

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА РЕЗУЛЬТАТЫ СКРЕЩИВАНИЯ

Косяченко Николай Михайлович, доктор биологических наук, главный научный сотрудник лаборатории селекции и разведения сельскохозяйственных животных

Абрамова Марина Владимировна, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая лабораторией селекции и разведения сельскохозяйственных животных

Зырянова Светлана Владимировна, научный сотрудник лаборатории селекции и разведения сельскохозяйственных животных

Ярославский НИИЖК-филиал ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»

150517, Ярославская область, Ярославский р-н, пос. Михайловский, ул. Ленина, д.1;
тел.: 8-4852-437-438

e-mail: abramovam2016@yandex.ru

Ключевые слова: селекция, ярославская порода, молочная продуктивность, скрещивание, гетерозис.

Использование межпородного скрещивания для улучшения отечественных пород скота в последние десятилетия получило широкое распространение. При этом установлен исключительно высокий эффект гетерозиса, проявляющийся в более высоких показателях продуктивности у помесного поголовья в сравнении с исходными породами. Целью настоящей работы было выявление долевого эффекта гетерозиса по факторам материнской и отцовской основ, уровня кровности по улучшающей породе, а также комплексного среднего эффекта «год лактации» в общей эффективности селекционных мероприятий, связанных со скрещиванием. Установлено, что долевого эффекта улучшающей породы практически не изменяется по всем генотипам и находится в пределах от 0,39 до 0,44 в зависимости от генотипа. Долевого эффекта материнской породы минимален по группе животных с кровностью по голштинской породе 50 % и составляет 0,15 и максимален по вариантам возвратного скрещивания. Увеличение эффекта материнской породы происходит за счет снижения эффекта гетерозиса. Повышение эффекта по материнской породе по кровности 75% и выше объясняется симультативным селекционным эффектом. Оценка результатов скрещивания по стаду ОАО «Племзавод им. Дзержинского» показала, что эффект улучшающей породы стабилен и практически не зависит от изменения кровности, в то же время эффект материнской породы изменяется как за счет снижения эффекта гетерозиса, так и за счет селекционных мероприятий учитывающих уровень отбора помесных животных. Эффект гетерозиса снижается как при повышении кровности по голштинской породе, так и при возвратном скрещивании. К воздействию средовых факторов более восприимчивы животные с кровностью по улучшающей породе 75 % и более ($be=0,25$), менее восприимчивы генотипы НР50 % ($be=0,17$).

Введение

Эффективность скрещивания в молочном скотоводстве обусловлена с одной стороны эффектами гетерозиса, с другой - влиянием материнской и отцовской основ (улучшаемая и улучшающая породы) и комплексом сопутствующих факторов. В работах отечественных и зарубежных ученых, посвященных межпородному скрещиванию, установлен исключительно высокий эффект гетерозиса, проявляющийся в более высоких показателях продуктивности у помесного поголовья в сравнении с исходными породами. Так, показатели живой массы возрастают на 15 – 20 %, а суммарное увеличение продукции на одну корову достигает 25 % [1, 2, 3, 4, 5].

В настоящее время под понятием гетерозиса подразумевается преимущество показателей помесного потомства по сравнению со сверстниками улучшаемой породы. При этом оценивается только материнская сторона, так как

данные по потомству отцовской породы либо отсутствуют, либо получены в несопоставимых условиях. В данной ситуации оценка эффекта скрещивания возможна только с применением средств биологической статистики высшего уровня (в частности, разложение вариантов и коварианс) [6, 7].

Целью настоящей работы являлось долевое определение эффекта гетерозиса материнской и отцовской основ, уровня кровности по улучшающей породе, а также комплексного среднего эффекта «год лактации» в общей эффективности селекционных мероприятий, связанных со скрещиванием.

Объекты и методы исследований

В обработке использована обновленная информационная база данных по ярославской породе крупного рогатого скота, а также данные племенного учета ОАО «Племзавод им. Дзержинского» [8]. Были изучены показатели мо-

Таблица 1

Популяционно-генетические параметры животных стада ОАО «Племзавод им. Дзержинского»

Лактации	2010 год				2013 год				2016 год			
	М	σ	C_s	η_e^2	М	σ	C_s	η_e^2	М	σ	C_s	η_e^2
I	4661	641	2,4	0,27	5582	611	1,9	0,27	5800	655	1,7	0,22
III	5491	685	2,2	0,28	6580	636	2,1	0,20	6680	628	2,1	0,16
В среднем	5159	629	2,1	0,25	6169	644	2,1	0,25	6222	651	2,0	0,19

Таблица 2

Характеристика контрольных выборок по продуктивности в зависимости от генотипа

Генотип	Показатели			
	I лактация		III лактация	
	голов (n)	надой, кг	голов (n)	надой, кг
HP<49,9%	21	5200	50	5911
HP50%	41	5650	99	6240
HP50,1-75%	90	5840	223	6443
HP>75,1%	68	5985	189	6820
В среднем	220	5800	561	6680

лочной продуктивности коров ярославской породы улучшенных генотипов. Из обработки исключены данные животных с укороченной лактацией. Согласно методике, сортировки для выделений градаций в анализе выполнялись в следующем порядке: год, кровность, производитель. В зависимости от кровности по голштинской породе были сформированы четыре группы: кровность по голштинской породе менее 50 % - HP<49,9 %; с кровностью 50 % - HP50 %; от 50,1 до 75 % - HP 50,1-75 %; более 75% - HP>75,1 %.

Разложение фенотипических вариантов и коварианс на генетические и средовые составляющие выполнялось при следующих условиях:

1. Каждое экспериментальное наблюдение рассматривалось как сумма генеральной общей средней по отклонениям, обусловленной действием уровня каждого фактора;

2. Учитывалась норма отклонений, обусловленная всеми возможными взаимодействиями между факторами;

3. Учитывалась нормальность распределения в пределах каждой градации.

Для решения этих задач использовался алгоритм ковариансного анализа Henderson C., реализованный в программном комплексе Matlab 2000 [9]. Система уравнений Минкема имела вид:

$$Ys1 = bm1 \cdot xm1 + bp1 \cdot xp1 + bh1 \cdot xh1 + be1 \cdot xe1 \quad (1)$$

$$Ys2 = bm2 \cdot xm2 + bp2 \cdot xp2 + bh2 \cdot xh2 + be2 \cdot xe2 \quad (2)$$

$$Ys3 = bm3 \cdot xm3 + bp3 \cdot xp3 + bh3 \cdot xh3 + be3 \cdot xe3 \quad (3)$$

$$Ys4 = bm4 \cdot xm4 + bp4 \cdot xp4 + bh4 \cdot xh4 + be4 \cdot xe4 \quad (4)$$

где Ys1 – продуктивность, рассчитанная с учетом долевого эффекта для кровности по голштинской породе - 50%;

Ys2 - для кровности 50,1%-75%;

Ys3 - для кровности >75,1%;

Ys4 - для кровности <49,9%;

bm – эффект материнской породы;

bp – эффект отцовской породы;

bh – эффект гетерозиса;

be – эффект среды;

xm, xm, xp, xh, xe – средние по надю в пределах градаций факторов.

Сводный эффект скрещивания (Yso) опре-

деляется в комплексной симулятивной модели согласно методике Dickerson G. в базовых надстройках для Microsoft Excel 2016 [10]. Статистическая обработка данных проводилась по алгоритмам Никоро З.С. и др. и Штала В. [11, 12]. Были вычислены средняя арифметическая (M), коэффициент вариации (Cv), точность оценок (C_s), сила влияния фактора (η^2).

Результаты исследований

Для характеристики помесного поголовья по продуктивным признакам в разрезе отдельных лактаций была проведена оценка селекционно-генетических параметров по надю (табл. 1). Полученные данные использовались в определении точности оценок и выделении контрольного года по наименьшему влиянию среды (η_e^2).

Из полученных данных таблицы 1 видно, что при межгодовых полактационных колебаниях по надю, составляющих 150...530 кг, показатель точности оценки средних не превышает 3...5%, что дает возможность использовать первичные данные в более точных оценках. Минимальное влияние среды и максимальная точность оценок отмечены по 2016 году, следовательно, данные этого года будут использоваться как контрольные.

Для подтверждения целесообразности проведения оценок в пределах кровностей в таблице 2 выполнен анализ продуктивности (за контрольный год и сводный за весь период).

Из данных таблицы 2 видно, что учетного

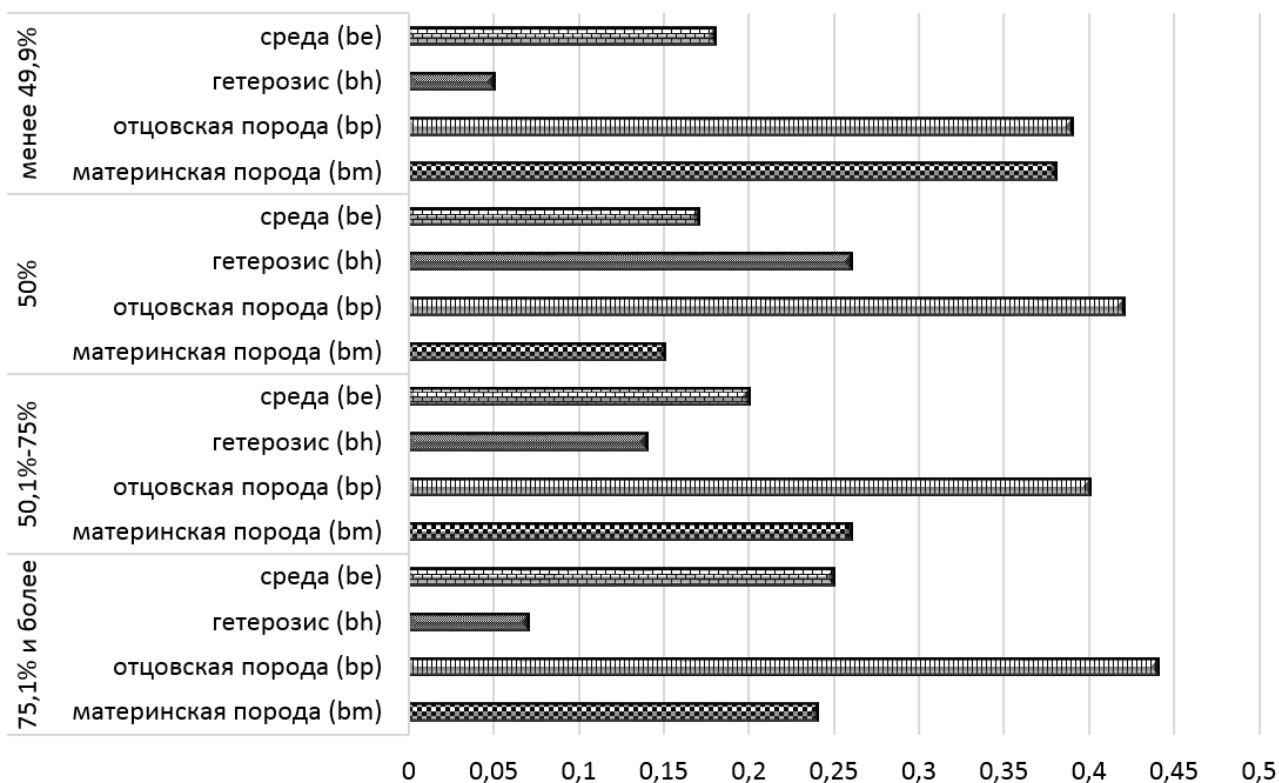


Рис. 1- Оценка долевых эффектов в разрезе генотипов

поголовья вполне достаточно для проведения оценок со вторым порогом надежности безошибочных прогнозов, а различия по продуктивности позволяют выполнить достоверные оценки по генотипам.

В таблице 3 и на рисунке 1 приведена характеристика фенотипических вариантов, их составляющих и долевых эффектов в разрезе генотипов по первой лактации. Для иллюстративности рассчитана средняя продуктивность по градам факторов, которая в свою очередь сопоставлена с фактическими показателями, таким образом, дополнительно проверена точность оценки.

Из данных таблицы 3 видно, что долевой эффект улучшающей породы (bp) практически не изменяется по всем генотипам и находится в пределах от 0,39 для генотипов НР<49,9% до 0,44 для животных с кровностью по голштинской породе выше 75%. Долевой эффект материнской породы (bm) минимален по группе НР50% и составляет 0,15 и максимален по вариантам возвратного скрещивания - НР<49,9% - 0,38 соответственно. Из ниже приведенных уравнений видно, что увеличение эффекта материнской породы происходит за счет снижения эффекта гетерозиса, который максимален у НР 50% и равен 0,26 и минимален при возвратном скрещивании НР<49,9% (0,05). Повышение эффекта по

материнской породе по кровности 75% и выше объясняется симультативным селекционным эффектом. Поскольку к помесному поголовью более высокие требования по отбору, увеличение его жесткости одновременно способствует отбору лучших генотипов материнской основы, включенных в процесс скрещивания.

Полученные в ходе анализов данные сведены в систему уравнений имеющую вид:

$$Y_s1 = 0,15 \cdot 5681 + 0,42 \cdot 5717 + 0,26 \cdot 5668 + 0,17 \cdot 5163 = 5604$$

$$Y_s2 = 0,26 \cdot 6013 + 0,44 \cdot 5986 + 0,14 \cdot 6009 + 0,20 \cdot 5543 = 5943$$

$$Y_s3 = 0,24 \cdot 4761 + 0,44 \cdot 6066 + 0,07 \cdot 6090 + 0,25 \cdot 5684 = 5958$$

$$Y_s4 = 0,38 \cdot 5218 + 0,39 \cdot 5309 + 0,05 \cdot 5185 + 0,18 \cdot 4962 = 5206$$

Фактическая продуктивность помесных первотелок по контрольному году составила 5800 кг молока, определенная через среднюю взвешенную прогнозируемая величина равнялась 5817 кг, относительная погрешность оценок составила 0,0029.

Выводы

Оценка результатов скрещивания по стаду ОАО «Племзавод им. Дзержинского» показала, что эффект улучшающей породы стабилен и практически не зависит от изменения кровности, в то же время эффект материнской породы

изменяется как за счет снижения эффекта гетерозиса, так и за счет селекционных мероприятий, учитывающих уровень отбора помесных животных.

Эффект гетерозиса снижается как при повышении кровности по голштинской породе, так и при возвратном скрещивании.

К воздействию средовых факторов более восприимчивы животные с кровностью по улучшающей породе 75% и более ($be=0,25$), менее восприимчивы генотипы $HP50\%(be=0,17)$.

Библиографический список

1. Dairy cattle crossbreeding and milk production / J. Slószar, P. Solarczyk, M. Kunowska-Slószar, T. Nałęcz-Tarwacka, M. Gołębiewski, A. Wójcik // *AnimalScienceNo.* - 2016. - № 55 (2). - P. 267–273.
2. Популяционно-генетические характеристики ярославской породы крупного рогатого скота в оценке и моделировании селекционных процессов / Н. М. Косяченко, А. В. Коновалов, М. В. Абрамова, А. В. Ильина // *Молочное и мясное скотоводство.* – 2018. - № 8. – С. 13-16. - URL: 10.25632/MMS.2018.28.28.003 (дата обращения: 19.09.2019)
3. Estimation of genetic parameters and heterosis for longevity in crossbred Danish dairy cattle / J. B. Clasen, E. Norberg, P. Madsen, J. Pedersen, M. Kargo // *Journal of Dairy Science.* – 2017. Volume 100, Issue 8, Pages 6337–6342. - URL: Sci. 100:6337–6342. DOI:10.3168/jds.2017-12627. (дата обращения: 10.09.2019)
4. Эффективность селекционно-племенной работы с отечественными породами крупного рогатого скота при использовании чистопородного разведения и скрещивания / А. Г. Кудрин, Г. В. Хабарова, Ю. М. Смирнова, О. О. Головкина // *Молочно-хозяйственный вестник.* - 2015. - № 2 (18). - С. 29-34.
5. Филинская, О. В. Продуктивные качества коров разных генотипов / О. В. Филинская, Л. Ю. Герасимова // *Вестник АПК Верхневолжья.* - 2019. - № 2 (46). – С. 32-36. - URL: 10.35694/YARCX.2019.46.2.007 (дата обращения: 25.09.2019)
6. Doğan, İlkey. Comparative Study on Variance Components Estimation Methods / İlkey Doğan, İbrahim Kiliç // *Düzce Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi.* – 2014. - № 4 (2). – P. 9-14.
7. Оценка эффекта голштинизации в популяции черно-пестрого скота Подмосковья / А. А. Сермягин, Е. Н. Нарышкина, И. С. Недашковский, А. Н. Ермилов, Т. В. Богданова // *АгроЗооТехника.* - 2018. - Т.1, № 3. С. 1. - URL: 10.15838/alt.2018.1.3.1 (дата обращения: 18.09.2019)
8. Косяченко, Н.М. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2013620064 / Н.М. Косяченко, А.В. Коновалов, Н.С. Фураева // *Информационная база данных по ярославской породе крупного рогатого скота.* М. – 2013.
9. Henderson, C. Estimation of variance and covariance components / C. Henderson // *Biometrics.* – 1967. - № 9. – P. 226.
10. Dickerson, G.E. Biological interpretation of the genetic parameters of populations / G.E. Dickerson // In: *Statistical Genetics and Plant Breeding.* NAS-NRC Publication 982. - 1963. – P. 95-107.
11. Теоретические основы селекции животных / З. С. Никоро, Г. А. Стакан, З. Н. Харитонова, Л. А. Васильева, Э. Х. Гинзбург, Н. Ф. Решетникова. – Москва : Колос, 1968. – 440 с.
12. Шталь, В. Популяционная генетика для животноводов-селекционеров / В. Шталь, Д. Раш, Р. Шиллер; перевод с немецкого Н. А. Гринсбург. – Москва : Колос, 1973. – 439с.

EVALUATION OF INFLUENCE OF GENETIC FACTORS ON CROSSBREEDING RESULTS

Kosyachenko N.M., Abramova M.V., Zyryanova S.V.

Yaroslavl Research Institute of Animal Husbandry and Feed Production - a branch of the Federal State Budget Scientific Research Institution "The Federal Scientific Center for Feed Production and Agroecology named after V.R. Williams" 150517, Yaroslavl region, Yaroslavl district, Mikhailovsky v., Lenin st., 1; tel.: 8-4852-437-438 e-mail: abramovam2016@yandex.ru

Key words: selection, Yaroslavl breed, milk productivity, crossbreeding, heterosis.

Interbreeding usage in order to improve Russian livestock in recent decades has become widespread. At the same time, an extremely high heterosis effect was established, which is demonstrated in higher productivity parameters of the cross-breeding cattle in comparison with the initial breeds. The aim of this work was to identify heterosis share effect by maternal and paternal basis factors, the blood level of the improving breed, as well as complex environmental effect of the "year of lactation" in the overall effectiveness of selection measures associated with crossbreeding. It was found that the share effect of the improving breed practically does not change for all genotypes and ranges from 0.39 to 0.44 depending on the genotype. The share effect of maternal breed is minimal in the group of animals with Holstein breed blood content of 50% and is 0.15 and it is maximum in the variants of backcrossing. An increase of the maternal breed effect occurs due to a decrease of heterosis effect. The increase of the maternal breed blood level effect of 75% and higher is explained by

multiple selection effect. Evaluation of crossbreeding results in the herd of OAO Stud farm named after Dzerzhinsky showed that the effect of the improving breed effect is stable and practically independent of changes in blood levels, while the effect of maternal breed changes both due to a decrease of heterosis effect and due to breeding measures that take into account the selection level of cross-bred animals. The heterosis effect is reduced both in case of an increase of blood level in Holstein breed and backcrossing. Animals with a blood content of improving breed of 75% or more ($be = 0.25$) are more susceptible to environmental factors, HP50% genotypes ($be = 0.17$) are less susceptible.

Bibliography

1. Dairy cattle crossbreeding and milk production / J. Słószarz, P. Solarczyk, M. Kunowska-Słószarz, T. Nałęcz-Tarwacka, M. Gołębiewski, A. Wójcik // *AnimalScienceNo.* - 2016. - № 55 (2). - P. 267–273.
2. Population-genetic characteristics of Yaroslavl cattle breed in assessment and modeling of breeding processes / N. M. Kosyachenko, A. V. Kononov, M. V. Abramova, A. V. Ilyina // *Dairy and meat cattle breeding.* - 2018. - No. 8. - P. 13-16. - URL: 10.25632/MMS.2018.28.28.003 (access date: 19.09.2019)
3. Estimation of genetic parameters and heterosis for longevity in crossbred Danish dairy cattle / J. B. Clasen, E. Norberg, P. Madsen, J. Pedersen, M. Kargo // *Journal of Dairy Science.* - 2017. Volume 100, Issue 8, Pages 6337–6342. - URL: Sci. 100:6337–6342. DOI:10.3168/jds.2017-12627. (access date: 10.09.2019)
4. Efficiency of selection and breeding work with local cattle breeds in case off using purebred breeding and crossbreeding / A. G. Kudrin, G. V. Khabarova, Yu. M. Smirnova, O. O. Golovkina // *Dairy vestnik.* - 2015. - No. 2 (18). - P. 29-34.
5. Filinskaya, O. V. Productive qualities of cows of different genotypes / O. V. Filinskaya, L. Yu. Gerasimova // *Vestnik of the AIC of the Upper Volga.* - 2019. -- No. 2 (46). - P. 32-36. - URL: 10.35694/YARCX.2019.46.2.007 (access date: 25.09.2019)
6. Doğan, İlkey. Comparative Study on Variance Components Estimation Methods / İlkey Doğan, İbrahim Kiliç // *Düzce Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi.* - 2014. - № 4 (2). - P. 9-14.
7. Evaluation of Holsteinization effect in population of Black-Spotted cattle near Moscow / A. A. Sermyagin, E. N. Naryshkina, I. S. Nedashkovsky, A. N. Ermilov, T. V. Bogdanova // *AgroZooTekhnika.* - 2018. - Vol. 1, No. 3. P. 1. - URL: 10.15838/alt.2018.1.3.1 (access date: 18.09.2019)
8. Kosyachenko, N.M. Certificate of state registration of the database No. 2013620064 / N.M. Kosyachenko, A.V. Kononov, N.S. Furaeva // *Information database of Yaroslavl cattle breed. M.* - 2013.
9. Henderson, C. Estimation of variance and covariance components / C. Henderson // *Biometrics.* - 1967. - № 9. - P. 226.
10. Dickerson, G.E. Biological interpretation of the genetic parameters of populations / G.E. Dickerson // In: *Statistical Genetics and Plant Breeding.* NAS-NRC Publication 982. - 1963. - P. 95-107.
11. Theoretical foundations of animal breeding / Z. S. Nikoro, G. A. Stakan, Z. N. Kharitonova, L. A. Vasilev, E. Kh. Ginzburg, N. F. Reshetnikova. - Moscow: Kolos, 1968. -- 440 p.
12. Shtal, V. Population genetics for livestock breeders / V. Shtal, D. Rush, R. Schiller; translation from German by N. A. Grinsburg. - Moscow: Kolos, 1973.- 439 p.