

ЗООГЕОГИЯ

10

• октябрь • 96



УДК 636.22/082.681.518

СОЗДАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ СЕЛЕКЦИЕЙ МОЛОЧНОГО СКОТА

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

С переходом экономики России на рыночные отношения вопросы организации разведения молочного скота приобретают особую остроту. Разведение животных должно стать экономически выгодным как для производителей продукции, так и для государства. В этом контексте совершенствование управления селекционным процессом является одним из основных условий получения дохода от разведения молочного скота.

Для эффективного управления селекцией необходима полная и надежная информация как об отдельных животных, так и о популяции в целом. С момента начала работ по созданию информационной системы в молочном скотоводстве — СЕЛЭКС—РОССИЯ — основное внимание концентрировалось на компьютеризации ведения учета продуктивности и производства. В частности, большая работа выполнена во ВНИИ племенного дела по созданию системы баз данных, сокращению времени между сбором данных и их обработкой, составлению планов запуска, осеменений и отелов коров, оптимизации рационов и т. п. Селекционным задачам уделялось значительно меньше внимания (бонитировка, оценка быков по качеству потомства).

В настоящей статье рассматриваются вопросы стратегии генетического улучшения животных, процесса управления селекцией, тактического и оперативного планирования, программного и информационного обеспечения селекционного процесса, то есть тот круг вопросов, которые в том или ином аспекте связаны с созданием информационных систем управления селекцией молочного скота.

Управление в общем значении есть процесс принятия решений,ключающий оценку ситуации и состояния объекта управления, выбор воздействий и их реализацию. Процесс управления — циклический и включает три основные функции: планирование, реализацию и контроль. Рисунок 1 иллюстрирует концепцию непрерывного, постоянного цикла планирования, реализации, контроля и дальнейшего планирования.

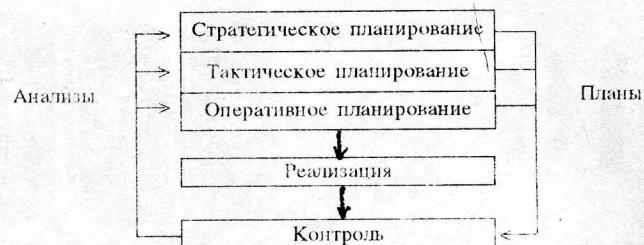


Рис. 1 Схема цикла управления (по Jalvingh A. W., 1992)

При генетическом улучшении животных необходимо принятие решений на стратегическом, тактическом и оперативном уровнях. На стратегическом уровне — это определение цели разведения, выбор системы разведения (селекция или скрещивание), схемы скрещивания, породы, линий. На тактическом — выбор программы селекции в рамках системы разведения. На оперативном уровне — это решения по реализации отдельных мероприятий программы селекции. Стратегические решения обычно относятся к племенной политике на длительный период времени,



Рис. 2 Схема стратегии генетического улучшения животных (по Cunningham E. P., 1976)

и/или к вопросам значительных капиталовложений (перспективное планирование). На рисунке 2 дана стратегия генетического улучшения молочного скота.

Определение цели разведения и методов учета признаков в большинстве случаев не вызывает затруднений (удой, компоненты молока, живая масса). Однако при включении в цель разведения признаков экстерьера, качества мяса, эффективности использования корма, воспроизводства, устойчивости к болезням и т. п. могут возникнуть проблемы с учетом и оценкой их экономической значимости.

Очень важный элемент стратегического планирования — анализ возможностей генетического улучшения животных по признакам, включенными в цель разведения. Необходима оценка, во-первых, уровня генетических различий между популяциями; во-вторых, уровня аддитивной генетической изменчивости внутри популяции (наследуемости).

Знание генетических различий между популяциями служит предпосылкой для принятия решения о необходимости улучшения или замены имеющейся популяции. Замена популяции — продолжительный и дорогостоящий процесс. Для того чтобы оправдать затраты, генетические различия между популяциями должны быть не менее 20%. В том случае, когда поднимается вопрос о разведении какого-либо скота, для выбора породы необходимы оценки генетических различий между популяциями.

Оценки наследуемости признаков являются отправным моментом для принятия решения о системе разведения. При достаточно высокой наследуемости признаков улучшение скота может быть достигнуто селекцией. В противном случае встает вопрос о оценке неаддитивной генетической изменчивости, то есть о возможности использования скрещивания для получения эффекта гетерозиса.

Если уровень гетерозиса имеет экономическое значение, то тогда возникает необходимость в выборе системы скрещивания для максимизации гетерозиса. Это требует проверки и оценки пород или линий, как практикуется в птицеводстве. В типичной ситуации, когда цель разведения комплексная, использование эффекта гетерозиса для одних признаков может сопровождаться внутрилинейной селекцией по другим признакам.

В том случае, когда уровень аддитивной генетической изменчивости достаточен для проведения эффективной селекции, встает вопрос об оценке генетической взаимосвязи признаков. При неблагоприятных корреляциях принимается решение или о селекции по индексам, включающим комплекс признаков, или о создании линий по антагонистическим признакам с последующей внутрилинейной селекцией. При благоприятных корреляциях наилучшим решением будет выбор индексной селекции животных.

Очень низкие коэффициенты наследуемости признаков и незначительный эффект гетерозиса указывают

на то, что все усилия по генетическому улучшению популяции будут с большой степенью вероятности напрасными. В этом случае встает вопрос или о пересмотре цели разведения или о замене популяции.

Однако большинство экономически важных признаков молочного скота имеет аддитивную генетическую изменчивость, достаточную для разработки эффективных программ селекций (тактическое планирование). Это особенно благоприятно потому, что воздействие селекции на генетический прогресс накапливается из поколения в поколение. Гетерозис же проявляется только в одном поколении. Для его воссоздания необходимо поддерживать структуры популяции, которые используются для скрещивания, а это связано с большими затратами.

На рисунке 3 дана схема селекционного процесса в популяции. Конечно, в товарном стаде селекционный процесс несколько отличается от приведенной схемы. В частности, в нем отсутствует селекция производителей и матерей быков. Но основной смысл этого рисунка заключается в том, что независимо от объекта (порода, племенное или товарное стадо) селекционный процесс содержит три основные элемента: оценку генотипа животных, отбор животных с лучшими генотипами и подбор пар для получения следующего поколения ремонтного молодняка. Количественные показатели селекционного процесса регламентируются программой селекции, степень эффективности которой может достаточно точно прогнозироваться.

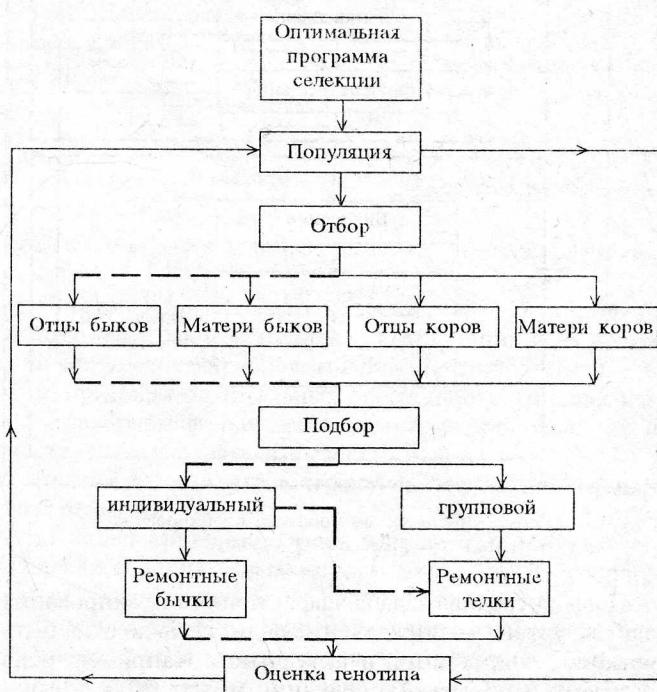


Рис. 3 Схема селекционного процесса

Управление селекционным процессом, тактическое и оперативное планирование включают в себя целый ряд разнообразных задач. С функциональной точки зрения, задачи планирования можно объединить в этапы планирования. Этапы планирования логически взаимосвязаны. Эта взаимосвязь предполагает определенный процесс реализации этапов планирования, то есть процесс планирования. На рисунке изображены общие этапы процесса планирования и их взаимосвязь. Кроме того, показана взаимосвязь между процессом планирования и реализацией плана, а также между процессом планирования и этапами реализации плана (рис. 4).

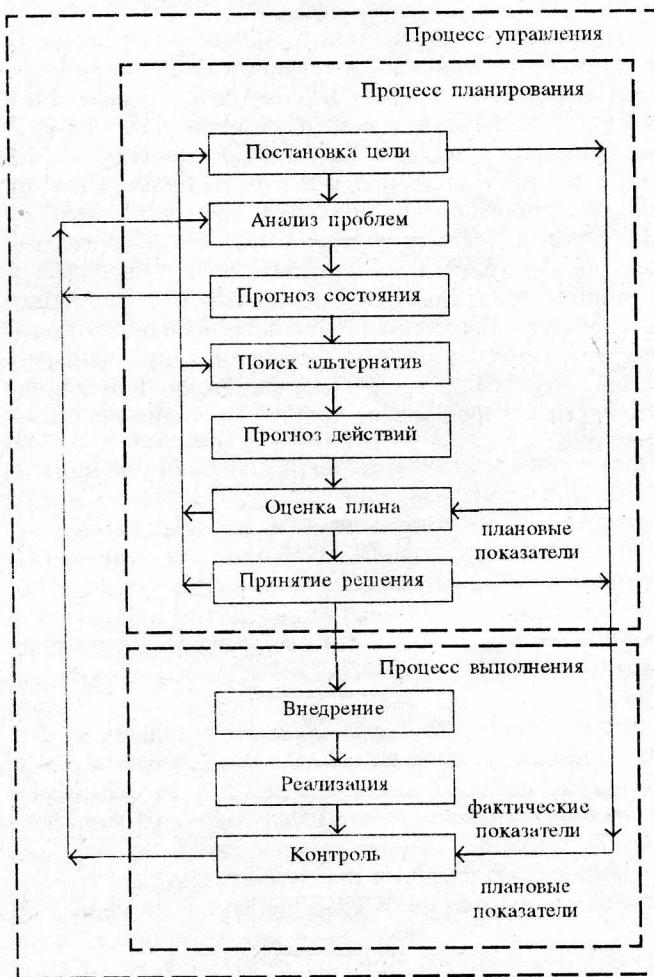


Рис. 4 Общая схема процесса планирования
(по Börner H. J., 1980)

Первоочередная задача эффективного планирования любого уровня — определение цели. Цель должна быть четкой, осуществимой и актуальной. Например, цель разработки программы селекции может быть определена как повышение чистого дохода от коровы на максимально возможную величину, а цель разработки

плана заказного осеменения как получение теленка с высокой племенной ценностью и с минимальным коэффициентом инбридинга. Это так называемые цели до планирования. В процессе же планирования цели реализуются в конкретные планы (например, программа селекции или план заказного осеменения). Они содержат цели для выполнения плана — цель после планирования (например, оптимальная доля коров, осеменяемых спермой проверяемых быков, или число быков, которых необходимо ежегодно ставить на проверку по качеству потомства). Таким образом, цель является, с одной стороны, предпосылкой, с другой стороны, результатом планирования.

Анализ проблем включает в себя выявление негативных отклонений фактического состояния (показателей) от целей после планирования. Обязательными предпосылками анализа проблем являются достаточно точное подробное описание цели после планирования и контроль. Например, контроль точного выполнения программы селекции заключается в периодической оценке соответствия реализованного генетического прогресса прогнозу. Контроль и анализ проблем, прежде всего, касаются параметров популяции и программы селекции, экономических показателей, выполнения решений и их реализации.

Прогноз состояния заключается в попытке спрогнозировать будущие изменения в условиях проведения селекции, причем прогноз изменений не только структуры популяции, экономической ситуации, методов селекции, но и научного прогресса, например, использования в селекции биотехнологических методов (суперовуляция и трансплантация эмбрионов, долговременное хранение эмбрионов, размножение эмбрионов *in vitro*, определение пола и т. д.). Прогноз состояния призван обеспечить своевременное выявление будущих проблем, исходя из ожидаемых изменений. В этом отношении прогноз состояния связан с анализом проблем.

Выявление существующих и будущих проблем стимулирует поиск альтернатив. Задача этого этапа состоит в нахождении альтернативных вариантов селекционных мероприятий или программы селекции, которые обеспечили бы высокую вероятность достижения цели. Эффективным средством на этом этапе является компьютерное имитационное моделирование. Например, моделирование различных вариантов подбора или программы селекции («Зоотехния», 1986, № 1). Поиск альтернатив тем интенсивнее, чем четче были сделаны анализ проблем и прогноз состояния.

На этапе прогноза действия исследуется возможность реализации альтернативных предложений в техническом, организационном и экономическом отношении и оценивается вероятность достижения цели. Здесь также необходимо использовать компьютерное моделирование. Так, изменяя параметры популяции, селекционные и экономические факторы, можно прогнозировать эффективность селекции при возможных

в будущем производственно-экономических условиях проведения селекционных мероприятий. Прогноз воздействия — основа для оценки планов.

Задача оценки планов состоит в ранжировании альтернативных вариантов по эффективности достижения цели. Имеет значение надежность планов и прогнозов, заложенных в основу плана, их логическая законченность. Если ни один из представленных альтернативных планов или вариантов программы селекции не удовлетворяет требованиям, то тогда или планирование является недостаточно качественным, или цели недостижимы и должны быть скорректированы.

Принятие решения представляет собой окончательный выбор и утверждение одного из альтернативных вариантов плана или программы селекции. Показатели, характеризующие план или программу селекции (цели после планирования), должны быть четкими и измеряемыми. Они становятся обязательными и являются ориентирами для выполнения.

Прогноз действий, оценка и принятие решения связаны наличием альтернативных вариантов. Поэтому эти этапы планирования могут быть стабильной составной частью процесса планирования только в том случае, если они являются поиском альтернатив.

Задачи внедрения заключаются в: а) ознакомлении лиц, участвующих в реализации плана мероприятий или программы селекции, с возложенными на них задачами; б) обеспечении их необходимыми ресурсами; в) обосновании необходимости этих задач. На этапе реализации осуществляется непосредственное исполнение отдельных мероприятий по утвержденному плану или программе селекции. Чем детальнее проработан и изложен план мероприятия или программа селекции, тем меньше у исполнителя свободы действия.

На этапе контроля осуществляется статистическая обработка данных племенного и зоотехнического учета для оценки фактического состояния и сравнения с плановыми показателями. Сюда входит оценка параметров популяции и эффективности селекции, контроль за изменениями цен и затрат, контроль интенсивности отбора, заказного осеменения, использования молодых бычков, а также за племенным учетом. Контроль является исходным моментом для анализа проблем и, тем самым, всего планирования. Систематический контроль способствует совершенствованию планирования селекции (корректировка планов и выполнения).

Рассмотренные этапы управления селекцией нуждаются в средствах сбора, накопления, обработки и передачи информации для принятия правильных решений. Кроме того, при быстременяющихся экономических условиях фермер, селекционер хозяйства, специалисты племпредприятий, селекционных центров по породам должны иметь средство для быстрого реагирования на эти изменения. Этим средством является информационная система. Эффективность селек-

ции значительно зависит от информационного обеспечения. Убедительным свидетельством этого служат высокие темпы генетического улучшения животных в странах Западной Европы и Северной Америки, где информационные системы функционируют с 60-х годов. Генетический прогресс в этих странах составляет более 100 кг молока на корову в год (в голштинской породе США — 170 кг в год). Воздействие информационной технологии на эффективность селекции осуществляется через: а) качественную и полную систему учета; б) сокращение времени между сбором данных, их обработкой и принятием решения; в) использование более сложных и эффективных методов селекции.

Рассмотренные выше схемы определяют тот широкий круг задач, которые должна решать информационная система управления селекцией молочного скота в процессе ее эксплуатации. Общая цель информационной системы заключается в переработке первичных данных в информацию, пригодную для эффективного управления процессом селекции (рис. 5).



Рис. 5 Схема информационного процесса управления селекцией

Система должна давать селекционеру такую информацию, которая обеспечивает выполнение всех функций процессов управления селекцией:

- принятие оптимальных оперативных решений как на отдельных этапах селекционного процесса, так и по тактике и стратегии селекции;
- быстрое внедрение и точную реализацию принятых решений;
- действенный контроль за реализацией как отдельных селекционных мероприятий, так и программы селекции в целом.

Большое значение при этом имеет взаимодействие человека и компьютера. Роль компьютера в этом взаимодействии сводится к накоплению, хранению, обновлению, обработке, поиску и выдаче селекционеру необходимой информации (максимум информации при

минимальных затратах времени), роль человека — к приятию на основе полученной информации правильных решений на уровне стада, региона, породы (анализ, планирование, выполнение, реализация и контроль).

Наша концепция информационной системы управления селекцией включает в себя следующие положения:

1. Подход к селекции как к динамичной системе управления процессом генетического совершенствования больших и малочисленных популяций молочного скота. Система должна быть гибкой и быстро реагировать на изменения экономических условий и племенной политики.

2. Ориентация на современные методы селекции. Математическое обеспечение системы должно базироваться на теории селекции животных, теории обобщенных линейных моделей и экономико-математических методах.

3. Ориентация на фермеров, селекционеров хозяйств, специалистов племпредприятий, селекционных центров, ассоциаций по породам. Система должна представлять лицам, принимающим решение, необходимую информацию в понятной форме.

4. Ориентация на максимальную генетико-экономическую эффективность селекции. Система должна обеспечить лиц, принимающих решение, такой текущей и перспективной информацией, которая гарантирует максимальную эффективность селекции.

5. Независимость от системы ведения учета данных. Программное обеспечение системы должно работать с любой базой данных.

Эти положения легли в основу создания на базе компьютеров PC/AT специального программного обеспечения для информационной системы управления селекцией. Оно включает как стандартные пакеты программ, так и оригинальные программы, решающие отдельные селекционные задачи.

В информационной системе управления селекцией мы выделяем следующие блоки задач (рис. 6): статистический анализ данных, генетическая оценка животных, генеалогический анализ популяции, анализ инбридинга и родства, оценка эффективности селекции, оптимизация программы селекции.

Блок статистического анализа данных предназначен для оценки существующего положения дел: а) оценки линий, семейств, результатов скрещивания, опытов, экспериментов, параметров стада и популяции, генетических различий между популяциями; б) анализа компонентов фенотипической изменчивости, оценки степени и достоверности влияния средовых и генетических факторов; в) расчета селекционно-генетических параметров (повторяемость, наследуемость, генетические, средовые и фенотипические корреляции; г) диагностики и прогноза методов разведения и селекции животных.

Блок включает такие пакеты программ, как SAS и HARVEY. Эти программы имеют широкий диапазон аналитических средств и статистических процедур: описательная одновариантная статистика (средняя, ошибка, стандартное отклонение, коэффициент изменчивости, асимметрия, эксцесс и т. д.), корреляционный анализ (парная, ранговая, каноническая корреляция), регрессионный анализ (простой, множественный,

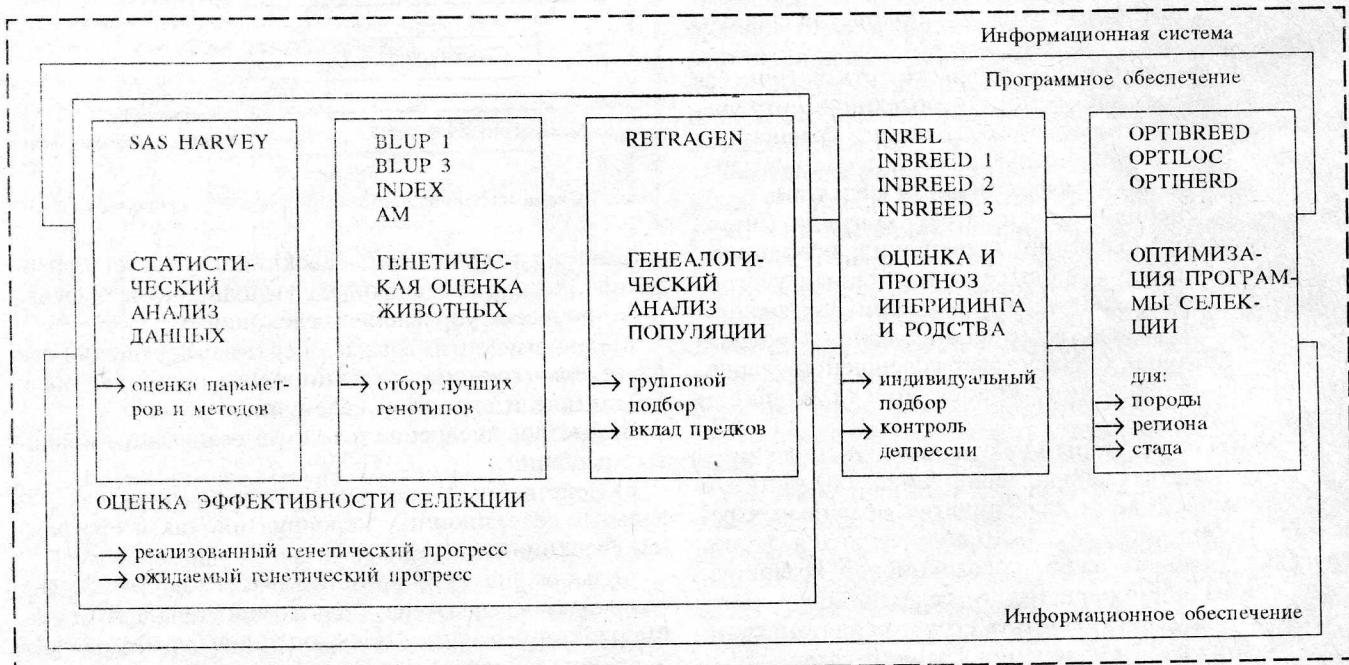


Рис. 6 Блоки основных задач информационной системы управления селекцией молочного скота

полиноминальный, мультивариантный), многофакторный дисперсионный и ковариационный анализы (структура данных, сбалансированная и несбалансированная, план обработки — кроссклассификационный и иерархический, тип модели — фиксированный, случайный и смешанный); другие виды анализов, такие, как частотный, факториальный, кластерный, дискриминантный, ХИ-квадрат, а также корректировка и нормализация данных, проверка гипотез, графическое представление результатов.

Результаты статистического анализа данных используются в других блоках для генетической оценки животных, конструирования селекционных индексов, оптимизации программ селекции и для интерпретации механизмов наследования количественных признаков.

Блок генетической оценки животных является стержнем информационной системы и обеспечивает оценку племенной ценности по каждому экономически важному признаку и конструирование селекционного индекса по комплексу признаков.

Данные о животных поступают из различных источников, в различном объеме, в разные периоды жизни. Обычно это данные о продуктивности предков, собственной продуктивности, продуктивности потомства. Для эффективного использования этих данных разработана система поэтапной оценки племенной ценности, включающая расчет племенной ценности: по происхождению, собственной продуктивности, по качеству потомства, по всем источникам информации, то есть расчет комбинированной племенной ценности. Комбинированная племенная ценность для коров объединяет результаты оценки племенной ценности по происхождению и племенной ценности по собственной продуктивности. Комбинированная племенная ценность для быков объединяет результаты оценки племенной ценности быка по происхождению и племенной ценности по качеству потомства. Расчет комбинированной племенной ценности особенно необходим для матерей быков и быков, имеющих небольшое число дочерей. Исследования показали, что при расчете комбинированной племенной ценности точность прогноза генотипа коров повышается на 5—28%, быков — на 3—6%. Расчет племенной ценности ремонтного молодняка по происхождению базируется на оценках комбинированной племенной ценности отцов и матерей.

Известно, что наиболее точным методом оценки племенной ценности животных является метод наилучшего линейного несмешенного прогноза — BLUP (Зоотехния, 1995, № 11). Поэтому для оценки племенной ценности производителей по качеству потомства разработана программа BLUP 1, коров — по первым трем лактациям — программа BLUP 3.

Программа BLUP 1 учитывает при оценке быков производителей уровень кормления и технологию со-

держания в хозяйствах, где лактировали дочери быка; год и сезон отела дочерей; эффект взаимодействия между хозяйством, годом и сезоном отела; число дочерей у оцениваемого быка и распределение их по хозяйствам, число сверстниц, число отцов сверстниц, генотип отцов сверстниц (конкуренцию); интенсивность селекции и кровность быков по улучшающей породе (генетический тренд). Программа BLUP 1 позволяет оценивать быков по различным статистическим моделям и за один сеанс работы рассчитывать племенную ценность быков по 6 признакам.

При оценке быков по молочной продуктивности дочерей для программы BLUP 1 требуется следующий минимум информации: код хозяйства, номер дочери, идентификационный номер отца, год и месяц отела, число дойных дней, продуктивность за 305 дней или укороченную лактацию. Возможна оценка быков по иным, чем молочная продуктивность дочерей, признакам, например, по типу.

В выходной таблице программы BLUP 1 содержится такая информация по быку, как число дочерей и число эффективных дочерей, число группы стадо—год—сезон, в пределах которых оценивался бык, достоверность оценки, средняя продуктивность дочерей, прогнозируемая разность продуктивности дочерей, абсолютная и относительная племенная ценность быка, ранг быка. Эта информация соответствует рекомендациям международной рабочей группы по методам оценки племенной ценности производителей (INTERBULL). Использование программы BLUP 1 повышает достоверность генетической оценки производителей на 8—20% и более.

Программа BLUP 3 обеспечивает анализ структуры данных, расчет корректур — факторов и предварительную корректировку продуктивности коров на номер лактации, возраст при отеле, продолжительность сервис-периода и лактации как в пределах стада, так и по всем стадам, возможность получать справочную статистическую информацию до и после корректировки, учитывать влияние таких средовых факторов, как уровень кормления, условия содержания, год отела, сезон отела и их взаимодействие.

Программа BLUP 3 рассчитывает по 5 признакам: а) племенную ценность коровы только по собственной продуктивности; б) племенную ценность коровы с учетом племенной ценности отца; в) продуктивную способность коровы в последующие лактации. Использование программы BLUP 3 повышает достоверность генетической оценки коров на 40% и более.

По запросу селекционера программа BLUP 3 может рассчитывать среднюю племенную ценность первотелок и/или всех коров по годам рождения и/или отела, генетический тренд в каждом стаде и/или в целом по всем стадам, используя информацию как по первотелкам, так и по всем коровам.

Программа BLUP 3 может быть использована также для оценки племенной ценности быков по молоч-

ной продуктивности дочерей за первые три лактации и племенной ценности по собственным показателям.

Для получения обобщенной информации о наследственных качествах животных в данном блоке предусмотрен расчет селекционного индекса по комплексу признаков. Разработанная процедура конструирования селекционного индекса имеет следующие отличительные особенности: а) используются не фенотипические значения признаков, а оценки племенной ценности; б) каждый признак индексируется в отдельности; в) при расчете экономических значений признаков учитывается вероятная реализация генотипа животного у его потомства в последующих поколениях. Процедура конструирования селекционного индекса универсальна и не зависит от источника информации. При расчете селекционного индекса могут быть использованы оценки племенной ценности по происхождению, или по собственной продуктивности, или по качеству потомства, или оценки комбинированной племенной ценности. Индексация каждого признака дает возможность выразить экономическими значениями без решения системы линейных уравнений.

Использование индексов в селекции животных дает возможность достичь более высокого селекционного сдвига по комплексу признаков, чем при других методах отбора. Наша исследования показали, что при отборе быков по селекционному индексу, включающему признаки молочной и мясной продуктивности, общий эффект селекции был на 11% выше, чем при поэтапном отборе.

В целях совершенствования программного обеспечения данного блока проводятся исследования по использованию для генетической оценки животных процедуры Animal Model (AM). Отличительной особенностью AM является то, что одновременно могут быть оценены все животные независимо от пола и возраста с привлечением данных о всех имеющихся родственниках.

Блок генеалогического анализа популяции предназначен для ретроспективного анализа родословных животных. Родословные содержат в себе информацию о системе человеческого труда, вложенного в процесс генетического совершенствования стада или популяции. Для оценки эффективности этой системы и для более обоснованного дальнейшего генетического совершенствования стада или популяции разработана программа RETRAGEN. Программа RETRAGEN обеспечивает анализ динамики генетической структуры стада, оценку вклада выдающихся и не выдающихся предков в генофонд стада, рекомендации по групповому подбору и, используя оценки племенной ценности животных, прогноз генетического тренда по хозяйственному-полезным признакам.

Блок оценки и прогноза инбридинга и родства включает следующие программы: INREL, INBREED 1, INBREED 2 и INBREED 3.

Программа INREL обеспечивает расчет коэффици-

ентов инбридинга индивидов и родства между животными. Коэффициенты инбридинга и родства рассчитываются как для каждого индивида или пары индивидов, так и для группы индивидов или пар индивидов. Программа INREL может генерировать родословные животных до 6-го ряда предков и учитывать коэффициент инбридинга общего предка. За один сеанс работы программы INREL может анализировать до 1000 индивидов, рассчитать коэффициенты инбридинга для 500 индивидов, коэффициенты родства для 250 пар индивидов. Программа INREL может работать в режиме расчета только коэффициентов инбридинга, расчета только коэффициентов родства, расчета коэффициентов инбридинга и родства.

Программа INREL может быть использована для разработки рекомендаций по индивидуальному подбору. При планировании индивидуального подбора привлекается информация из блока генетической оценки животных. Критерием оптимального подбора является максимальная племенная ценность будущего потомства при минимальном или заданном коэффициенте инбридинга. Выходная информация программы INREL может быть использована также для анализа влияния инбридинга на хозяйствственно-полезные признаки и болезни (контроль инбредной депрессии), анализа гомо- и гетерозиготности популяции или стада.

Программы группы INBREED предназначены для расчета ожидаемой скорости инбридинга и родства при разработке и внедрении селекционных программ. Программа INBREED 1 рассчитывает среднегодовую скорость инбридинга и родства, программа INBREED 2 — динамику инбридинга, родства и генетической изменчивости для первых n лет внедрения системы разведения, INBREED 3 — динамику инбридинга и родства между животными по поколениям.

Блок оценки эффективности селекции обеспечивает оценку реализованного генетического прогресса и прогноз эффективности проводимой в текущее время селекционной работы. В блоке используются пакеты программ и результаты блоков статистического анализа данных, генетической оценки животных и генеалогического анализа популяций.

Блок оптимизации программ селекции включает следующие пакеты программ: OPTIBREED, OPTILOC и OPTIHERD. Программа OPTIBREED предназначена для оптимизации селекционного процесса в популяциях молочных и молочно-мясных пород скота на уровне области, региона, зоны, породы. Программа OPTILOC предназначена для оптимизации селекционного процесса в племенных и генофондных стадах, малочисленных локальных популяциях. Программа OPTIHERD предназначена для оптимизации разведения и селекции коров в стаде. Все программы разработаны на основе современной теории селекции животных, экономико-математических методов и возможностей имитационного моделирования.

Программа OPTIBREED позволяет оценить последствия различных организационных, зоотехнических и селекционных мероприятий на генетико-экономическую эффективность племенной работы. С помощью программы OPTIBREED можно оптимизировать размер активной (племенной) части популяции, банк спермы для долговременного хранения, число дочерей для проверки быков по потомству, интенсивность отбора быков по собственной продуктивности и по качеству потомства, селекцию отцов быков, отцов коров и матерей быков, использование лучшего мирового генофонда, масштабы скрещивания с быками мясных пород. Программа OPTIBREED может моделировать системы селекции как с ограниченным, так и с широким использованием молодых быков. Для выбора оптимального варианта в программе OPTIBREED предусмотрены следующие критерии: генетический прогресс, доход, затраты, чистый доход, рентабельность, генетический прогресс и чистый доход, генетический прогресс и затраты. При использовании программы OPTIBREED рассчитываются многочисленные варианты программы селекции и по перечисленным выше критериям выдаются оптимальные. Например, можно разработать программу селекции, которая обеспечит получение максимального генетического прогресса при минимальных затратах.

Программа OPTILOC дает возможность использовать оптимизационный подход при разработке планов сохранения генофонда сокращающихся и исчезающих пород скота. Программа OPTILOC позволяет максимизировать генетический прогресс, минимизировать инбридинг, оптимизировать размер и ремонт племяндра и основного стада, оптимизировать селекцию производителей и матерей быков, оценить последствия различных организационных, зоотехнических и селекционных мероприятий на эффективность племенной работы и скорость инбридинга.

Программа OPTIHERD позволяет использовать оптимизационный подход при разработке долгосрочных и краткосрочных планов; осуществлять генетический, продуктивный и экономический прогнозы; оптимизировать селекцию коров и использование быков; максимизировать темп генетического совершенствования стада; максимизировать производство молока и мяса; оптимизировать сроки выбраковки животных и реализации сверхремонтного молодняка; анализировать и прогнозировать последствия различных организационно-зоотехнических мероприятий, изменения экономической ситуации, инфляционных процессов; разрабатывать мероприятия по минимизации затрат и максимизации чистого дохода.

Рассмотренные блоки и пакеты программ могут быть относительно легко интегрированы в информационную систему любого уровня (стадо, экономический регион, порода). Следует также отметить, что большинство программ (за исключением OPTIBREED, OPTILOC, OPTIHERD) могут быть использованы в

информационных системах других видов животных.

Комплексная работа рассмотренных выше программ создает для селекционера информационное обеспечение основных мероприятий по селекции животных: контроль и анализ эффективности племенной работы, генетическая оценка животных и отбор лучших, индивидуальный и групповой подбор, краткосрочное и долгосрочное планирование. Выходные данные компьютерных программ обеспечивают селекционеров необходимой информацией для эффективного управления процессом селекции, то есть для принятия оптимальных решений как по текущей селекционной работе, так и по тактическому и стратегическому планированию. Программное обеспечение ориентировано на то, чтобы селекционеры могли оценить эффективность своего труда в прошлом, эффективно осуществлять оценку, отбор и использование племенных животных в настоящем, разрабатывать оптимальные программы селекции для будущего.

Программное обеспечение позволяет использовать прогрессивные методы селекции, освобождает селекционеров от рутинной работы, дает возможность переключиться на дела, связанные с принятием решений. Кроме практических целей селекции, пакеты программ могут быть использованы для анализа производственно-хозяйственных опытов, экспериментов по селекции и научных исследований.

Программное обеспечение представляет собой совокупность самостоятельных программ. Поэтому они могут быть использованы как для интеграции в уже имеющиеся информационные системы или базы данных, так и при создании новых, путем их поэтапного внедрения.

В заключение следует отметить, что разработка информационных систем управления селекцией или приобретение отдельных пакетов программ связаны со значительными затратами. Этой затраты должны окупаться дополнительной продукцией за счет повышения генетического потенциала животных. Одним из важнейших факторов, влияющих на генетический прогресс, является точность или достоверность генетической оценки животных. Поэтому программное обеспечение информационных систем должно включать самые современные и эффективные методы оценки племенной ценности, такие, как BLUP или Animal Model. Вторым важным фактором, определяющим генетический прогресс, является интенсивность отбора животных. Каким бы идеальным ни было программное обеспечение информационной системы, какие бы сверхточные методы оценки племенной ценности мы в ней ни использовали, эффективность селекции будет низкой, если низкой будет фактическая интенсивность отбора и использование родителей ремонтного молодняка. Только на основе разработки и реализации научно-обоснованной селекционной программы, в которой оптимизированы все параметры, племенная работа со стадом или породой может быть

эффективной, а использование информационных систем экономически оправданным.

Итак, управление генетическим совершенствованием животных есть непрерывный процесс принятия решений, включающий три функции: планирование, реализацию и контроль. Планирование может быть стратегическим, тактическим и оперативным. Планирование на стратегическом уровне — это выбор цели разведения, системы разведения (селекция или скрещивание), породы. Большинство хозяйствственно-полезных признаков молочного скота характеризуется достаточно высокой аддитивной генетической изменчивостью. Это дает возможность генетически улучшать животных посредством селекции. Ключевыми элементами селекционного процесса являются: оценка генотипа животных, отбор лучших генотипов и подбор родителей нового поколения племенных животных.

Эффективность селекции определяется селекционной программой. Разработка селекционных программ является тактическим уровнем планирования, а принятие решений по реализации отдельных мероприятий программы селекции — оперативным уровнем. Процесс управления селекцией включает: постановку цели (в чем заключается проблема), анализ проблем и прогноз состояния (чем вызвана проблема), поиск альтернатив и прогноз действий (каковы возможные решения), оценку (какие решения самые лучшие), принятие оптимального решения, выполнение и контроль за выполнением. Для эффективного управления селекцией необходима система переработки первичных данных в информацию.

Цель информационной системы управления селекцией — обеспечить селекционеров любого уровня полной, качественной и объективной информацией для принятия оптимальных решений по оценке, отбору и использованию племенных животных. В информационной системе управления селекцией выделяются такие блоки задач, как: статистический анализ данных, генетическая оценка животных, генеалогический анализ популяции (стада), анализ инбридинга и родства животных, оценка эффективности селекции, оптимизация программы селекции.

Специальное программное обеспечение информационной системы создает для селекционеров информационное обеспечение основных мероприятий по селекции животных: контроль и анализ эффективности племенной работы (SAS, HARVEY), генетическая оценка животных и отбор лучших (BLUP 1, BLUP 3, AM), индивидуальный и групповой подбор (INREL, RETRAGEN), краткосрочное и перспективное планирование (OPTIHERD, OPTILOC, OPTIBREED).

Использование информационных систем управления селекцией позволяет оценить результаты племенной работы в прошлом, эффективно улучшать животных в настоящем, разрабатывать оптимальные планы и программы селекции для будущего.

Эффективность племенной работы зависит от до-

стоверности оценки генотипа, интенсивности отбора и использования родителей ремонтного молодняка. Значит, только при использовании современных методов генетической оценки и точном выполнении выбранного оптимального варианта программы селекции племенная работа со стадом или породой будет эффективной, а использование информационной системы экономически целесообразным.

УДК 636.22/28.082

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ МАРКЕРОВ В СЕЛЕКЦИИ ГЕРЕФОРДОВ

Л. З. МАЗУРОВСКИЙ, Л. И. ПОЛИНКОВСКИЙ
Всероссийский научно-исследовательский институт мясного скотоводства

Опыт стран с развитым современным скотоводством свидетельствует, что улучшение мясных качеств скота на 80% получают за счет интенсивной селекции быков. Поэтому оценке их генотипа придают решающее значение (Д. Т. Винничук, А. Л. Трофименко, 1989). Но влияние быков на потомков реализуется через отбор и подбор в маточном стаде. Очевидно, успех в совершенствовании скота непосредственно зависит от возможности достаточно полной реализации наследственно обусловленного продуктивного потенциала телок и коров. В связи с этим исследование их селекционно-генетических особенностей весьма актуально. В первую очередь это относится к герефордской породе, разведение которой составляет основу развития отрасли.

Повышение эффективности селекционного процесса возможно при более полном представлении о реальной генетической структуре породы, внутрипородных типов, линий, стад. Это связано с тем, что данные об изменении генетической структуры в большей степени соответствуют реальным процессам селекции, чем показатели морфологических признаков (В. И. Глазко, К. В. Кругловский, 1991, В. И. Власов, 1989 и др.). В качестве маркеров используются кодоминантные аллельные гены, контролирующие такие качественные признаки, как группы крови, типы белков крови и молока. У крупного рогатого скота выявлено 12 систем эритроцитарных антигенов групп крови и 15 систем белков и ферментов крови. В нашей стране достаточно полно изучены среди первых система наиболее полигалльной группы В; среди вторых — система трансферинов (Е. К. Меркурева, 1977; Е. В. Эйдригевич, В. В. Раевская, 1978; П. Ф. Сороковой, Н. Г. Букаров, 1978, и др.).

Однако, отечественные популяции герефордской породы характеризуются либо по полиморфизму групп крови (Г. И. Кульчумова и др., 1983; В. С. Яковлев и др., 1987, и др.), либо по типам трансферина и других белков крови (А. В. Будникова, А. И. Храпковский,