемых признаков и селекционно-генетические параметры популяции свиней пород ландрас и йоркшир

При- знак	Эконом вес (v) руб.	h^2	σ	Корреляция над диагональю ге- нотипическая, под диагональю фенотипическая		
Хряки-производители				ССП	ТШ	
ССП	5,12	0,71	50,9	-	0,15	
ТШ	-9,23	0,26	2,96	0,15	-	
Свиноматки				ССП	М	МПГ
ССП	5,12	0,71	50,9	-	0,246	-0,184
М	400,6	0,11	3,23	0,246	-	-0,882
МПГ	80,07	0,10	20,0	-0,184	-0,882	-

Исследования взаимосвязи индексной оценки с селекционируемыми

признаками проведены в популяции свиней двух плановых пород: ландрас и йоркшир, обладающих достаточным количеством животных с измеренными значениями селекционируемых признаков собственной продуктивности имеющимися в государственной информационной системе в области племенного свиноводства следующих хозяйств: СК репродуктор первого порядка «Рассошное», «Нуклеус» Минской области, КХ «Тодрика Б.С.», СПК «им. Черняховского» Гродненской области, КФХ «Прибужское» Брестского района, ОАО «Василишки» Щучинского района, СК «Мышанка» Гомельской области, филиал «СГЦ «Заднепровский» ОАО «Оршанский КХП» Оршанского района, в количестве 2915 основных свиноматок и 76 основных хряков-производителей.

Результаты эксперимента и их обсуждение. Проведена комплексная индексная оценка племенной ценности хряков-производителей и свиноматок. Ввиду 100 % совпадения рейтинга оценённых животных нами не проводилась Z-стандартизация индексной оценки, которая показывает, сколько стандартных отклонений составляет разброс индекса относительного среднего значения (данная стандартизация применяется в используемой системе индексной оценки, в которой одно стандартное отклонение приравнивается к 12 баллам при среднем равным 100). Таким образом, мы использовали фактические значения комплексных индексов. При необходимости можно использовать данный метод, что обеспечит возможность сравнения неоднородных значений разных индексов и облегчит определение рейтинга животного в популяции.

В таблице 2 представлены усреднённые данные индексной оценки 2915 основных свиноматок пород йоркшир и ландрас. В абсолютном выражении средняя величина индекса составила 3254 балла. В среднем свиноматки породы йоркшир имели выше показатели индексной оценки в сравнении с породой ландрас на 55 баллов.

Таблица 2 – Средние фенотипические значения селекционируемых признаков репродуктивных качеств свиноматок и их индексная оценка

Порода	n	Фенотипические показатели			Индексная оценка	
		среднесуточный прирост, г	многоплодие, голов	Масса гнезда к отъёму, кг	среднее	σ
Ландрас	1783	569	12,2	91,9	3233	240
Йоркшир	1132	581	12,4	92,6	3288	194
Две породы	2915	574	12,3	92,2	3254	222

В таблице 3 представлены усредненные данные индексной оценки 76 основных хряков-производителей пород йоркшир и ландрас. В абсолютном выражении величина индекса составила 2242 балла. Хряки-

производителей породы ландрас имели выше показатели индексной оценки породы йоркшир на 21 балл.

Таблица 3 – Средние фенотипические значения селекционируемых признаков оценки собственной продуктивности хряков-производителей и их индексная оценка

Порода	n	Фенотипические показатели		Индексная оценка	
		среднесуточный прирост, г	толщина шпика, мм	среднее	σ
Ландрас	35	649	7,73	2253	285
Йоркшир	41	643	8,07	2232	287
Две породы	76	646	7,91	2242	286

Одним из главных параметров оценки качества разработанного индекса является наличие положительной взаимосвязи комплексной индексной оценки с фактическими значениями признаков входящих в него. Расчётные величины взаимосвязи в последующем используются для моделирования селекционного процесса на основе индексной селекции.

Анализ взаимосвязи фенотипических значений селекционируемых признаков с комплексной индексной оценкой свиноматок представлен в таблице 4. Установлено, что все признаки, входящие в индекс, имеют положительные значения корреляции средней и высокой степени: среднесуточный прирост – 0,915-0,835, многоплодие – 0,179-0,487, масса гнезда к отъёму –0,482-0,377 для пород ландрас и йоркшир соответственно, что свидетельствует о возможности использования разработанных индексов в селекционно-племенной работе.

Таблица 4 – Взаимосвязь индексной оценки с фенотипическими значениями селекционируемых репродуктивных признаков свиноматок

	Среднесуточный прирост, г	Многоплодие, голов	Масса гнезда к отъёму, кг
Ландрас			
Комплексный индекс	0,915	0,179	0,482
Йоркшир			
Комплексный индекс	0,835	0,487	0,377

Относительно невысокая взаимосвязь многоплодия с величиной индекса связана с достаточно высоким показателем взаимосвязи среднесуточного прироста и многоплодия – 0,246.

Коэффициенты корреляции среднесуточного прироста и комплексного индекса хряков-производителей (таблица 5) находились на очень высоком уровне – 0,999, в то время как по толщине шпика – близком к среднему значению -0,297- (-0,225) для пород ландрас и йоркшир соответственно, что соответствует вкладу данных признаков при разработке индекса. Отрицательные значения корреляции связаны с тем, что предпочтительными величинами данного признака являются минимальные.

Таблица 5 – Взаимосвязь индексной оценки с фенотипическими значениями селекционируемых признаков собственной продуктивности хряков-производителей

	Среднесуточный прирост, г	Толщина шпика, мм
Ландрас		
Комплексный индекс	0,999	-0,297
Йоркшир		
Комплексный индекс	0,999	-0,225

Закключение. Проведена комплексная индексная оценка племенной ценности свиноматок и хряков-производителей. В абсолютном выражении величины индексов свиноматок составили в среднем 3254 балла, хряков-производителей – 2242 балла. Установлено, что все селекционируемые признаки, входящие в комплексные индексы свиноматок и хряков-производителей, имеют положительные значения корреляции средней и высокой степени: для свиноматок: среднесуточный прирост – 0,915-0,835, многоплодие – 0,179-0,487, масса гнезда к отъёму – 0,482-0,377; для хряков-производителей: толщина шпика – -0,297 – (-0,225), для пород ландрас и йоркшир, соответственно, среднесуточный прирост - 0,999, что свидетельствует о возможности использования разработанных индексов в селекционно-племенной работе.

Литература

1. Hazel, L. N. The Genetic Basis for Constructing Selection Indexes / L. N. Hazel // *Genetics*. – 1943. – Vol. 28(6). – P. 476-490. DOI: 10.1093/genetics/28.6.476.
2. Dekkers, J. C. M. Design and optimization of animal breeding programmes / J. C. M. Dekkers, J. P. Gibson // *Semantic Scholar* [Electronic. Resource]. – 2005. – Access mode: <https://www.semanticscholar.org/paper/DESIGN-AND-OPTIMISATION-OF-ANIMAL-BREEDING-Dekkers-Gibson/591bcf6478161ffe40c3596d7f831a42fa0c5b00>
3. Hirooka, H. Economic selection index in the genomic era / H. Hirooka // *J. Anim. Breed. Genet.* – 2019. – Vol. 136: 151-152. DOI: 10.1111/jbg.12390
4. Oldenbroek, K. Textbook Animal Breeding: Animal Breeding and Genetics for BSc Students / K. Oldenbroek, L. van der Waaij ; Centre for Genetic Resources and Animal Breeding and Genomics Group, Wageningen University and Research Centre. – 2014. – 311 p.
5. Wellmann, R. Selection index theory for populations under directional and stabilizing

selection / R. Wellmann // Genet. Sel. Evol. – 2023. – Vol. 55(10). DOI: 10.1186/s12711-023-00776-4

6. Решение Коллегии Евразийской экономической комиссии Об утверждении методик оценки племенной ценности сельскохозяйственных животных в государствах-членах Евразийского экономического союза
https://eec.eaeunion.org/upload/medialibrary/ae3/Reshenie-Kollegii_-149-ot-24-noyabrya-2020-g._metodiki_.pdf

7. DeVries, A. G. A model to estimate economic values of traits in pig breeding / A. G. DeVries // Livest. Prod. Sci. – 1989. – Vol. 21. – P. 49-66.

8. Houska, L. Economic weights for production and reproduction traits of pigs in the Czech Republic / L. Houska, M. Wolfova, J. Jaromir // Livestock Production Science. – 2004. – Vol. 85. – P. 1209-1221.

Поступила 25.03.2024 г.

УДК 636.424.033(476)

И.П. ШЕЙКО, Н.В. ПРИСТУПА, Е.А. ЯНОВИЧ,
И.В. АНИХОВСКАЯ, М.А. КАСКАСИАН

ПРОДУКТИВНЫЕ КАЧЕСТВА СВИНЕЙ ПОРОДЫ ЛАНДРАС В ПЛЕМЕННЫХ ХОЗЯЙСТВАХ БЕЛАРУСИ

*Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси
по животноводству, г. Жодино, Республика Беларусь*

Прогнозирование будущей продуктивности животных – один из главных факторов, определяющих темпы селекционного процесса. Индексный метод – самый распространенный метод оценки племенной ценности животных, так как отбор по селекционным индексам предусматривает максимализацию комплексной оценки. В статье приведены результаты исследований по повышению племенных и продуктивных качеств свиней в зависимости от методов отбора и подбора. Установлено, что показатели многоплодия, молочности, количества поросят и массы гнезда при отъеме в 35 дней у маток были выше внутрипородных показателей на 1,6-16,9 % и свидетельствует о высоких воспроизводительных способностях животных.

Ключевые слова: свиньи, продуктивные качества, свиноматки, хряки-производители, ремонтный молодняк, индексы племенной ценности.