

П.А. ВАЩЕНКО, В.Н. БАЛАЦКИЙ, К.Ф. ПОЧЕРНЯЕВ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДЕЛИ BLUP С ВКЛЮЧЕНИЕМ ДНК-МАРКЕРОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ СВИНЕЙ

Институт свиноводства и агропромышленного производства
Национальной академии аграрных наук Украины

Разработана линейная модель BLUP для оценки свиней миргородской и украинской крупной белой породы с включением ДНК-маркеров. Генетический анализ показал, что популяция свиней миргородской породы характеризуется существенным полиморфизмом по гену рецептора эстрогена 1 (частоты генотипов были следующими: AA – 0,482, AB – 0,322, BB – 0,196). Корреляция между фенотипическими показателями семейств и оценками генетической ценности составила по среднесуточному приросту 0,36, по толщине шпика – 0,67. Таким образом, при определении племенной ценности животных по признакам, которые отличаются более низким коэффициентом наследуемости (среднесуточный прирост), использование линейных моделей с учётом ДНК-маркеров даёт больший эффект, чем для признаков с высоким коэффициентом наследуемости (толщина шпика).

Ключевые слова: породы свиней, генотип, полиморфизм, линейная модель, племенная ценность.

P.A. VASHCHENKO, V.N. BALATSKY, K.F. POCHERNYAEV

THE USE OF BLUP MODEL WITH THE INCLUSION OF DNA MARKERS TO EVALUATE PIGS

Institute of Pig Breeding and Agro-Industrial Production The National Academy
of Agricultural Sciences of Ukraine

A linear BLUP model with inclusion of DNA markers for evaluation of pigs of Mirgorod Breed and Ukrainian Large White Breed was developed. Genetic analysis showed that the population of Mirgorod breed of pigs is characterized by a significant polymorphism of the estrogen receptor 1 gene (genotype frequencies were as follows: AA – 0,482, AB – 0,321, BB – 0,196). Correlation between phenotypic indicators of families and genetic value estimate was 0,36 for average daily weight gain and 0,67 for backfat. Therefore, for the traits which have lower coefficients of heritability (average daily weight gain) application of linear models with the inclusion of genetic markers for the estimation will give a greater effect than for traits with high heritability (backfat).

Key words: pig breeds, genotype, polymorphism, linear model, breeding value.

Введение. Для селекции свиней в Украине на протяжении длительного периода использовали два основных метода отбора: по ограниченному количеству признаков (преимущественная селекция) и по их комплексу (селекция по независимым уровням). Селекцию по независимым уровням применяли почти во всех племенных стадах Украины, преимущественную – в отдельных хозяйствах, где велась селекцион-

ная работа, направленная на создание новых генеалогических структур. Однако необходимо отметить, что интенсивная селекция по отдельным признакам (преимущественная) приводит к нарушению генетической структуры популяции, обеднению её генофонда. В то же время, направленность комплексной селекции на одновременное улучшение признаков, которые не зависят один от другого, то есть не коррелируют между собой, вызывает значительные трудности. Учитывая то, что продуктивность свиней характеризуется 28 основными признаками (3 приходится на развитие, 8 – на воспроизводительную способность, 3 – на откормочные и 14 – на мясосальные качества), понятно, что при комплексной селекции селекционное давление очень невысокое или вообще отсутствует. Например, длительная селекция крупной белой породы по комплексу признаков замедлила процесс по откормочным и мясным качествам [1].

В мировой практике оценка генотипа животных проводится с использованием разных источников информации: по данным о продуктивности предков, сибсов и полусибсов, собственной продуктивности животного и продуктивности его потомков. Используют как отдельные источники информации, так и их комбинации. Как свидетельствуют результаты исследований, при определении племенной ценности производителей разными методами наблюдаются определённые расхождения между полученными оценками. В связи с этим для повышения объективности при оценке генотипа племенных животных необходимо использовать все доступные источники информации об их племенной ценности [2].

Для объединения информации о животном и получения аддитивной оценки используют смешанные линейные модели и методы прогнозирования племенной ценности, общие положения которых были определены профессором К.Р. Хендерсоном ещё в 70-х годах прошлого века. Данный метод получил название BLUP (Best Linear Unbiased Prediction) – наилучший линейный несмещённый прогноз [3].

С помощью линейных моделей можно достаточно точно охарактеризовать генетическую склонность животных к проявлению определённого уровня продуктивности по выбранным признакам. Результаты оценки хряков методом контрольного откорма лучше соответствуют оценке по методу BLUP ($r=0,42$ и $0,67$), тогда как связь результатов с оценкой по собственной продуктивности значительно ниже ($r=0,31$ и $0,19$) [4].

На данном этапе в публикациях, посвящённых этой теме, рассматривается возможность включения в смешанную линейную модель молекулярно-генетической информации, в частности, данных генотипирования животных по ДНК-маркерам [5].

В практике селекционной работы наиболее широкое распространение получили следующие ДНК-маркеры:

1) Ген инсулиноподобного фактора роста 2 (IGF2), ассоциированный с такими показателями, как рост мышечной ткани, распределение жира и другими важными хозяйственными признаками [6]. Установлена также его связь с крупноплодностью с сохранностью новорождённых поросят, показателями роста и живой массы свиней [7].

2) Рианодинрецепторный ген 1 (RYR1), ассоциированный со стрессчувствительностью и показателями мясности туш, качеством мяса [8].

3) Гены катепсинов (CTSL, CTSB, CTSS), ассоциированные с накоплением жира и качеством мяса у свиней [9].

4) Ген рецептора эстрогена (ESR1), ассоциированный с многоплодием свиноматок [10].

5) Ген рецептора пролактина (PRLR), ассоциированный с репродуктивными качествами свиней, кроме того, установлена также ассоциация PRLR гена с показателями качества спермы хряков [11].

Попытка перехода от традиционных методов оценивания свиней к комбинированным методам использования линейных моделей и ДНК-маркеров для повышения точности оценки была задачей данной работы.

Материал и методика исследований. Исследования проводились на свиньях крупной белой (КБ) и миргородской (М) породы. ДНК выделяли из биологических образцов (щетина), отобранных у животных из ведущих по данным породам племенных хозяйств – племзавод «Агрофирма «Оржицкая» и племзавод «Опытное хозяйство им. Декабристов» Полтавской области. Выделение ДНК проводили с использованием ионообменной смолы Chelex-100 [12]. ДНК-типирование животных осуществляли методом ПЦР-ПДРФ согласно методикам, приведённым в работах [9, 10, 11, 13, 14]. Расчёт параметров линейных моделей проводили с использованием разработанного в Институте свиноводства программного обеспечения «Система определения племенной ценности свиней».

Результаты эксперимента и их обсуждение. Использование генов, которые относятся к локусам количественных признаков в качестве генетических маркеров продуктивных качеств свиней, в том числе в индексах оценки животных, возможно только при наличии полиморфизма этих генов в исследуемых популяциях. Поэтому первоначальной задачей было определение полиморфизма в стадах по анализируемым ДНК-маркерам.

По гену рецептора эстрогена 1 проведено ДНК-типирование в популяции свиней миргородской породы племенного завода «Опытного

хозяйства им. Декабристов» Полтавской области, который является ведущим хозяйством по разведению данной породы. В результате популяционного анализа было установлено наличие двух аллельных вариантов этого гена. Частоты генотипов были следующими: AA – 0,482, AB – 0,321, BB – 0,196. По распределению генотипов было установлено достоверное отклонение от состояния генетического равновесия с первым порогом достоверности ($P < 0,05$) в сторону увеличения количества гетерозигот. Этот факт свидетельствует об отборе в хозяйстве преимущественно гетерозиготных животных. В целом данный генный локус, который характеризуется существенным полиморфизмом, может быть использован в комплексной линейной модели.

Также было проведено ДНК-типирование животных племзавода по разведению крупной белой породы свиней «Агрофирма Оржицкая» Полтавской области. Определяли полиморфизм генов рецептора пролактина, катепсина L (CTSL), катепсина B (CTSB), катепсина S (CTSS), инсулиноподобного фактора роста 2 и рианодинового рецептора 1. Установлено наличие полиморфизма и возможность использования в селекционных индексах только трёх из вышеперечисленных генов (рецептора пролактина, катепсина L и инсулиноподобного фактора роста 2).

Для того чтобы учесть как эффект отдельных генов, так и аддитивного генотипа нами была использована модифицированная общая линейная модель К.Р. Хендерсона:

$$y_{ij} = x_{ij} \hat{b} + g_i + a_{ij} + e_{ij}$$

где y_{ij} – i -е наблюдение;

$x_{ij} \hat{b}$ – суммарный эффект фиксированных эффектов, за исключением эффекта отдельного локуса;

g_i – фиксированный эффект отдельного локуса;

a_{ij} – случайный аддитивный генетический эффект полигенных локусов;

e_{ij} – остаточное (случайное) отклонение ij -го наблюдения.

Были оценены такие фиксированные эффекты:

- 1) влияние породы на проявление продуктивного признака;
- 2) влияние пола на проявление продуктивного признака;
- 3) влияние изменения условий кормления и содержания в зависимости от сезона и года рождения;
- 4) влияние изменения условий кормления и содержания в зависимости от стада, в котором содержится животное.

С использованием результатов типирования и вышеуказанной линейной модели нами было проведено определение племенной ценности свиней крупной белой и миргородской пород в количестве 3463 головы.

В таблице 1 дана характеристика наиболее ценных животных по толщине шпика, в таблице 2 представлены наиболее ценные животные по среднесуточному приросту.

Таблица 1 – Наиболее ценные племенные животные племзавода «Агрофирма Оржицкая» по толщине шпика

Инд. № и кличка животного	Генотип по локусу CTSL	Толщина шпика, мм	Среднесуточный прирост за весь период жизни, г	Оценка племенной ценности	
				по среднесуточному приросту	по толщине шпика
Чёрная Птичка 1156	СТ	8	473	0,81	-6,42
Волшебница 1094	СС	12	519	28,70	-5,31
Волшебница O2852	СС	12	481	3,37	-4,50
Волшебница 1164	СТ	12	404	-21,34	-4,29
Чёрная Птичка 1168	СС	15	483	15,85	-3,61
Волшебница 1158	СС	13	404	-9,63	-3,34
Майя 1186	СС	13	452	1,47	-3,18
Майя 1214	СС	11	424	-12,58	-3,16
Снежинка O2876	СС	12	423	-302	-3,05
Снежинка 1236	СС	13	465	14,45	-3,04

Таблица 2 – Наиболее ценные племенные животные племзавода «Агрофирма Оржицкая» по среднесуточному приросту

Инд. № и кличка животного	Генотип по локусу CTSL	Толщина шпика, мм	Среднесуточный прирост за весь период жизни, г	Оценка племенной ценности	
				по среднесуточному приросту	по толщине шпика
1	2	3	4	5	6
Соя 1098	СС	27	572	60,13	1,72
Соя O2472	СС	20	565	58,81	-2,34
Снежинка 1150	СС	26	585	5445	-0,34
Волшебница O2754	СТ	34	559	32,40	1,96
Тайга O2886	СС	21	545	42,27	-1,80
Волшебница 1174	СС	26	534	43,40	1,57
Соя O2484	СС	33	510	40,48	2,88

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6
Соя 1162 Волшебница 1096	СС	27	529	37,75	1,35
Волшебница 1138	СС	19	524	38,87	-1,86
	СС	33	551	34,91	4,90

Как можно увидеть из представленных таблиц, среди животных, получивших наивысшую оценку как по толщине шпика, так и по среднесуточному приросту по локусу CTSL, преобладает генотип СС, в то время как генотип ТТ отсутствует.

Также необходимо отметить, что животные-улучшатели по среднесуточному приросту имеют в большинстве случаев чрезмерно высокую толщину шпика, в связи с чем возрастает значение индексной селекции, поскольку отбор по одному признаку в данном случае неизбежно приведёт к ухудшению второго. Коэффициент корреляции между этими двумя признаками составил 0,59 ($P < 0,99$), что подтверждает нецелесообразность преимущественной селекции для данной популяции.

Для получения сравнительной характеристики методов оценки была рассчитана племенная ценность животных стада с помощью линейных моделей без учёта эффекта отдельных генов. Между результатами оценивания с использованием данных по ДНК-маркеру локуса CTSL и результатами без использования ДНК-маркера установлена достаточно высокая корреляционная связь ($r=0,96$), что может объясняться низким уровнем полиморфизма локуса CTSL в популяции.

Также была определена средняя племенная ценность маток в разрезе семейств. Корреляция между фенотипическими показателями семейств и оценками генетической ценности составила по среднесуточному приросту 0,36, по толщине шпика – 0,67. Таким образом, для признаков, которые отличаются более низким коэффициентом наследуемости (среднесуточный прирост), использование для оценки линейных моделей с включением генетических маркеров даст больший эффект, чем для признаков с высоким коэффициентом наследуемости (толщина шпика).

Вывод. В результате проведённых исследований нами были сделаны следующие выводы:

1. Использование генов, которые относятся к локусам количественных признаков (QTL) в качестве генетических маркеров продуктивных качеств свиней, в том числе в индексах оценки животных, возможно только при наличии полиморфизма этих генов в исследуемых популяциях.

2. Анализ стада свиней миргородской породы племзавода «ДГ им. Декабристов» показал, что данная популяция характеризуется существенным полиморфизмом по гену рецептора эстрогена 1 и полученные данные могут быть использованы при оценке животных с помощью комплексных линейных моделей. Гены катепсина L и инсулиноподобного фактора роста 2 в популяции животных племзавода «Агрофирма Оржицкая» характеризуются полиморфизмом и также могут быть использованы для оценки свиней с помощью линейных моделей.

3. Корреляция между фенотипическими показателями свиноматок генеалогических семейств и оценками генетической ценности составила для среднесуточного прироста 0,36 и для толщины шпика 0,67. Таким образом, при оценке животных по признакам, которые отличаются более низким коэффициентом наследуемости (среднесуточный прирост), использование линейных моделей с включением генетических маркеров даст больший эффект, чем для признаков с высоким коэффициентом наследуемости (толщина шпика).

Литература

1. Ломако, Д. В. Вивчення ознак відтворювальної здатності свиноматок при чистопородному розведенні : дис. ... канд. с.-г. наук : 06.02.01. / Ломако Дмитро Володимирович. – Полтава, 2000. – 155 с.

2. Дешко, А. С. Комплексная оценка генотипа быков-производителей / А. С. Дешко // НИРС-2004 : тезисы докладов IX Республиканской научн. конф. студентов и аспирантов Республики Беларусь (26-27 мая 2004 г.). – Гродно, 2004. – Ч. 2. – С. 193-195.

3. Чинаров, Ю. Метод племенной оценки свиней на основе BLUP / Ю. Чинаров, Н. Зиновьева, Л. Эрнст // Животноводство России. – 2007. - № 2. – С. 45-46.

4. Ващенко, П. А. Племяна цінність свиней / П. А. Ващенко // Свинарство : міжвідомчий тематичний наук. зб. – Полтава, 2011. – Вип. 59. – С. 28-32.

5. Ibanez-Escriche, N. Genomic selection of purebreds for crossbred performance using a model with breed-specific SNP effects / N. Ibanez-Escriche, R. I. Fernando, J. C. M. Dekkers // Book of abstracts of the 59th Annual Meeting of the EAAP. – Vilnius, Lithuania. – 2008. – No 14. – P. 19

6. New SNPs in the IGF2 gene and association between this gene and backfat thickness and lean meat content in Large White pigs / Z. Vykoukalova [et al.] // J. Anim. Breed. Genet. – 2006. – Vol. 123. – P. 204-207.

7. Van Laere, A.-S. Identification of a Quantitative Trait Nucleotide Influencing Muscle Development and Fat Deposition in Pig : Doctoral thesis / Van Laere Anne-Sophie ; Swedish Univ. Agr. Sci. – Uppsala, 2005. – 32 p.

8. Брем, Г. Использование в селекции свиней молекулярной генной диагностики злокачественного гипертермического синдрома (MHS) / Г. Брем, Б. Бренинг // Генетика. – 1993. – № 6. – С. 1009-1013.

9. Association between cathepsin L (CTSL) and cathepsin S (CTSS) polymorphisms and meat production and carcass traits in Italian Large White pigs / L. Fontanesi [et al.] // Meat Science. – 2010. – Vol. 85. – P. 331-338.

10. Балацкий, В. Н. Полиморфизм локуса рецептора эстрогена 1 в популяциях свиной разных генотипов и его ассоциация с репродуктивными признаками свиноматок крупной белой породы / В. Н. Балацкий, А. М. Саенко, Л. П. Гришина // Цитология и генетика. – 2012. – Т. 46, № 4. – С. 233-237.

11. Kmiec, M. Association between the prolactin receptore gene polymorphism and repro-

ductive traits of boars / M. Kmiec, A. Terman // Journal Applied Genetics. – 2006. – Vol. 47. – P. 139-141.

12. Walsh, P. S. Chelex 100 as a Medium for Extraction of DNA for PCR-Based Typing from Forensic Material / P. S. Walsh, D. A. Metzger, R. Higuchi // BioTechniques. – 1991. - № 10. – P. 506-509

13. Investigation of candidate genes for meat quality in dry-cured ham production: the porcine cathepsin B (CTSB) and cystatin B (CSTB) genes / V. Russo [et al.] // Animal Genetics. – 2002. – Vol. 33. – P. 123-131.

14. NciI PCR-RFLP within intron 2 of the porcine insulin-like growth factor 2b (IGF2) gene / A. Knoll [e al.] // Journal of Animal Genetics. – 2000. – Vol. 31. – P. 150-151.

(поступила 10.03.2015 г.)

УДК 636.4.082

Л.В. ВИШНЕВСКИЙ, С.Л. ВОЙТЕНКО

ИНТЕНСИВНОСТЬ РОСТА МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА МЯСНЫХ ПОРОД – ВАЖНЕЙШИЙ СЕЛЕКЦИОННЫЙ ПРИЗНАК ОТБОРА

Институт разведения и генетики животных имени М.В. Зубца
НААН Украины

Результаты исследований среднесуточных приростов бычков и тёлочек специализированных мясных пород в племенных хозяйствах Украины свидетельствуют о значительных различиях между породами, которые обусловлены как условиями выращивания животных в разных эколого-климатических зонах, так и интенсивностью их формирования. Установлены оптимальные периоды увеличения среднесуточных приростов у бычков и тёлочек мясных пород, а также породы с наиболее высокой продуктивностью за период выращивания. Животные исследуемых пород, за исключением тёлочек абердин-ангусской и симментальской мясной пород, а также бычков украинской мясной породы, по живой массе в возрасте 18 месяцев не соответствуют требованиям класса элита, что может отрицательно сказаться на их дальнейшей продуктивности. Отбор тёлочек по живой массе в возрасте 18 месяцев обеспечит наиболее высокий эффект селекции только в тех породах, где установлены высокие коэффициенты изменчивости признака.

Ключевые слова: специализированные мясные породы, среднесуточные приросты, живая масса, эффективность селекции

L.V. VISHNEVSKY, S.L. VOITENKO

INTENSIVE GROWTH OF YOUNG CATTLE OF MEAT BREEDS – IS THE MOST IMPORTANT SELECTION TRAIT

Institute of Animal Breeding and Genetics named after M.V. Zubets of NAAN of Ukraine

Results of studies on average daily gains of steers and heifers of specialized meat breeds at breeding farms in Ukraine show significant differences between breeds, which are due to both growth conditions of animals in different eco-climatic zones, and the intensity of their for-