

КОМПЛЕКСНЫЕ МОДЕЛИ В ОЦЕНКЕ ГЕНОТИПА РЕМОНТНОГО МОЛОДНЯКА

Н.М. Косяченко (фото)

д.б.н., гл.н.с. лаборатории селекции и разведения
сельскохозяйственных животных

М.В. Абрамова

к.с.-х.н., с.н.с. лаборатории селекции и разведения
сельскохозяйственных животных

А.В. Ильина

к.с.-х.н., заведующая лабораторией иммуногенетики
и биотехнологии

ФГБНУ «Ярославский научно-исследовательский институт
животноводства и кормопроизводства», г. Ярославль

***Селекционные индексы,
аллели EAB-локуса,
молочная
продуктивность,
отбор***

*Selection indices,
alleles EAB-locus,
milk productivity,
selection*

Селекционный прогресс обусловлен интенсивностью селекции, генетической изменчивостью и достоверностью оценки генотипа. Следовательно, генетическое улучшение популяции обеспечивается выбором потенциальных родителей с известной племенной ценностью, организацией оценки племенной ценности ремонтного молодняка, а также отбором на основе этих оценок лучших животных и их интенсивное использование.

В селекционных программах по совершенствованию сельскохозяйственных животных важным моментом является разработка и практическое использование эффективных методов оценки племенных качеств животных, позволяющее ранжировать их по племенной ценности и проводить отбор наиболее ценных. Селекционные индексы в наибольшей степени отвечают этим требованиям, поэтому в последнее время они широко используются в практической работе.

Форма и содержание индекса во многом зависят от вида животных, направления продуктивности и наличия информации, по которой они оцениваются. Объективность и точность оценки племенного достоинства животных обуславливает эффект селекции, то есть генетическое улучшение популяции и, соответственно, качество последующих поколений.

В нашей стране интерпретацию конструирования селекционного индекса и дальнейшую разработку теории и методики селекции по зависимым уровням проводили З.С. Никоро (1968), Н.З. Басовский (1976), Р.Р. Тейнберг (1995), Н.М. Косяченко (1998) и др. Они доказали, что с помощью множественного регрессионного анализа можно вывести оптимальные весовые соотношения для разных признаков продуктивности и на основе селекционного индекса отбирать для дальнейшего использования только таких животных, у которых величина суммарного генотипа имеет максимальное значение [1, 2, 3, 4].

Селекционные индексы, конструируемые для конкретного вида направления продуктивности животных, должны учитывать неравноценность признаков, включенных в них, содержать оптимальное число признаков, по которым будет проводиться отбор, и учитывать задачи и направление селекции [5].

Поэтому решение задач по повышению достоверности оценки генотипов заключается в разработке новых и совершенствовании существующих методов оценки и отбора лучших животных, основывающихся на современных достижениях популяционной, иммунной и молекулярной генетики.

Методика

При выполнении работ использовалась информация по чистопородным коровам первотелкам ярославской породы из стад АО «Племзавод Ярославка», ОАО «Михайловское», ООО «Меленковский», ООО племзавод «Горшиха», ПСХК «Дружба», СПК «Прогресс» и ФГУП «Григорьевское» общим количеством 365 голов. Использованы результаты оценки быков-производителей ярославской породы и информационной базы данных по породе [6].

Расчет селекционно-генетических параметров по показателям молочной продуктивности проводился с использованием алгоритмов В. Шталя (1973) [7].

Имуногенетические исследования проводились согласно документу «Правила генетической экспертизы крупного рогатого скота» [8]. Материалом для генетической экспертизы послужили образцы крови крупного рогатого скота ярославской породы, разводящейся в Ярославской области.

Оценка влияния аллелей $B_1I'P'Q'Y'$ (I1), O_1 (I2), B_2O_2 (I3), I_2 (I4), $BY_2E'_3G'P'Y'$ (I5), P_2I' (I6), $B'E'_3G'$ (I7) производилась в программе «MATLAB». Для оценки силы влияния каждого фактора на изучаемый признак, вариансу по этому фактору выразили в процентах относительно общей суммы вариансы по комплексу, включая эффект всех неизвестных и не включенных в модель факторов.

Анализ компонентов изменчивости и оценку градаций факторов проводили по следующей статистической модели смешанного типа:

$$Y = \mu + s + I1 + I2 + I3 + I4 + I5 + I6 + I7 + OTEC + LIN + M100 + e,$$

где Y – наблюдаемый признак у животного (надой по первой лактации);

μ – общая средняя по выборке (рассчитывается методом наименьших квадратов с элиминацией всех включенных в модель генетических и паратипических факторов);

s – рандомизированный эффект 0,5 аддитивной генетической ценности отца коровы;

I1 – эффект аллели $B_1I'P'Q'Y'$;

I2 – эффект аллели O_1 ;

I3 – эффект аллели B_2O_2 ;

I4 – эффект аллели I_2 ;

I5 – эффект аллели $BY_2E'_3G'P'Y'$;

I6 – эффект аллели P_2I' ;

I7 – эффект аллели $B'E'_3G'$;

OTEC – эффект отцовской основы;

LIN – эффект генеалогической группы;

M100 – эффект продуктивности за 100 дней лактации;

e – рандомизированный эффект неучтенных факторов (ошибка).

Расчеты влияния включенных в модели факторов осуществляются одновременно методом наименьших квадратов.

Для исключения эффектов «год» и «стадо» показатели первотелок использовались в отклонении от сверстниц. Информация по отцам также использовалась в отклонении «дочери – сверстницы».

Результаты исследований

На формирование хозяйственных признаков у животных оказывают влияние как генетические факторы, так и среда, в которой животное выращивалось и продуцировало. Как генотип, так и среда могут лимитировать продуктивность животного, т.е. вызывать варьированные величины признаков. Влияние окружающей среды включает любые негенетические факторы, которые изменяют фенотипическую ценность животного. Различают две группы паратипических факторов: известные, или систематические, факторы внешней среды и неизвестные, или случайные, средовые факторы. Для специалистов наибольший интерес представляет оценка влияния генетических и систематических паратипических факторов на фенотипическую изменчивость изучаемых признаков у животных [9].

В связи с этим определенным интерес при отборе результативных показателей, включаемых в индекс, представляет сводная оценка генетических и паратипических эффектов. Для статистической обработки данных использовали процедуру обобщенных линейных моделей (General Linear Models – GLM), применение которой рекомендуется для несбалансированных дисперсионных комплексов. Оценка компонентов фенотипической изменчивости изучаемых признаков проводили с помощью многофакторного дисперсионного анализа.

С использованием биометрической модели смешанного типа была проведена оценка силы влияния каждого фактора на изучаемый признак (табл. 1).

Таблица 1 – Влияние изучаемых факторов на изменчивость надоя первотелок

Фактор, влияющий на изменчивость	Степень влияния η^2	Критерий Фишера F
ОТЕС	18,3***	4,71
LIN	10,3**	4,41
I1	5,0**	2,15
I2	6,1*	2,59
I3	5,2*	4,71
I4	7,2**	4,16
I5	10,5**	4,38
I6	10,1*	1,56
I7	3,1	1,08
M100	14,2**	2,55
e	10	–
Итого	100	

* – $P > 0,95$; ** – $P > 0,99$; *** – $P > 0,999$.

Как видно из таблицы 1, наибольшее влияние на молочную продуктивность по первой лактации, помимо племенной ценности отца и молочной продуктивности пробанда за 100 дней, оказали аллели $BY_2E'_3G'P'Y'$, $P_2I'_1$, I_2 .

Расчеты влияния включенных в модели факторов осуществляются одновременно методом наименьших квадратов. Поэтому получаемые оценки являются несмещенными. Использование этой модели позволило:

а) оценить силу и достоверность влияния включенных в модель факторов на изменчивость продуктивности по первой лактации;

б) получить оценки градаций фиксированных эффектов методом наименьших квадратов.

Далее нами были оценены показатели подконтрольного поголовья по основным продуктивным признакам (табл. 2).

Из полученных результатов видно, что оценка аллелей I4, I5, I6, I7 в сравнении со сверстницами имеет положительную величину. Наибольшее превосходство имели животные с аллелем $BY_2E'_3G'P'Y'$. Следует отметить, что показатели аллели I7 по данным таблицы 1 недостоверны и в дальнейшей работе учитываться не будут.

Следующий этап предусматривал проверку гипотезы и выявление эффективности использования двух моделей оценки генотипа. Первая учитывает информацию по отцу и генотипу пробанда по EAB-локусу, вторая – надой пробанда за 100 дней и продуктивность матери.

Рабочие модели имеют вид:

$$I_{1(x)} = v_a \cdot (\text{эффект аллели}) + v_o \cdot (\text{эффект отца}), \quad (1)$$

$$I_2 = v_{100} \cdot (\text{оценка за 100 дней}) + v_m \cdot (\text{оценка матери}), \quad (2)$$

Таблица 2 – Результаты продуктивных оценок первотелок в разрезе аллелей

Аллель	Отклонение по надю в сравнении со сверстницами, кг	Массовая доля жира, %	Массовая доля белка, %
I1	-512,91	5,04	3,27
I2	-396,26	4,66	3,29
I3	-629,67	4,27	3,38
I4	102,94	4,63	3,36
I5	469,62	4,61	3,33
I6	305,48	4,61	3,32
I7	430,86	4,34	3,37

где V_a , V_{100} , V_M и V_o – коэффициенты линейной регрессии.

Для проведения оценки был выполнен расчет коэффициентов линейной регрессии и теоретической точности оценки генотипа (коэффициент корреляции $R_{i/h}$ между индексом и суммарным генотипом). Результаты расчетов приведены в таблице 3.

Из полученных данных видно, что расчетные характеристики существенно различаются, сле-

довательно, появляется необходимость ретроспективной проверки варианта $I_{1(16)}$ как наиболее результативного. Для оценки методом случайной выборки отобрано 30 первотелок из различных стад. Для более удобного ранжирования значения индексов и фактических значений переведены в относительные выражения.

На рисунке 1, для подтверждения точности полученных результатов, приведены показатели оценки и прогноза по надю.

Таблица 3 – Популяционно-генетические характеристики моделей оценки генотипа

Модель	V_a	V_o	V_{100}	V_M	$R_{i/h}$
$I_{1(15)}$	0,6145	$W / [W + (4 - h^2) / h^2]$	–	–	0,614
$I_{1(16)}$	0,7115	$W / [W + (4 - h^2) / h^2]$	–	–	0,713
I_2	–	–	0,418	$n \cdot h^2 / [1 + (n - 1) \cdot r_w]$	0,694

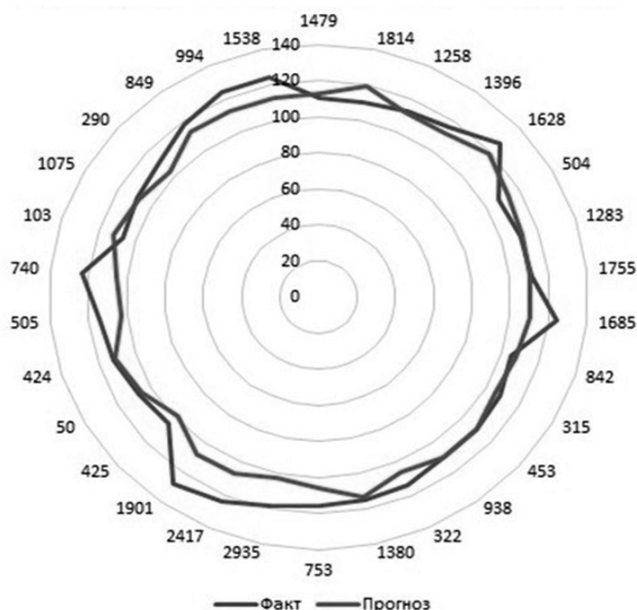


Рисунок 1 – Сравнение фактических оценок и прогноза

Из приведенных данных видно, что прогноз на 89% подтвержден фактическими оценками (теоретическая точность от 71,3%). Селекционный эффект от отбора ремонтных телок по предлагаемой модели составляет 112%.

Выводы

Суммарный аллельный эффект в общей генетической составляющей равен 47,2%. Прева-

лирующий эффект по продуктивности выявлен у аллелей I5 ($BY_2E'_3G'P'Y'$) и I6 (P_2I'). Для дальнейшей оценки и отбора животных рекомендуется использовать модель I_1 по генотипу I6. Точность оценок генотипа по предложенному варианту находится в пределах 71–89%. Ожидаемый селекционный эффект от отбора ремонтных телок по предлагаемой модели составляет 112%.

Литература

1. Никоро, З.С. Теоретические основы селекции животных [Текст] / З.С. Никоро, Г.А. Стакан, З.Н. Харитоновна и др. – М.: Колос, 1968. – 438 с.
2. Басовский, Н.З. Методические рекомендации по использованию селекционных индексов в племенной работе и анализу селекционно-генетических параметров признаков с альтернативной изменчивостью [Текст] / Н.З. Басовский, В.П. Попов, Б.П. Завертяев и др. – Л.: ВНИИРГЖ, 1976. – 121 с.
3. Тейнберг, Р.Р. Некоторые теоретические принципы и практические результаты оценки генетической ценности быков-производителей по потомству [Текст] / Р.Р. Тейнберг // Известия АН ЭССР. – 1995. – № 3. – С. 181–188.
4. Косяченко, Н.М. Анализ и оценка генетического потенциала ярославской породы крупного рогатого скота с разработкой методов по его контролю и управлению [Текст]: автореф. дис. ... доктора наук / Н.М. Косяченко. – СПб., 1998. – 35 с.
5. Kosyachenko, N.M. The influence of the factor «genetic value of the sire» on the implementation of the genetic potential of the indicator «milk production of maximum lactation» of the yaroslavl breed cows [Text] / N.M. Kosyachenko, A.V. Konovalov, E.A. Nikolaeva, M.A. Malyukova, M.P. Petrovic, M.M. Petrovic, V. Pantelic / Biotechnology in Animal Husbandry. – Belgrade, 2015. – P. 145–151.
6. Информационная база данных по ярославской породе крупного рогатого скота [Текст]: Свидетельство о государственной регистрации базы данных / Косяченко Н.М., Коновалов А.В., Фураева Н.С.; рег. № 2013620064 от 09.01.2013.
7. Шталь, В. Популяционная генетика для животноводов-селекционеров [Текст] / В. Шталь, Д. Раш, Р. Шиллер и др. – М.: Колос, 1973. – 439 с.
8. Правила генетической экспертизы крупного рогатого скота. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2003. – 15 с.
9. Кузнецов В.М. Методы племенной оценки животных с введением в теорию BLUP [Текст] / В.М. Кузнецов. – Киров: Зональный НИИСХ Северо-Востока, 2003. – 358 с.

References

1. Nikoro, Z.S. Teoreticheskie osnovy selekcii zhivotnyh [Tekst] / Z.S. Nikoro, G.A. Stakan, Z.N. Kharitonova i dr. – M.: Kolos, 1968. – 438 s.
2. Basovskij, N.Z. Metodicheskie rekomendacii po ispol'zovaniju selekcionnyh indeksov v plemennoj rabote i analizu selekcionno-geneticheskikh parametrov priznakov s al'ternativnoj izmenchivost'ju [Tekst] / N.Z. Basovskij, V.P. Popov, B.P. Zavertyaev i dr. – L.: VNIIRGZh, 1976. – 121 s.
3. Tejnberg, R.R. Nekotorye teoreticheskie principy i prakticheskie rezul'taty ocenki geneticheskoy cennosti bykov-proizvoditelej po potomstvu [Tekst] / R.R. Tejnberg // Izvestija AN JeSSR. – 1995. – № 3. – S. 181–188.
4. Kosyachenko, N.M. Analiz i ocenka geneticheskogo potenciala jaroslavskoj porody krupnogo rogatogo skota s razrabotkoj metodov po ego kontrolju i upravleniju [Tekst]: avtoref. dis. ... doktora nauk / N.M. Kosyachenko. – SPb., 1998. – 35 s.
5. Kosyachenko, N.M. The influence of the factor «genetic value of the sire» on the implementation of the genetic potential of the indicator «milk production of maximum lactation» of the yaroslavl breed cows [Text] / N.M. Kosyachenko, A.V. Konovalov, E.A. Nikolaeva, M.A. Malyukova, M.P. Petrovic, M.M. Petrovic, V. Pantelic / Biotechnology in Animal Husbandry. – Belgrade, 2015. – P. 145–151.
6. Informacionnaja baza dannyh po jaroslavskoj porode krupnogo rogatogo skota [Tekst]: Svidetel'stvo o gosudarstvennoj registracii bazy dannyh / Kosyachenko N.M., Konovalov A.V., Furaeva N.S.; reg. № 2013620064 ot 09.01.2013.
7. Shtal', V. Populjacionnaja genetika dlja zhivotnovodov-selekcionerov [Tekst] / V. Shtal', D. Rash, R. Shiller i dr. – M.: Kolos, 1973. – 439 s.
8. Pravila geneticheskoy jekspertizy krupnogo rogatogo skota. – M.: FGBNU «Rosinformagroteh», 2003. – 15 s.
9. Kuznetsov V.M. Metody plemennoj ocenki zhivotnyh s vvedeniem v teoriju BLUP [Tekst] / V.M. Kuznetsov. – Kirov: Zonal'nyj NIISH Severo-Vostoka, 2003. – 358 s.