

ЗООФЕСНЯ

11

• Ноябрь • 95

РАЗВЕДЕНИЕ, СЕЛЕКЦИЯ, ГЕНЕТИКА

2. Типизированные базовые технологии в свиноводстве

Признаки типизации	Технология производства племенных свиней	Технология производства откормочных свиней на предприятиях с законченным циклом производства	Технология производства поросят на товарных репродукторных фермах	Технология откорма свиней
	Ж-ТБ-3.1	Ж-ТБ-3.2	Ж-ТБ-3.3	Ж-ТБ-3.4
Система разведения	чистопородное	чистопородное, скрещивание, гибридизация	чистопородное, скрещивание, гибридизация	
Вид и назначение продукции	племенной молодняк для ремонта собственного стада и товарных хозяйств. Мясо выбракованных животных, навоз для производства органических удобрений	откормленный молодняк для мясокомбинатов; поросята—отъемыши для реализации в откормочные хозяйства и населению; навоз для производства органических удобрений	поросята—отъемыши для реализации в откормочные хозяйства и населению; навоз для производства органических удобрений	откормленный молодняк для мясокомбинатов

На семейных фермах (в подсобных хозяйствах) можно применять любую из этих технологий или их отдельные элементы.

В условиях переходного периода к рыночной экономике нарушились традиционные связи отдельных звеньев в процессах производства, реализации продукции, материально-техническом обеспечении, финансовых поступлениях. Значительные поступления зарубежной свинины, реализуемой в нашей стране по более низким ценам и более низкого качества в сравнении с отечественной продукцией, ставит свиноводство в трудные финансовые условия, так как наша продукция не дотируется государством в отличие от зарубежной.

Вместе с тем, имеющийся в России потенциал, производственные мощности, генофонд животных позволяют стабилизировать отрасль и увеличить производство свинины в убойной массе к 2000 году до 3,4 млн т и к 2005 году до 4,1 млн т, на начальную голову — 95—102 кг. Но в ближайшее время необходимо стабилизировать отрасль, приостановить сброс ноголовья, в особенности маточного и хрячевого стада. ВИЖ и другие институты определили типизированные базовые технологии по производству свинины (табл. 2).

Использование имеющегося в России генофонда свиней и свиноводческих помещений на комплексах и в других свиноводческих хозяйствах позволит уже в 1997 году производить свинины по 28 кг на душу населения. В дальнейшем наиболее распространенные будут фермы на 6, 12, 24 тыс. свиней с павильонной застройкой. Для имеющихся 54-, 108- и 216-тысячников потребуется реконструкция для улучшения их экологической безопасности.

Малые фермы и специализированные фермерские хозяйства будут развиваться и крепнуть только тогда, когда будет найдена оптимальная форма кооперирования между производителями зерна, комбикорма, переработчиками, а также посредниками, способствующими реализации указанной продукции.

УДК 636. 22; 28. 082

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МОЛОЧНОГО СКОТА МЕТОДОМ BLUP

В. М. Кузнецов, доктор сельскохозяйственных наук
Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных

При разведении молочного скота передача генов из поколения в поколение осуществляется от отца к сыну, от матери к сыну, от отца к дочери, от матери к дочери. В соответствии с этим выделяются четыре категории племенных животных: отцы быков (ss), матери быков (ds), отцы коров (sd), матери коров (dd). От эффективности оценки, отбора и использования этих групп животных зависит скорость генетического улучшения молочного стада.

Среднегодовой генетический прогресс (ΔG) определяется генетическим превосходством (I) и генерационным интервалом (L) по каждому из четырех путей передачи генов по формуле:

$$\Delta G = \frac{Iss + Ids + Isd + Idd}{Lss + Lds + Lsd + Ldd}$$

Из формулы следует, что, чем выше генетическое превосходство и чем короче смены поколений, тем выше генетический прогресс.

Генетическое превосходство (I) отцов и матерей быков, отцов и матерей коров зависит от точности оценки племенной ценности (генотипа) кандидатов на селекцию (RIA); интенсивности селекции, которая является функцией отношения отобранных животных к кандидатам на отбор (i); аддитивной генетической изменчивости селекционируемого признака (SDA).

Эта зависимость выражается как $I = i \times RIA \times SDA$

Генетическая изменчивость (SDA) обусловливается, главным образом, биологическими особенностями популяции. Воздействие селекционера на ее повышение крайне ограничено. Интенсивный отбор (i) может

Зоотехния, 1995, № 11

быть эффективным только при точной оценке племенной ценности большого поголовья животных. Точность оценки племенной ценности (RIA) зависит от метода. Какой метод использовать — выбирает селекционер. Точность оценки племенной ценности животных повысить значительно легче, чем улучшить все другие факторы, определяющие генетический прогресс. Поэтому использование метода, обеспечивающего наиболее точную и достоверную оценку племенной ценности отцов быков, отцов коров, матерей быков и матерей коров — необходимое условие для эффективной селекции молочного скота.

В нашей стране племенная ценность рассчитывается только для быков при оценке их по качеству потомства. В остальных случаях отбор животных проводится по их фенотипической продуктивности или продуктивности родственников.

Племенную ценность быков по потомству в настоящее время рассчитывают методом сравнения со сверстницами (CC). При использовании метода CC продуктивность дочери быка (D) сравнивается с продуктивностью лактирувших в аналогичных условиях сверстниц (C). Племенная ценность (BV) выражается как

$$BV = 2 \times b \times \frac{\Sigma (D - C)}{n},$$

где

$$b = \frac{W}{W + K}; \quad k = \frac{4 - h^2}{h^2};$$

где n и w — число соответственно фактических и эффективных дочерей;

h^2 — коэффициент наследуемости;

Σ — знак суммирования.

Метод CC обеспечивает безошибочные оценки племенной ценности быков только когда: 1) средняя генетическая ценность отцов сверстниц одинакова для дочерей всех оцениваемых быков; 2) все оцениваемые быки происходят (выбираются) из одной популяции (закрытая система разведения); 3) в популяции нет генетического тренда, то есть эффективность селекции равна нулю.

При разведении отечественных пород молочного скота, когда для генетического улучшения животных постоянно завозится и используется сперма быков из разных стран Европы и Северной Америки, эти условия не соответствуют действительности. Поэтому метод CC не исключает возможность ошибок при классификации (ранжировании) быков по их племенной ценности.

Американский ученый Ч. Хендерсон разработал и предложил для генетической оценки животных процедуру наилучшего линейного несмешенного прогноза (BLUP). Для метода BLUP не существует перечисленных выше ограничений. Метод BLUP очень гибкий и универсальный. Он в наибольшей степени отвечает нуждам племенного скотоводства. В очень

упрощенном виде племенная ценность быка выражается как

$$BV = 2 \times [g + b \times \frac{\Sigma (D - C')}{n}].$$

В отличие от метода CC в данной формуле имеется дополнительный элемент g и C заменено на C' .

g — это генетическое различие между годом рождения быка и единой для всех быков генетической базой, выбранной для сравнения. Через g учитываются генетические различия между группами животных разных годов рождения, то есть генетический тренд.

C' — это среднее по сверстницам, скорректированное к единой генетической базе, используемой для сравнения. Эта корректировка осуществляется, исходя из генетической оценки отцов сверстниц. Через C' учитываются генетические различия между группами животных «внутри» года.

Это два основных преимущества метода BLUP перед методом CC. Кроме того, при использовании BLUP все включенные в статистическую модель факторы оцениваются одновременно, поэтому возможна более детальная дифференциация и, следовательно, более полное исключение средовых факторов; становится возможным привлекать генетические группы быков в качестве дополнительной информации. В частности, учитывать кровность быков по улучшающей породе, а также включать матрицу родства с информацией об отце, братьях и других родственниках. Это повышает точность прогноза генотипа быков, особенно тех, которые имели небольшое число дочерей.

Вместе с тем, следует отметить, что, как и для метода CC, рандомизированное использование спермы при контролльном осеменении остается основной предпосылкой безошибочной оценки наследственных качеств быков.

Для BLUP требуется определение линейной статистической модели. Модель — это уравнение, которое показывает, какие независимые переменные (факторы) влияют на зависимую переменную (признак). Например, убой дочери быка можно записать, как

убой = среднее по стаду + эффект года-сезона отела + эффект отца + другие неучтенные эффекты.

Модель необходима для того, чтобы описать фактическую ситуацию в популяции (стаде), то есть как можно полнее и точнее определить факторы, влияющие на продуктивность животного. Поэтому, чтобы определить модель, необходимо хорошо знать структуру популяции и той внешней среды, в которой производят животные. Для каждой конкретной ситуации должна быть использована оптимальная модель. Модель, которая является наилучшей для одной популяции, может быть неадекватной для другой. Основная проблема при использовании BLUP заключается в том, чтобы определить, сколько и какие факторы должны быть включены в модель.

Статистические модели BLUP относятся к моделям смешанного типа. Эти модели содержат как фиксиро-

ванные, так и случайные (рандомизированные) факторы. Фиксированные факторы — это факторы с конкретными градациями, например, фактор «год отела». В отличие от фиксированного фактора градации случайного фактора считаются случайно выбранными из всех возможных градаций. Оценки эффектов случайного фактора имеют нормальное распределение со средней, равной нулю, и соответствующей дисперсией, например, оценки эффектов фактора «отец».

Базовая модель BLUP для оценки быков по качеству потомства имеет вид

$$Y(ijkI) = hys(i) + g(j) + s(jk) + e(ijkI),$$

где

$Y(ijkI)$ — продуктивность 1-й первотелки, дочери jk -го быка, отелившейся в i -ом стаде-годе-сезоне;

$hys(i)$ — эффект i -го стадо-год-сезона (фиксированный);

$g(j)$ — эффект j -ой генетической группы отца (фиксированный);

$s(jk)$ — аддитивный генетический эффект ($=1/2$ генетической ценности) k -го отца, относящегося к j -ой генетической группе (случайный);

$e(ijkI)$ — эффект неучтенных факторов, связанный с каждой регистрацией продуктивности первотелки (случайный).

Факторы: стадо (h), год отела (y), сезон отела (s) объединяются и включаются в модель как один фиксированный фактор hys . В результате учитывается влияние не только каждого фактора в отдельности, но и всевозможные взаимодействия между ними. Продуктивность дочери быка сравнивается с продуктивностью сверстниц внутри i -ой градации hys . С детализацией градаций hys (увеличение числа сезонов) достигается наиболее полное исключение влияния этих факторов и их взаимодействия. Однако следует отметить, что при этом снижается число эффективных дочерей на быка.

Фиксированный фактор g включается в модель для учета генетического тренда. Быки объединяются в генетические группы по году их рождения. Если быки генетически дифференцированы (разный процент генов улучшающей породы), то по кровности. Возможно создание комбинированных генетических групп. Включение в модель данного фактора повышает точность оценки быков с ограниченным числом дочерей. Если у быка много дочерей, то больший вес придается информации о их продуктивности. При небольшом числе дочерей — генетической группе, то есть племенной ценности той (суб) популяции, из которой бык был отобран. В группе должно быть не менее 10 быков.

В матричном виде вышеприведенная модель записывается как

$$y = Xb + Zs + e,$$

где

y — вектор известной продуктивности;

b — вектор неизвестных фиксированных эффектов

$$b' = [hys' \ g'];$$

s — вектор случайных неизвестных аддитивных генетических эффектов отцов;

e — вектор случайных эффектов неучтенных факторов;

xz — соответствующие матрицы плана, определяющие структуру набора данных, который используется для оценки быков.

Эффекты модели имеют следующие свойства (E — математическое ожидание среднего; U — дисперсия случайных факторов):

$$E \begin{bmatrix} y \\ s \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} xb \\ o \\ o \end{bmatrix} \text{ среднее; } V \begin{bmatrix} s \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I \times Var(s) & o \\ o & I \times Var(e) \end{bmatrix},$$

где

$Var(s)$ и $Var(e)$ — дисперсии по отцам и остаточная, соответственно;

I — единичная матрица.

Метод BLUP требует построения системы линейных уравнений смешанной модели (ММЕ). Система ММЕ имеет вид

$$\begin{bmatrix} X'X & X'Z \\ Z'X & Z'Z + K \times I \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{b} \\ \hat{s} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'y \\ Z'y \end{bmatrix},$$

где

$$K = \frac{Var(e)}{Var(s)} = \frac{4 - h^2}{h^2}$$

В более общем виде систему ММЕ можно записать как $M \times p = t$. Решение системы ММЕ дает наилучшие линейные несмещенные оценки (BLUE) фиксированных эффектов \hat{hys} и \hat{g} и прогноз аддитивных генетических эффектов быков \hat{s} (BLUP). Решение может быть получено непосредственно через инверсию матрицы M : $p = M^{-1}t$,

или итеративно (см. «Методические рекомендации по использованию метода BLUP для оценки племенной ценности быков-производителей», Л., 1987).

Племенная ценность быка выражается как

$$\hat{V} = 2 \times (\hat{g} + \hat{s}).$$

Эти оценки племенной ценности позволят непосредственно сравнивать быков разных годов рождения и происхождения; прогнозировать изменение генетического потенциала будущих дочерей быка.

Как отмечалось выше, метод BLUP очень гибкий. Он может использоваться также и для оценки племенной ценности животных по собственным показателям. В этом случае в статистическую модель BLUP включается эффект особы. Например, для оценки первотелок по собственной продуктивности модель BLUP имеет вид

$$Y(ijII) = hys(i) + g(j) + s(jk) + c(ijkI) + e(ijkI),$$

где $c(ijkI)$ — аддитивный генетический эффект ijk 1-й первотелки (случайный).

Оценки племенной ценности, рассчитанные по BLUP, имеют следующие важные свойства:

- корреляция между оценкой и истинным генотипом животного максимальная;
- вероятность правильной классификации животных наибольшая;
- генетический прогресс при направленном и интенсивном отборе по BLUP-оценкам максимальный.

Следует отметить, что истинная аддитивная генетическая ценность особи никогда не может быть оценена со 100%-ной точностью (по крайней мере в ближайшие годы). Поэтому непосредственно измерить эффективность того или иного метода оценки племенной ценности невозможно. Можно только сравнить разные методы с методом, который априори предполагается более точным. Так как истинная генетическая ценность животных неизвестна, то логично считать лучшим методом тот, который имеет лучшие теоретические свойства. С точки зрения теории селекции и статистики, метод BLUP считается наиболее обоснованным. Оценки племенной ценности, рассчитанные методом BLUP, имеют минимальную дисперсию ошибки. Поэтому можно полагать, что при прочих равных условиях оценки племенной ценности по BLUP будут с наибольшей вероятностью отражать истинную генетическую ценность особи. Теоретически можно допустить, что оценка по BLUP является «истинной» генетической ценностью животного. Исходя из этих рассуждений, представляется возможным использовать для сравнения разных методов корреляцию между оценками одних и тех же животных. Если между BLUP-оценками и другим критерием отбора животных нет никаких различий, то ожидаемый коэффициент корреляции должен быть равен 1. Отклонение фактической корреляции от ожидаемой можно рассматривать как погрешность иного, чем BLUP-оценка, критерия, или же как превосходство (большая точность оценки племенной ценности) метода BLUP.

В ВНИИРГЖ в течение ряда лет проводятся исследования по использованию метода BLUP для повышения точности оценки племенной ценности молочного скота. Эффективность BLUP изучали на всех этапах селекции животных. В таблице 1 представлены корреляции между оценками племенной ценности быков по BLUP и фенотипическими показателями по живой массе в 12-месячном возрасте и спермопродукции. Модели BLUP были предварительно оптимизированы.

Примечание: а) оценка по собственным показателям; б) черно-пестрая порода, Ленинградская область; с) черно-пестрая порода, Республика Беларусь; д) ГПЗ «Лесное» Ленинградской области; SI — аддитивный генетический эффект отца; SON — аддитивный генетический эффект бычка; L — эффект линии отца; Н — эффект хозяйства, в котором родился бык; Y —

1. Корреляции между оценками племенной ценности быков по BLUP и фенотипическими показателями по живой массе, объему и концентрации эякулята

Признак	Число быков	Эффекты модели	Корреляция
Живая масса в 12-месячном возрасте (кг)			
— оценка по собственным показателям			
бычки	179 б)	SI, SON, H, Y, SES, A	0,83
бычки	83 с)	SI, SON, L, HGA	0,79
— оценка по потомству			
по сыновьям	29 д)	SI, GS	0,60
по дочерям	29 д)	SI, GS	0,64
по сыновьям и дочерям	29 д)	SI, GS, SEX	0,33
Объем эякулята (мм)	83 с)	SI, SON, L, HGA, m, a	0,71
Концентрация эякулята (млрд/мл)	а)	SI, SON, L, HGA, v	0,78

эффект года постановки быка на элевер; SES — эффект сезона при постановке быка на элевер; HGA — эффект совместного влияния хозяйства, в котором родился бык, года и месяца рождения быка, возраста быка при постановке на элевер; GS — эффект совместного влияния года и сезона рождения потомка; A — эффект класса возраста при постановке быка на элевер; a — эффект возраста быка при первом взятии спермы; m — эффект живой массы быка в 12-месячном возрасте; v — эффект объема эякулята; SEX — эффект пола потомка. Эффекты SI и SON рассматривались как рандомизированные, остальные как фиксированные. Эффекты a, m и v были ковариантами.

Корреляции BLUP-оценок с живой массой самих бычков составляли 0,79—0,83, со средней массой сыновей — 0,60, дочерей — 0,64. Эти корреляции указывают на то, что при отборе лучших по фенотипическим измерениям живой массы быков в 17—21 случаях из 100 можно ошибиться. Другими словами, в сравнении с фенотипическими показателями при использовании BLUP точность оценки племенной ценности быков повышается на 17—21%. При использовании для отбора быков информации о средней живой массе сыновей или дочерей из племенных хозяйств вероятность ошибки составляет 36—40%. Если при селекции быков учитывать информацию о всех потомках (бычки + телки), то при использовании метода BLUP вероятность ошибки снижается на 67%.

Корреляции BLUP-оценок быков с объемом и концентрацией эякулята были, соответственно, 0,71 и 0,78. Эти корреляции свидетельствуют о том, что при использовании BLUP точность оценки племенной ценности и, следовательно, эффективность селекции по этим признакам можно повысить на 22—29%.

В таблице 2 даны коэффициенты корреляции между оценками быков по молочной продуктивности потомства методами СС и BLUP.

Эти коэффициенты корреляции свидетельствуют о том, что оба метода давали близкую классификацию быков. Однако взаимосвязь между оценками племен-

2. Корреляция между оценками племенной ценности быков по качеству потомства методами СС и BLUP (черно-пестрая порода, Ленинградская область)

Выборка	Число быков	Коэффициент корреляции	
		удой (кг)	жир (%)
20 племенных хозяйств	431	0,88	0,84
104 хозяйства	571	0,89	0,81

ной ценности не была равна 1. В 10—20 случаях из 100 ранги быков по племенной ценности не совпадали.

Повторяемость оценок племенной ценности одних и тех же быков, рассчитанных методами СС и BLUP за разные периоды времени, показана в таблице 3.

Во всех случаях повторяемость (следовательно, и точность) BLUP-оценок была выше, чем оценок по методу СС. Свойства BLUP в большей степени реализовывались при оценке быков по данным массового учета молочной продуктивности. Так, если быки оценивались первый раз в племенных хозяйствах, то использование BLUP повышало достоверность оценки быков по удою на 18—19%, при первой оценке по массовым данным — на 25—37%. Следует отметить, что независимо от метода коэффициенты повторяемости между первоначальной оценкой по всем стадам и последующей — в племенных стадах были выше, чем наоборот.

3. Повторяемость оценок племенной ценности быков, рассчитанных методами СС и BLUP, (черно-пестрая порода, Ленинградская область)

Выборка	Метод оценки	Число быков	Повторяемость (% к СС)			
			удой (кг)	жир (%)	удой (кг)	жир (%)
20 племенных хозяйств	20 племенных хозяйств	CC	116	0,45	0,30	
		BLUP	116	0,53	0,44	118 147
20 племенных хозяйств	104 хозяйства	CC	160	0,37	0,19	
		BLUP	160	0,44	0,35	119 184
104 хозяйства	20 племенных хозяйств	CC	139	0,48	0,30	
		BLUP	139	0,60	0,43	125 143
104 хозяйства	104 хозяйства	CC	218	0,35	0,25	
		BLUP	218	0,48	0,35	137 140

Ранее отмечалось, что выбор модели является основной проблемой BLUP. От модели BLUP зависит точность оценки племенной ценности животных. В таблице 4 показаны ошибки оценки племенной ценности быков (SE) в зависимости от используемой модели BLUP. При расчете относительной ошибки (RSE, %) в качестве базиса приняли ошибку по BLUP 6.

Оценка племенной ценности быков по моделям BLUP 1 — BLUP 5 приводила к повышению ошибки. Особенно большая ошибка была при использовании моделей BLUP 1, когда эффект стада не учитывался. Определение периода сезона отела в 1 мес незначи-

4. Ошибка оценки племенной ценности быков (SE) при использовании разных моделей BLUP (n = 246, черно-пестрая порода, Ленинградская область)

Вариант BLUP	Эффекты модели	Признак					
		удой (кг)		жир (%)		жир (кг)	
		SE	RSE	SE	RSE	SE	RSE
BLUP 1	SI	438	188,0	0,071	157,8	17,0	195,4
BLUP 2	SI, H	244	104,7	0,046	102,2	10,8	124,1
BLUP 3	SI, HY	239	102,6	0,046	102,2	10,4	119,5
BLUP 4	SI, HYS6	242	103,9	0,046	102,2	10,5	120,7
BLUP 5	SI, HYS4	232	99,6	0,046	102,2	10,1	110,1
BLUP 6	SI, HYS3	233	100,0	0,045	100,0	8,7	100,0
BLUP 7	SI, HYS1	229	98,3	0,047	104,4	8,5	98,9
BLUP 8	SI, HY, m	239	102,6	0,045	100,0	8,6	98,9
BLUP 9	SI, HY, M	225	96,6	0,044	97,8	8,2	94,3
BLUP 10	SI, HY, M, w	216	92,7	0,045	100,0	7,9	90,8
BLUP 11	SI, HY, M, a	227	97,4	0,045	100,0	8,3	95,4
BLUP 12	SI, HY, M, d	218	93,6	0,045	100,0	7,9	90,8
BLUP 13	SI, HY, M +	226	97,0	0,058	128,9	8,3	95,4
BLUP 14	SI, HY, M, w, a	218	93,6	0,045	100,0	7,9	90,8
BLUP 15	SI, HY, M, w, d	211	90,6	0,045	100,0	7,7	88,5
BLUP 16	SI, HY, M, a, d	221	94,8	0,045	100,0	8,1	93,1
BLUP 17	SI, HY, M, w, a, d	214	91,8	0,045	100,0	7,7	88,5

Примечание. +) — продуктивность первотелки была предварительно скорректирована на число дойных дней; SI — аддитивный генетический эффект быка; Н — эффект стада; HY — совместный эффект стада и года отела; HYS — совместный эффект стада, года и сезона отела; HYS6 — в году два сезона по 6 мес каждый; HYS4 — в году три сезона по 4 мес каждый; HYS3 — в году четыре сезона по 3 мес каждый; HYS1 — период сезона равен одному месяцу); m, M — эффект месяца отела; w — эффект живой массы при первом отеле; a — эффект возраста при первом отеле; d — эффект числа дойных дней; SI — случайный фактор; Н, HY, HYS, M — фиксированные факторы; m, w, a, d — регрессионные переменные (коварианты).

тельно снизило ошибку племенной ценности по удою и количеству молочного жира и повысило по содержанию жира в молоке.

При включении в модель BLUP месяца отела как регрессионной переменной ошибка оценки племенной ценности быков повысилась на 2,6%. Включение в модель месяца отела в качестве классификационного фиксированного фактора способствовало снижению ошибки по удою на 3,4%, по содержанию жира в молоке на 2,2%, по количеству молочного жира на 5,7%.

В большей степени на снижение ошибки оценки племенной ценности быков оказывал учет в модели BLUP живой массы дочерей, а не возраста при первом отеле. В первом случае стандартная ошибка оценки племенной ценности по удою сократилась на 7,3%, во втором случае — на 2,6%. По количеству молочного жира, соответственно, на 9,2 и 4,6%.

Предварительная корректировка молочной продуктивности дочерей на число двойных дней снизила ошибку на 3,0%, включение этого фактора в модель BLUP — на 6,4%. При этом предварительная корректировка содержания жира в молоке на число дойных дней повысила ошибку оценки племенной ценности быков на 28,9%.

Максимальное снижение ошибки оценки племенной ценности быков наблюдалось тогда, когда в модель были включены фиксированные факторы: стадо — год отела, месяц отела, а также регрессионные переменные: живая масса при отеле и число дойных дней (BLUP 15). Относительно BLUP 6 точность оценки племенной ценности быков при использовании этой модели повысилась по удою на 9,4%, по количеству молочного жира на 11,5%. На повышение точности оценки племенной ценности быков по содержанию жира в молоке не оказывало никакого влияния включение в модель BLUP живой массы дочерей при отеле, возраста первого отела и числа дойных дней.

Для характеристики степени точности оценки племенной ценности быков по BLUP 15 имеющаяся информация была разделена случайным образом на два независимых набора данных. Разделение осуществлялось в пределах стада и года отела дочерей таким образом, чтобы число дочерей у каждого быка в каждой из выборок было равным. В результате такого разделения вместо одного реального быка были получены два фiktивных. Этих быков можно рассматривать как монозиготных близнецов. Генетическое родство между монозиготными близнецами равно 1. Исходя из этого, фактическая величина корреляции между оценками племенной ценности монозиготных быков была использована в качестве меры точности BLUP 15. Чтобы случайная зависимость между числом дочерей у быка и его племенной ценностью не влияла на результаты, быки были разделены на группы по числу дочерей и корреляции были рассчитаны внутри этих групп. Результаты представлены в таблице 5.

5. Корреляция между оценками племенной ценности быков, рассчитанными по двум независимым наборам данных (BLUP 15)

Число		Коэффициент корреляции		
дочерей на быка	быков	удой (кг)	жир (%)	жир (кг)
<=14	100	0,69	0,33	0,67
15 - 49	81	0,87	0,70	0,85
> = 50	65	0,93	0,74	0,91
Общая	246	0,86	0,64	0,84

При большом числе дочерей на быка ($> = 50$) коэффициент корреляции между оценками племенной ценности быков по удою и количеству молочного жира равнялся 0,91—0,93. Эти корреляции указывают на высокую точность оценки племенной ценности быков по BLUP 15.

Число дочерей у второй группы быков отвечало требованиям, которые определены инструкцией по оценке быков, и в большей мере соответствовало действительному при практической селекции (15—49). Между оценками племенной ценности этих быков корреляция была несколько ниже: по удою и количеству молочного жира 0,85—0,87, по содержанию жира в

молоке 0,70. Однако она была достаточно высокой, чтобы утверждать о значительной разрешающей способности модели.

Основным допущением метода BLUP является то, что априори должно быть известны или отношение дисперсий (k) или связанный с ним коэффициент наследуемости (h^2). Коэффициент наследуемости может быть использован из более ранних селекционно-генетических анализов популяции, или рассчитан по подготовленным для оценки племенной ценности животных данным, или взят из данных литературы. Последнее предпочтительнее, если набор данных по объему и структуре не соответствует требованиям, предъявляемым к оценке h^2 , и если для оценки h^2 нет специальных пакетов программ, например, LSML. Естественно, возникает вопрос, как отклонения от истинных значений h^2 влияют на эффективность модели, точность оценки и классификацию быков. В таблице 6 представлены корреляции между BLUP-оценками быков, рассчитанных при разных значениях h^2 .

6. Корреляция между оценками племенной ценности одних и тех же быков, рассчитанными по двум независимым наборам данных при использовании разных значений коэффициентов наследуемости (BLUP 15)

Признак	Число		Коэффициент наследуемости		
	дочерей на быка	быков	0,10	0,25	0,40
Удой (кг)	< = 14	100	0,69	0,69	0,70
	15—49	81	0,87	0,87	0,87
	> = 50	65	0,93	0,93	0,93
Общая		246	0,88	0,86	0,85
Жир (%)	< = 14	100	0,35	0,53	0,31
	15—49	81	0,70	0,70	0,70
	> = 50	65	0,77	0,74	0,73
Общая		246	0,68	0,64	0,60
Жир (кг)	< = 14	100	0,67	0,67	0,67
	15—49	81	0,86	0,85	0,85
	> = 50	65	0,91	0,91	0,90
Общая		246	0,86	0,84	0,84

Относительно широкий диапазон варьирования h^2 не влиял на эффективность модели BLUP. Стабильность коэффициентов корреляций свидетельствовала также и о сохранении классификации (рангов) быков по их племенной ценности.

Вместе с тем следует отметить, что абсолютные значения племенной ценности быков и точность прогноза генотипа зависели от h^2 . Так, при h^2 , равном 0,10; 0,25 и 0,40, стандартные отклонения племенной ценности быков по удою были, соответственно, 221, 304 и 366 кг, усредненная точность оценки — 71, 85 и 90%. Ожидаемый генетический прогресс при использовании оценок племенной ценности быков, рассчитанных при $h^2 = 0,10$, составил 31,6 кг молока на корову в год ($i = 1,0$), при $h^2 = 0,25—43,4$ кг, при h^2

= 0,40—52,3 кг. Таким образом, если племенную ценность быков планируется привлекать для оценки эффективности селекции, то при решении системы ММЕ необходимо использовать истинные значения h^2 .

Для оценки племенной ценности коров методом BLUP была использована модель, включающая фиксированный эффект совместного влияния стада-года-сезона отела, случайный аддитивный генетический эффект отца, случайный эффект коровы внутри отца. Различные лактации рассматривались как один неоднократно измеренный признак (модель повторяемости). Продуктивность каждой коровы была предварительно откорректирована посредством мультиплексивных коэффициентов на номер лактации, возраст при отеле, сервис-период и продолжительность лактации.

Использование BLUP позволило рассчитать три критерия для селекции коров: а) генетический эффект самой коровы (Cg); б) племенную ценность (BV), учитывающую аддитивный генетический эффект отца и продуктивную способность (PPA), прогнозирующую продуктивность коровы в последующие лактации. Оценки племенной ценности являются критерием для отбора коров с целью получения от них ремонтного молодняка. Оценки продуктивной способности являются критерием для выбраковки коров из стада. В таблице 7 представлены коэффициенты корреляции между оценками племенной ценности и фенотипической продуктивностью коров АО «Детскосельское» Ленинградской области.

7. Корреляция между оценками племенной ценности коров по BLUP и их фенотипической продуктивностью

Число		Признак		
лактаций на корову	коров	удой (кг)	жир (%)	жир (кг)
1	428	0,58	0,75	0,61
2	356	0,73	0,85	0,71
3	517	0,74	0,81	0,73
По всем коровам	1301	0,67	0,75	0,66

Полученные значения корреляций указывают на то, что при отборе коров по их фенотипической продуктивности потенциальные потери в эффективности селекции с отбором по BLUP-оценкам составляют по удою и количеству жира 26—42%, по содержанию жира 15—25%. Исследования показали, что предварительная корректировка сокращала потери в эффективности селекции по удою и количеству жира до 13—24%.

В таблице 8 представлены данные по взаимосвязи разных критериев отбора коров.

Между оценками племенной ценности и генетическим эффектом коров корреляция была 0,711, 0,677 и 0,781, соответственно для удоя, содержания жира и количества жира. Коэффициенты корреляции свиде-

8. Корреляция между разными критериями отбора коров (n = 1301)

Корреляция между критериями отбора	Признак		
	удой (кг)	жир (%)	жир (кг)
BV — Cg	0,71	0,68	0,78
BV — PPA	0,93	0,93	0,94
PPA — ABS	0,73	0,89	0,71

Примечание. BV — племенная ценность; Cg — аддитивный генетический эффект коровы; PPA — продуктивная способность; ABS — средняя продуктивность.

тельствуют о значительных различиях между этими критериями отбора. BV и Cg по разному классифицировали коров. Эти различия являлись следствием того, что оценки BV включали в себя 1/2 данных племенной ценности отцов, в то время как в Cg информация о предках не учитывалась. На основании полученных корреляций можно утверждать, что учет информации о племенной ценности отцов повышает точность оценки племенной ценности коров на 22—32%.

Между оценками племенной ценности (BV) и прогнозом продуктивности коров в последующие лактации (PPA) корреляции были достаточно высокими (0,90—0,95). Этого и следовало ожидать, так как BV являются частью PPA. Корреляции PPA с фенотипической продуктивностью коров были 0,728; 0,891 и 0,708, соответственно по удою, содержанию жира и количеству жира. Эти коэффициенты корреляции указывают на то, что в сравнении с PPA при выборке худших по фактическому удою и количеству жира коров вероятность ошибки может быть в 29 случаях из 100, по содержанию жира в молоке — в 11 случаях из 100.

Итак, метод оценки племенной ценности животных в значительной степени определяет скорость генетического улучшения популяций молочного скота. Из представленных данных видно, что оценки племенной ценности, рассчитанные методом BLUP, являются более точными критериями для отбора животных. Степень эффективности метода BLUP зависит от того, насколько полно статистическая модель учитывает влияющие на продуктивность животного факторы внешней среды и наследственности.

Использование BLUP для отбора быков по собственным показателям будет способствовать повышению эффективности селекции на 17—29%. Оценка быков по качеству потомства методом BLUP повысит точность прогноза их генотипа на 18—37%. При использовании оптимальной модели BLUP достоверность прогноза генотипа быков может составлять 85—90% и более. Потери в эффективности селекции коров при игнорировании метода BLUP могут достигать 40%. Метод BLUP позволяет учитывать при оценке коров генетическую ценность их отцов, что способствует повышению достоверности прогноза генотипа коров на 30%.

При использовании метода BLUP имеется возможность прогнозировать продуктивность коров в последующие лактации. Этот критерий выбраковки коров из стада на 10—30% эффективнее, чем браковка их по фенотипической продуктивности.

При оценке животных методом BLUP точные значения коэффициентов наследуемости не являются критическими. Однако, если BLUP-оценки используют для расчета ожидаемого или реализованного генотипического прогресса, то коэффициенты наследуемости признаков должны быть оценены с максимальной точностью. Оценивая результаты проведенных исследований, можно заключить, что для повышения эффективности племенной работы целесообразно и необходимо как можно быстрее внедрить в практическую селекцию молочного скота генетическую оценку животных методом BLUP.

баранов, из них 2/3 — в Россию. Лучшие были сосредоточены в Ставропольском крае. Применение генетических ресурсов австралийских пород в тонкорунном и полутонкорунном овцеводстве оказалось достаточно эффективным. Это подтверждается материалами всероссийского координационного совещания, состоявшегося во ВНИИОК. Помесное 20-миллионное потомство от скрещивания маток большинства тонкорунных пород с австралийскими мериносовыми баранами по настригу чистой шерсти превосходит чистородных животных в среднем на 0,2—0,4 кг (в отдельных стадах — на 0,5—0,6 кг). Одновременно улучшается густота, уравненность волокон и их извитость, качество и цвет жиропота и другие свойства.

На такой базе в зоне Северного Кавказа в 1993 году завершено создание новой породы — манычский меринос. Использование в стаде племзавода имени Ленина Апанасенковского района Ставропольского края австралийских баранов типа «стронг» на первой стадии способствовало выведению высокопродуктивного манычского типа овец ставропольской породы. В последующем это позволило разработать методику создания самостоятельной породы, и в нескольких племенных заводах зоны получили большой массив помесей различной кровности. В этих стадах провели соответствующий отбор и сформировали отары овец желательного типа, которые по фенотипу и наследственным качествам существенно отличались от овец, разводимых в данной зоне.

Одним из важных отличительных признаков манычских мериносов является их высокая шерстная продуктивность, которая достигает 3,54 кг чистой шерсти в среднем по всему стаду и 3,6—3,7 кг по группе селекционных маток. В заводских стадах сформированы линии овец с настригом чистой шерсти от 3,85 до 4,04 кг. Шерсть, получаемая от манычского мериноса, по своим физико-технологическим свойствам не уступает австралийской. Животные хорошо приспособлены к условиям разведения в сухостепной засушливой зоне. Высокая продуктивность овец, получаемая преимущественно при пастбищном содержании, обеспечивает производство относительно дешевой шерсти, что делает породу манычский меринос конкурентоспособной и перспективной для разведения в восточных районах Ставрополья, в зоне Нижнего Поволжья и Калмыкии.

Курс на дифференциацию отечественных пород оправдан практикой ставропольских овцеводов. При этом используется генофонд не только зарубежных, но и лучших отечественных пород. Примером тому служит создание в центральной зоне Ставрополя массива овец с пониженной тониной шерсти. Здесь под руководством профессора С. И. Семенова завершено создание внутривидового типа овец кавказской породы. Этот тип мясо-шерстных овец выведен путем однократного и частично двукратного скрещивания маток кавказской породы с баранами северо-

УДК 636.32/38.081

СОХРАНИТЬ ГЕНОФОНД ОВЦЕВОДСТВА

В. А. Мороз, член-корреспондент РАСХН
Б. С. Кулаков, А. П. Докукин, И. И. Селькин, кандидаты
сельскохозяйственных наук
Всероссийский научно-исследовательский институт овцеводства
и козоводства

Основой развития любой отрасли сельскохозяйственного производства, в том числе овцеводства, является создание, сохранение и совершенствование генофонда, максимальное использование в селекции лучших пород, выдающихся стад и отдельных животных.

В России разводят около 30 пород овец различного направления продуктивности, из них в Ставропольском крае пять тонкорунных и две полутонкорунные породы, продуктивный и генетический уровень которых во многом определяет качественное совершенствование отечественного овцеводства. К сожалению, поголовье овец в крае интенсивно сокращается, поэтому племенной потенциал пород полностью не реализуется. Если до 1992 года ведущие племенные заводы Ставрополья ежегодно продавали по 4—5 тыс. племенных баранчиков, то в последнее время реализация молодняка, а также и взрослого поголовья снизилась до нулевой отметки.

С целью сохранения генофонда, его совершенствования и эффективного использования проводится дифференциация овцеводства по направлениям продуктивности, а отдельных пород — на заводские типы, линии, селекционные группы. В этой работе достаточно широко используют генетический потенциал австралийских мериносов и корриделей.

С 1971 по 1990 год в СССР было завезено около 2 тыс. австралийских тонкорунных и полутонкорунных