

Заключение. Установлено, что горох в количестве 5,0-10,0 % не оказал негативного влияния на жизнеспособность ремонтного молодняка кур яичных кроссов. Ремонтные цыплята, получавшие 5,0-10,0 % гороха, в возрасте 10 недель достигли живой массы 957 г, что было выше, чем в контроле, на 5,3 %. При этом их среднесуточный прирост находился на уровне 13,0 г против 12,3 г у контрольной птицы. Не отмечено существенного влияния на среднесуточное потребление корма цыплятами. Затраты корма на 1 кг прироста живой массы у цыплят 3-й группы за период 0-10 недель находились на уровне 3,90 кг, что было ниже, чем в контроле, на 4,2 %.

Полученные результаты показывают хорошие перспективы применения гороха отечественной селекции в кормлении ремонтного молодняка кур яичных кроссов в качестве импортозамещающего кормового средства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Обзор последних достижений в питании кур-несушек / Г. Талегон [и др.] // Комбикорма. – № 12. – 2024. – С. 46-48.
2. Как правильно кормить цыплят до 28-дневного возраста / А.Е. Черников [и др.] // Птицеводство. – 2021. – №3. – С. 33-36.
3. Малец, А. В. Использование гороха в рационе цыплят-бройлеров / А. В. Малец, Н. А. Кисла, Т. Н. Садовская // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сборник научных трудов / УО «Гродненский государственный аграрный университет». – Гродно, ГГАУ, 2022. – Т. 56: Зоотехния. – С. 133-140.

УДК 636.4.033(476.6)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ СТАТИСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ BLUP ДЛЯ ПРИЗНАКОВ СОБСТВЕННОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ СВИНЕЙ МАТЕРИНСКИХ ПОРОД

Т. Н. Садовская, Н. М. Храмченко

УО «Гродненский государственный аграрный университет»
г. Гродно, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 230008,
г. Гродно, ул. Терешковой, 28; e-mail: ggau@ggau.by)

Ключевые слова: свиноводство, продуктивные признаки, дисперсионный анализ, наследуемость, модель смешанных эффектов.

Аннотация. В статье представлены результаты оценки влияния пола, породы, места и года рождения, хозяйства и года тестирования на продуктивные признаки свиней: количество сосков, среднесуточный прирост, толщину шипика и высоту длиннейшей мышцы. Использовано смешанное линейное моделирование, позволяющее учесть как фиксированные, так и случайные компоненты изменчивости. Определены коэффициенты наследуемости признаков, что позволяет сделать выводы о целесообразности их использования в селекционных программах.

DETERMINATION OF THE OPTIMAL STATISTICAL MODEL OF BLUP FOR SIGNS OF ITS OWN PRODUCTIVITY OF THE PIGS OF MATERNAL BREEDS

T. N. Sadovskaya, N. M. Khramchenko

EI «Grodno state agrarian university»

Grodno, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 230008, Grodno,
28 Tereshkova st.; e-mail: ggau@ggau.by)

Key words: pig farming, productive features, dispersion analysis, inheritance, model of mixed effects.

Summary. The article presents the results of an assessment of the influence of gender, breed, place and year of birth, farm and year testing on productive features of pigs: the number of nipples, the average daily increase, the thickness of the bacon and the height of the longest muscle. Mixed linear modeling has been used, which allows you to take into account both fixed and random components of variability. The coefficients of the inheritance of the features are determined, which allows us to draw conclusions about the feasibility of their use in breeding programs.

(Поступила в редакцию 06.06.2025 г.)

Введение. Современное свиноводство требует точной оценки факторов, влияющих на продуктивные качества животных, с целью повышения эффективности селекционной работы за счет использования современных популяционно-генетических методов. Особое значение имеют признаки, обладающие высокой наследуемостью и значимой вариативностью, обусловленной как генетическими, так и средовыми факторами.

Продуктивность сельскохозяйственных животных зависит от фенотипических признаков, которые определяются генетическими факторами наследуемости. При традиционной селекции, основанной на оценке животных по фенотипу, его качественным и количественным признакам, их истинный генетический потенциал может быть занижен или необъективно оценен. На качество оценки оказывают негативное влияние факторы среды, она сложна и продолжительна. Положительное или отрицательное взаимодействие факторов генотип-среда ускоряет или замедляет селекционный процесс и определяет его эффективность [1].

К настоящему времени разработаны десятки методов и способов оценки племенной ценности животных. Для этих целей могут использоваться показатели собственной продуктивности, продуктивности боковых родственников, индексная оценка, в т. ч. на основе метода BLUP и др. Точность оценки в большей степени зависит от качества и количества данных о животных. Генетическое улучшение может быть достигнуто только в том случае, если имеются данные по продуктивности и

родословной. На основании этого может быть спрогнозирована генетическая ценность и наиболее ценные животные могут быть отобраны в группу родителей следующего поколения в раннем возрасте [2, 3, 4].

Цель работы – определение оптимальной статистической модели, описывающей изменчивость секционируемых признаков собственной продуктивности опытной популяции свиней материнских пород, определение дисперсий и коэффициентов наследуемости для использования в расчете племенной ценности методом BLUPAM.

Материал и методика исследований. Исследования проводились на основе данных государственной информационной системы в области племенного свиноводства следующих племенных хозяйств: Государственное предприятие «ЖодиноАгроПлемЭлита» Минской области, КХ «Тодрика Б. С.», СПК им. Черняховского Гродненской области. В массив данных оценки собственной продуктивности материнских пород свиней вошли животные материнских пород йоркшир и ландрас.

Для определения значимости фиксированных эффектов использовали дисперсионный анализ (ANOVA). Для оценки компонентов дисперсии определяется оптимальная статистическая модель, описывающая изменчивость секционируемых признаков для опытной популяции в конкретной среде их содержания, т. к. влияние среды уникально в конкретном времени и месте, а генетическая изменчивость для признака может различаться в разных популяциях.

Исследуемые фиксированные факторы: «пол», «порода», «год рождения», «хозяйство», «место рождения», «год теста» для признаков собственной продуктивности.

Критерии выбора оптимальной модели – информационный критерий Акаике (AIC) и Байесовский информационный критерий (BIC), согласно которым выбирается модель, минимизирующая значение статистики. Лучшая модель соответствует минимальному значению критерия.

Коэффициент наследуемости (h^2) рассчитывался по формуле $h^2 = \frac{\sigma_a}{\sigma_a + \sigma_e}$, где (σ_e) – это случайная дисперсия, в которую входит изменчивость, обусловленная факторами, не учтенными в биометрической модели, (σ_a) – это аддитивная (генетическая) дисперсия [5].

Статистический анализ выполнен с использованием статистической среды R. Для расчета генетической и случайной изменчивости и наследуемости секционируемых признаков материнских пород свиней на основе оптимальных смешанных линейных моделей использована программа для оценки компонентов дисперсии AIREMLF90 пакета программ BLUPF90 [6].

Результаты исследований и их обсуждение. Дисперсионный анализ (ANOVA) по оцениваемым признакам собственной

продуктивности выявил (таблица 1), что фактор «порода» не оказывает значимое влияние на большинство исследуемых признаков за исключением высоты длиннейшей мышцы спины: $p\text{-value} = 0,0001$, что подчеркивает важность породной принадлежности при оценке мясных качеств. По остальным признакам все исследуемые факторы значимо влияли на фенотипическое проявление признаков продуктивности свиней.

Таблица 1 – Дисперсионный анализ влияния факторов среды на формирование признаков собственной продуктивности свиней

Факторы модели	Количество сосков, шт.				Среднесуточный прирост, г			
	df	SSq	F-value	Pr(>F)	df	SSq	F-value	Pr(>F)
Пол	1	67,29	81,945	0,0001	1	2257715	631,22	0,0001
Порода	1	1,74	2,0509	0,1523	1	1294	0,2822	0,5953
Год рождения	13	504,4	61,684	0,0001	13	2763338	63,102	0,0001
Хозяйство	1	13,99	16,559	0,0001	1	608832	141,11	0,0001
Место рождения	12	366,63	44,236	0,0001	12	2628372	63,899	0,0001
Год теста	13	629,26	84,499	0,0001	13	2487145	54,775	0,0001
Факторы модели	Толщина шпика, мм				Высота длиннейшей мышцы спины, мм			
	df	SSq	F-value	Pr(>F)	df	SSq	F-value	Pr(>F)
Пол	1	2619,5	695,82	0,0001	1	1024	39,245	0,0001
Порода	1	6	1,2164	0,2702	1	458	17,405	0,0001
Год рождения	13	4943,3	138,8	0,0001	13	8514	28,654	0,0001
Хозяйство	1	49,8	10,13	0,001	1	109	4,126	0,04
Место рождения	12	4767,6	141,02	0,0001	12	5110	17,469	0,0001
Год теста	13	4808,3	132,08	0,0001	13	6015	19,293	0,0001

Для выбора оптимальной модели протестировано для каждого признака собственной продуктивности свиней семь статистических моделей с различными комбинациями фиксированных факторов (таблица 2).

Таблица 2 – Информационные критерии для статистических моделей признаков продуктивности свиней

Фиксированные факторы						AIC	BIC
Пол	Порода	Год рожде- ния	Хозяйство	Место рож- дения	Год теста		
1	2	3	4	5	6	7	8
Количество сосков, шт.							
×	×			×	×	4831	4985
×	×				×	5111	5208
×	×					5910	5933
×	×		×		×	5099	5202
×	×		×			5855	5884
×	×	×				5320	5417
×	×	×		×		5067	5215

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8
Среднесуточный прирост, г							
×	×			×	×	24 176	24 330
×	×				×	24 459	24 556
×	×					24 655	24 678
×	×		×		×	24 461	24 564
×	×		×			24 631	24 659
×	×	×				24 355	24 453
×	×	×		×		24 147	24 296
Толщина шпика, мм							
×	×			×	×	8614	8768
×	×				×	8639	8736
×	×					9314	9337
×	×		×		×	8641	8744
×	×		×			9287	9316
×	×	×				8577	8674
×	×	×		×		8560	8708
Высота длиннейшей мышцы спины, мм							
×	×			×	×	13 285	13 439
×	×				×	13 417	13 514
×	×					13 630	13 652
×	×		×		×	13 419	13 521
×	×		×			13 615	13 644
×	×	×				13 303	13 400
×	×	×		×		13 206	13 355

Сравнительный анализ моделей по критериям AIC и BIC (таблица 2) показал, что для большинства признаков наилучшими являются модели, включающие факторы «пол», «порода», «место рождения» и «год теста». Однако для признака количества сосков оптимальной оказалась иная комбинация факторов, что подчеркивает специфику наследования данного признака.

По совокупности информационных критериев для признаков собственной продуктивности свиней оптимальной является следующая регрессионная модель смешанного типа (формула (1)):

$$Y_{iklm} = S_i + B_k + PB_l + Y_n + a_m + e_{iklm}, \quad (1)$$

где Y_{iklm} – фенотипические измерения признаков;

S_i – фиксированный эффект i -го пола;

B_k – фиксированный эффект k -й породы;

PB_l – фиксированный эффект l -го места рождения;

Y_n – фиксированный эффект n -го года рождения;

a_m – рандомизированный аддитивный генетический эффект животного;

e_{iklm} – рандомизированный случайный эффект.

Данная модель была оптимальной или близкой к оптимальной для большинства признаков собственной продуктивности.

По установленной оптимальной модели для признаков собственной продуктивности проведен расчет аддитивной (генетической) и случайной дисперсий (варианс), на их основе рассчитан коэффициент наследуемости (таблица 3).

Среднесуточный прирост имеет наивысший коэффициент наследуемости (0,31), что указывает на умеренное влияние генетических факторов. Это делает его перспективным для селекционной работы. Высота длиннейшей мышцы спины имеет самый низкий коэффициент наследуемости (0,14), что говорит о сильном влиянии внешней среды. Улучшение этого признака путем селекции будет менее эффективно.

Таблица 3 – Селекционно-генетические параметры признаков собственной продуктивности свиней

	Генетическая дисперсия (варианс)	Случайная (дисперсия) варианса	Коэффициент наследуемости
Количество сосков	0,085	0,22	0,28
Среднесуточный прирост	1033	2352	0,31
Толщина шпика	0,523	1,363	0,28
Высота длиннейшей мышцы спины	2,86	17,93	0,14

Заключение. Проведенный дисперсионный анализ показал, что на формирование признаков собственной продуктивности свиней значительное влияние оказывают как генетические, так и средовые факторы. Установлено, что фактор «порода» статистически значимо влияет только на высоту длиннейшей мышцы спины, подчеркивая ее важность при оценке мясных качеств. Остальные признаки демонстрируют чувствительность к множеству факторов среды.

Сравнительный анализ статистических моделей по критериям AIC и BIC позволил определить оптимальные комбинации фиксированных факторов для каждого признака. Это обеспечило более точную оценку генетической и случайной дисперсии, а также коэффициентов наследуемости.

Наибольший коэффициент наследуемости выявлен у признака среднесуточного прироста (0,31), что делает его приоритетным для селекционной работы. Умеренные значения наследуемости у признака количество сосков (0,28) и толщины шпика (0,28) также свидетельствуют о возможности их эффективного генетического улучшения. В то же время низкий коэффициент наследуемости у высоты длиннейшей мышцы спины (0,14) указывает на преобладающее влияние факторов

среды, что требует комплексного подхода к ее улучшению, включая оптимизацию условий содержания и кормления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зиновьева, Н. А. Перспективы использования молекулярной генной диагностики сельскохозяйственных животных / Н. А. Зиновьева, Е. А. Гладырь // ДНК-технологии в клеточной инженерии и маркирование признаков сельскохозяйственных животных: Материалы междунар. конф. – Дубровицы, 2001. – С. 44-49.
2. Амерханов, Х. А. Анализ национальной системы регистрации и введение в систему оценки племенной ценности свиней Канады: мет. рек. / Х. А. Амерханов, Н. А. Зиновьева. – Дубровицы: ВИЖ, 2007. – 43 с.
3. Чинаров, Ю. Метод племенной оценки свиней на основе BLUP / Ю. Чинаров, Н. Зиновьева, Л. Эрнст // Животноводство России. – 2007. – № 2. – С. 45-46.
4. Mrode R.A. Linear models for the prediction of animal breeding values /– 2nd ed. CAB International, Wallingford, 2005. – 368 p.
5. Textbook Animal Breeding: Animal Breeding and Genetics for BSc Students KorOldenbroek, Liesbeth van der Waaij Centre for Genetic Resources and Animal Breeding and Genomics Group, Wageningen University and Research Centre, 2014. – 311 p.
6. Misztal I. et. al Manual for BLUPF90 family of programs. University of Georgia, Athens, USA, 2015.

УДК 636.2.087.8-053.2:612.33

МИКРОБИОТА ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОГО ТРАКТА ПОРОСЯТ В ПРЕД- И ПОСЛЕОТЪЕМНЫЙ ПЕРИОДЫ

О. А. Сенько, А. М. Казыро

УО «Гродненский государственный аграрный университет»
г. Гродно, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 230008,
г. Гродно, ул. Терешковой, 28; e-mail: ggau@ggau.by)

Ключевые слова: микробиота, поросыта, отъем, пищеварительный тракт, гематология, биохимия, пробиотик.

Аннотация. Проведено исследование состава микробиоты пищеварительного тракта поросят в пред- и послеотъемный периоды и на фоне применения пробиотика. На 3 день после отъем поросят наблюдается увеличение стрептококков, стафилококков и кишечной палочки в 1,04-1,17 раза по отношению к предотъемному периоду. Использование пробиотика «Концентрат молочнокислых бактерий *Lactobacillus plantarum*» увеличивает содержание бифидо- и лактобактерий в пищеварительном тракте поросят в 2,63 и 2,28 раза по отношению к контролю.