

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**Конспекты лекций**  
по дисциплине  
(модулю)

Планирование и моделирование селекционного процесса в  
животноводстве

---

Код и направление подготовки	36.06.01 – Ветеринария и зоотехния
Наименование профиля / программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре/магистерской программы / специализация	06.02.07 – разведение, селекция и генетика с.-х. животных
Квалификация (степень) выпускника	<i>Исследователь. Преподаватель- исследователь</i>
Факультет	<i>Зоотехнологии и менеджмента</i>
Кафедра – разработчик	<i>Разведения с/х животных и зоотехнологий</i>
Ведущий преподаватель	<i>Щербатов В.И.</i>

**Краснодар 2015**

## Лекция №1

### «Племенной подбор. Сущность и значение подбора. Основные принципы подбора. Формы подбора»

#### План лекции

1. Общее понятие и положения о подборе.
2. Основные принципы и типы подбора.
3. Формы подбора.
4. Условия, влияющие на результативность подбора.

#### 1. Общее понятие и положения о подборе

Племенной подбор - это наиболее целесообразное составление родительских пар из отобранных животных с целью получения от них потомства с желательными признаками.

Для улучшения маточного стада специалисты подбирают производителя к маткам. Для работы с линией, выведения продолжателей линии подбирают маток к производителю. С генетической точки зрения, подбор - это проект генетического синтеза, средство создания намеченной комбинации генов.

Подбор является важнейшим элементом племенной работы. Он тесно связан с отбором. Подбор завершает отбор, но после получения потомства и правильного его выращивания опять производится отбор на основе всесторонней оценки. Отбор и подбор как зоотехнические приемы нельзя рассматривать изолированно друг от друга и противопоставлять друг другу. Только совместное всесторонне обоснованное их использование может быть эффективным.

В зоотехнической практике имеется много примеров, когда высокоценные животные в зависимости от того, с какими партнерами их спаривали, давали неравнозначное потомство. Таких фактов в истории племенного животноводства много. Так, орловский рысак Крепыш, не имевший равных себе на ипподроме, в заводе довольствовался скромными

успехами, хотя хозяйство располагало достаточно ценным маточным поголовьем. Как оказалось впоследствии, Крепыш не был плохим производителем. Но производитель, как бы хорош ни был, не может из ничего создать что-либо выдающееся. Для этого обязательно ему нужно найти подкрепление в матках.

Большой вклад в формирование учения о подборе внесли выдающиеся английские заводчики-селекционеры Ф. Беквелл, братья Коллинги, Х. Уотсон, создавшие замечательные породы крупного рогатого скота - шортгорнскую, герефордскую, абердин-ангусскую.

Неоценимое значение имеют работы селекционеров А.Г. Орлова и В.И. Шишкина, выведивших знаменитую орловскую рысистую породу лошадей; С.П. Бестужева, создавшего бестужевскую породу крупного рогатого скота.

Значительное внимание подбору уделяли в своих научных работах и практике известные ученые П.Н. Кулешов (1947), М.Ф. Иванов (1949), Е.А. Богданов (1977), Д.А. Кисловский (1965), Н.А. Кравченко (1957) и др.

П.Н. Кулешов, обобщая опыт лучших заводчиков разных стран, писал: «Улучшение стада подбором требует много терпения и знаний, а также предполагает определенную цель».

Впервые вопросы подбора с генетических позиций осветил Е.А. Богданов (1917). Он считает, что посредством подбора можно собрать воедино все ценные гены, которые обуславливают наибольшее развитие хозяйственно полезных качеств и таким образом улучшить наследственность животных.

М.М. Щепкин, изучая вопросы подбора в рысистом коневодстве, установил, что некоторые жеребцы дают ценное потомство только с определенными матками. В процессе селекционной работы он разработал и апробировал методику создания новых пород, которая широко используется как в нашей стране, так и за рубежом.

Из практики племенной работы с разными видами сельскохозяйственных животных известно много фактов положительной и отрицательной сочетаемости как отдельных производителей с матками разных

генеалогических групп, так и представителей различных линий. В качестве примера можно привести данные, полученные при изучении сочетаемости линий красно-пестрой породы крупного рогатого скота.

А.Е. Луценко и А.И. Голубков в красно-пестрой породе в ЗАО «Назаровское» выделили 26 вариантов кроссов линий. При внутрилинейном разведении животных линии Монтвик Чифтейн по первотелкам получены удои на 55 кг меньше, чем при кроссах с быками линии Силинг Трайджун Рокит. По третьей лактации коровы, принадлежащие линии Монтвик Чифтейн в сочетании с линией Рефлекшн Соверинг, дали на 31 кг молока меньше. По остальным вариантам кроссирования прибавка в среднем составляет 68 кг. Низкая продуктивность характерна для кроссов коров, принадлежащих линии Вис Бек Айдиал, с быками Рефлекшн Соверинг. От дочерей этого сочетания за I лактацию получено 3939 кг молока, что на 299 кг, или 7,1 %, меньше в сравнении со сверстницами, и по третьей лактации разница составляет 95 кг.

Более высокопродуктивное сочетание было получено при спаривании коров линии Силинг Трайджун Рокит с быками линии Рефлекшн Соверинг. По первой лактации от коров этого кросса получено 4601 кг молока, что на 161 кг больше, чем при реципроктном спаривании. При анализе сочетаний

Таблица 1 - Молочная продуктивность коров при кроссировании линий в ЗАО «Назаровское» Красноярского края

Линия и ее сочетаемость	Надоено молока, кг	
	I лактации	III лактация
Вис Бек Айдиал х РефлекшнСоверинг	3939	5043
Вис Бек Айдиалх симментал	3869	4960
МонтвикЧифтейнх МонтвикЧифтейн	4121	5130
МонтвикЧифтейнх Вис Бек Айдиал	4303	5212
МонтвикЧифтейн х РефлекшнСоверинг	4299	5149
МонтвикЧифтейн х СилингТрайджунРокит	4176	5284
МонтвикЧифтейн х симментал	4406	5714
РефлекшнСоверингхМонтвикЧифтейн	4151	4336
РефлекшнСоверинг х РефлекшнСоверинг	4126	5144
РефлекшнСоверинг х СилингТрайджунРокит	4440	5771

линий по третьей лактации получены противоположные показатели, при

прямых спариваниях молочная продуктивность меньше, чем при обратных (табл. 1).

Таким образом, реципроктные кроссы и их использование в селекционной работе позволяют повысить потенциал молочной продуктивности коров без существенных дополнительных материальных затрат.

Методы прогнозирования благоприятной сочетаемости животных по большинству количественных признаков (удоям, жирномолочности, белковомолочности, резвости и др.), к сожалению, не разработаны. В практической работе пользуются эмпирической проверкой животных разных линий на сочетаемость, то есть методом проб и ошибок. Найденную опытным путем благоприятную сочетаемость в последующем широко применяют.

Эту трудоемкую и требующую длительного времени работу у многоплодных животных, например, у свиней, можно ускорить путем использования возможностей иммуногенетики по контролю происхождения животных.

С этой целью группа маток в одну и ту же охоту осеменяется спермой хряков из разных линий (или разных пород). Происхождение полученных потомков (их отцовство) определяют по группам крови. По результатам выращивания потомства в идентичных условиях делают заключение о характере сочетаемости разных линий или пород.

В целом проблема прогнозирования сочетаемости очень сложная, слаборазработанная и требует для своего решения больших усилий специалистов.

## **2. Основные принципы и типы подбора**

Основными принципами проведения подбора являются следующие: целенаправленность, превосходство производителя над матками, с которыми

его спаривают; максимальное использование лучших производителей; сохранение в приплоде достоинств родителей при помощи гомогенного подбора; нахождение и использование лучших сочетаний; предотвращение родства между спариваемыми животными или регулирование его степени и направленности; разведение по линиям и семействам.

*Целенаправленность подбора.* Подбор, отбор и выращивание животных - одно из основных средств достижения поставленной цели. Нельзя рассчитывать на успех работы, если цель не ясна, не соразмерна с качеством имеющихся животных и с условиями, в которых ведется работа. При отборе оценивается само животное, такое, какое оно есть. При подборе же такая оценка животного усложняется сопоставлением ее с оценкой тех конкретных животных, с которыми имеется возможность его спаривать. Здесь опять-таки делается прогноз качеств приплода. Делается он на основании предполагаемой или выявленной сочетаемости. При подборе качества животных оценивают по отношению к качествам других животных, при этом исходят из предполагаемого сочетания в потомстве. Прогноз при подборе тоньше, полнее и труднее, чем прогноз при отборе, и приводит иногда к ошибочному решению.

*Превосходство производителей над матками, с которыми их спаривают.* Получение новых поколений животных, превосходящих по своему качеству существующие, - это основная задача племенного дела. В своей работе селекционеры стремятся, чтобы дочери в среднем были лучше своих матерей. А этого можно достичь при условии, если производители будут иметь явные преимущества по сравнению с коровами или телками, с которыми они спариваются.

Относительная ценность самцов и самок оценивается по-разному. В связи с тем, что развитие плода происходит в утробе матки млекопитающих, влияние матери на процесс роста и развития приплода, на его фенотип должно быть несколько больше оцовского.

Например, мулы, получаемые от спаривания осла с кобылой, то есть с более крупными животными, имеют преимущества по сравнению с лошадьми, получаемыми от спаривания жеребца и ослицы.

Наличие цитоплазмной (материнской) наследственности, сцепленных с полом наследственных признаков и большее влияние матери по сравнению с отцом на развитие таких признаков, как, например, крупность, несколько затрудняет подбор к маткам лучших по качеству по сравнению с ними производителей.

Еще большее затруднение заключается в том, что племенная оценка производителя, пока от него потомство не будет лактировать, менее точна, чем племенная оценка коров, о которых судят непосредственно по показателям их молочной продуктивности.

Однако эти затруднения можно преодолеть. Оценка производителя по его потомству становится более достоверной, чем оценка каждой коровы, так как проводится она по сравнительно большому числу его дочерей.

Преимущества самца объясняются тем, что каждый производитель отбирается гораздо строже, чем матки, и спермой его осеменяют сотни и тысячи маток ежегодно. Поскольку оценка самцов производится гораздо точнее и отбор во много раз строже, его улучшающее влияние на потомство оказывается выше влияния матери. Хороший бык за пять-восемь лет использования (при искусственном осеменении) может превысить показатели 10 тыс. животных, самая выдающаяся корова за это время даст пять-восемь телят. Следовательно, правильно говорят, что «бык стоит больше половины стада».

*Предотвращение родства между спариваемыми животными и регулирование его степени и направленности.* Предотвращение родственных спариваний является важнейшим принципом подбора в пользовательном животноводстве, так как инбредная депрессия ведет к снижению ряда показателей. Избегать родственных спариваний часто приходится и в племенном животноводстве, но не вообще, а на лучших животных

родственное спаривание в племенных стадах не только допускается, а иногда и необходимо, но при условии правильного выбора его направления (на кого и через кого ведется) и установление меры его интенсивности (коэффициент инбридинга).

*Типы подбора.* В зоотехнической науке и практике различают два типа подбора: однородный (гомогенный) и разнородный, или уравнительный (гетерогенный).

Гомогенный подбор в племенной работе применяют для решения определенных зоотехнических задач: если матка, группа маток или целое маточное стадо уже имеют какие-то преимущества перед другими животными.

Однородный подбор характеризуется тем, что спариваемые животные, производитель и матка являются сходными по типу телосложения и продуктивности, а часто и по происхождению. Примером такого подбора может служить спаривание обильно-молочных коров с быками-производителями, происходящими из линий, отличающихся обильномолочностью; свиноматок мясного типа телосложения с хряками-производителями такого же мясного типа и т.д.

При гомогенном подборе в потомстве сохраняют те качества, которые характерны для их матери и отца. Эти признаки консолидируются, закрепляясь в потомстве. Эта главная особенность гомогенного подбора выражается формулой, предложенной П.Н. Кулешовым (1947): «Лучшее с лучшим дает лучшее». Это означает, что к очень хорошей корове подбирается не просто очень хороший бык, а такой, который обладает теми же качествами, что и данная корова.

Затем гомогенный подбор используют для закрепления в потомстве селекционируемых признаков и создания их большей наследственной стойкости.

Для решения этой задачи гомогенный подбор ведут в одном и том же направлении на протяжении ряда поколений, что положительно определяет



тенденцию возврата к средним, наследование не только от отца и матери, но и от множества более отдаленных предков.

В генетическом отношении однородный подбор, в конечном счете, ведет к возрастанию гомозиготности. Неумелое его применение может сопровождаться проявлением целого ряда недостатков. Наиболее существенные из них следующие:

1. Понижение жизнеспособности у полученного потомства, односторонняя недоразвитость в каком-нибудь направлении (сырая переразвитость у герефордов, электоральный тип овец и др.), ослабление конституции, снижение приспособляемости к внешним условиям, вырождение.

2. Увеличение однообразия получаемых потомков, уменьшение изменчивости, возрастание консерватизма наследственности, вследствие чего затрудняется процесс дальнейшего совершенствования.

3. Закрепление у потомков одинаковых недостатков, присущих родителям.

Следовательно, при гомогенном подборе успешно решаются важные, но не все задачи племенной работы.

Гетерогенный подбор в отличие от гомогенного характеризуется различием в особенностях спаривания животных, самец и самка не сходны между собой, у них по разному проявляются одни и те же признаки, например: корова обильномолочная с низким содержанием жира в молоке, а бык-производитель из линии, характеризующейся умеренными надоями и очень высоким содержанием жира в молоке; хряк-производитель мясного типа, а свиноматка мясо-сального и т.д.

Основные правила или формулы этого подбора: «неравное с неравным уравнивается» и «худшее с лучшим улучшается».

Разнородный подбор решает следующие задачи:

1. Получить приплод с новыми качествами, которых не было у родителей:

а) новые качества могут возникнуть за счет комбинации качеств исходных форм. Например, при спаривании баранов с длинной и редкой шерстью с матками с короткой и густой шерстью, можно получить потомков с длинной густой шерстью, то есть с такими качествами, которых не было при данном сочетании ни у одного из родителей;

б) новые качества могут возникнуть за счет сложного взаимодействия генов родителей в результате их перекомбинации. Например, спаривая кур с розовидным гребнем с петухами, имеющими гороховидный гребень, получим приплод с ореховидной формой гребня.

2. Исправлять недостатки, присущие одному из родителей. Для этого маток, имеющих недостатки, спаривают с производителями, у которых нет этих недостатков (например, спаривание коров с провислой спиной с быками, имеющими ровную спину).

3. Получить животных промежуточного типа. Это так называемый метод уравнивания. Как правило, животные промежуточного типа бывают хуже исходных родительских форм. Например, у полученных помесей от тонкорунных маток и каракульских баранов теряются такие ценные качества, как тонкая шерсть и высококачественный смушок. И, тем не менее, полностью отказываться от этого способа нельзя. В ряде случаев промежуточное наследование по одному или нескольким признакам может оказаться желательным. В частности, при спаривании животных, отличающихся по удою и жирности молока, можно получить животных с повышенным выходом молочного жира. На товарных фермах увеличить выход молочного жира очень важно, и этот вопрос заслуживает внимания.

Гетерогенный подбор при умелом его чередовании с гомогенным - весьма важный прием зоотехнической работы, чтобы пользоваться им, нужны наблюдательность и большое мастерство.

Ценной особенностью гетерогенного подбора является повышение в потомстве жизнеспособности, конституциональной крепости и плодовитости, что обусловлено наследственным несходством, биологической

разнокачественностью половых клеток спариваемых животных. Полученные данные О.А. Ивановой показывают, что у свиней при гетерогенном подборе плодовитость маток и число живых поросят в одном опоросе было больше, а число мертворожденных поросят меньше, чем при гомогенном подборе.

### **3. Формы подбора**

В племенной работе различают следующие формы подбора: индивидуальный, групповой, индивидуально-групповой и семейно-групповой.

При индивидуальном подборе решается вопрос, каким из имеющихся в хозяйстве или на племпредприятии производителем осеменить ту или иную матку, чтобы получить потомство наилучшего качества. Эта форма подбора применяется, как правило, в племенных хозяйствах, где ведется глубокая племенная работа.

*Групповой подбор.* Суть его состоит в том, что к группе маток определенного качества (породность, конституциональные особенности, продуктивность, классность) подбирают несколько производителей, которые превосходят по ряду показателей маток.

При индивидуально-групповом подборе маточное поголовье разбивается на качественно своеобразные группы (по происхождению, продуктивности, экстерьеру, конституции), к каждой из которых подбирается производитель более высокого качества, чем матки.

В птицеводстве применяется семейно-групповой подбор, при котором в группу специально отобранных кур-несушек пускают петухов-братьев, оцененных по потомству или полученных от оцененного по потомству петуха-отца. Группа может быть представлена и самками определенного семейства.

### **4. Условия, влияющие на результаты подбора**

Результаты подбора зависят от ряда факторов:

1. Наследственные особенности животных. Наилучшие результаты получаются при благоприятной комбинации генов (с учетом их аллельного и межаллельного взаимодействия).

2. Условия внешней среды, в которых осуществляется подбор, выращивание полученного потомства и его использование. При изменении условий необходимо учитывать взаимодействие «генотип-среда» и возможное изменение относительной ценности животных.

3. Целеустремленность подбора. При проведении подбора нужно в каждом последующем поколении придерживаться единой цели, которая позволит консолидировать наследственность животных, добиться стойкого наследования тех признаков, по которым ведется отбор.

4. Возраст спариваемых животных. Лучших потомков получают от спаривания родителей в зрелом возрасте, в пору их физиологического расцвета.

5. Правильный выбор (особенно при скрещивании материнской и отцовской форм пород). Результаты скрещивания зависят от набора хромосом и особенностей цитоплазматических структур яйцеклетки, ее ферментных систем на реализацию генетической информации, которую несет диплоидный набор хромосом, образовавшийся при оплодотворении зиготы.

На результаты подбора оказывает влияние степень однородности и разнородности спариваемых животных по основным хозяйственно полезным признакам (степень родства при инбридинге), их препотентность, качество спермы при искусственном осеменении.

## Лекция №2

### «Организационные мероприятия по вопросам племенного дела в животноводстве»

#### План лекции

1. ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ
2. КРУПНОМАСШТАБНАЯ СЕЛЕКЦИЯ

#### 1. ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ

Сельское хозяйство является крупной отраслью народного хозяйства, которая имеет свои особенности.

Планирование экономического процесса в сельском хозяйстве заключается в выборе наиболее эффективного варианта развития. Это значит, что надо установить такие связи и пропорции между различными сторонами и факторами производства и потребления, которые позволили бы достичь наибольшей эффективности сельского хозяйства в условиях ограниченности располагаемых ресурсов: земли, труда, техники и др. Большую помощь в этом процессе оказывают экономико-математические методы и вычислительная техника.

Одна из важнейших задач планирования - повышение экономической эффективности сельскохозяйственного производства. Чтобы решить такую задачу, необходимо использовать критерий эффективности. В общем виде любой критерий эффективности должен зависеть от производительности труда. В настоящее время предложено много критериев оптимизации сельскохозяйственного производства. Приведем главные из них:

Максимум валовой или конечной продукции в стоимостных или эквивалентных единицах (например, в рублях или условных зерновых единицах и т.п.);

Максимум ассортиментных комплексов конечной продукции в натуральном выражении;

Максимум валового дохода (стоимость валовой продукции за вычетом материальных затрат);

Максимум чистого дохода (валовой доход за вычетом затрат на оплату труда в процессе производства продукции);

Максимум товарной продукции в действующих или неизменных ценах;

Максимум прибыли (выручка от реализации товарной продукции за вычетом затрат на производство и реализацию этой продукции);

Максимум продукции в денежных или условных единицах;

Максимум рентабельности производства (отношение чистого дохода к текущим затратам или к стоимости производства фондов);

Минимум суммарных затрат труда на получение заданного объема продукции или на 1 рубль валовой продукции;

Минимум суммарной себестоимости на получение заданного объема продукции;

Минимум суммарных приведенных затрат на получение заданного объема продукции;

Минимум текущих затрат.

С помощью экономико-математических методов можно решить много различных задач из отрасли сельского хозяйства. Например:

оптимизация размещения сельскохозяйственного производства;

специализация сельскохозяйственного производства;

оптимальное сочетание отраслей в сельском хозяйстве;

определение наилучшей структуры кормовых культур и оптимальных рационов кормления скота;

определение потребности в технике и ее распределение по видам работ;

определение рациональной структуры стада;

оптимальное использование удобрений;

оптимальное планирование и распределение капиталовложений.

Большой объем работы, большой объем информации, оптимизация вычислений, многовариантные расчеты определяют необходимость применения в управлении отдельными видами сельскохозяйственной деятельности современных информационных технологий основанных на компьютерной технике и экономико-математических моделях и методах решения.

### КЛАССИЧЕСКАЯ ПОСТАНОВКА МОДЕЛИ ОПТИМИЗАЦИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОРМОВ

Кормовая база является важнейшим условием развития животноводства. Наряду с повышением урожайности и снижением себестоимости кормовых культур необходимо внедрять более эффективную структуру кормов. Структура кормов должна рассматриваться не только с точки зрения технологической, но и с экономической. В зависимости от вида, возраста, веса и продуктивности животное требует определенного количества питательных веществ. Отсутствие какого-либо питательного вещества отрицательно сказывается на его продуктивности. Если с целью увеличения продуктивности животное не ограничивать в кормах, то недостаток одного питательного вещества будет компенсироваться за счет других веществ, продуктивность животного будет наибольшей, но затраты кормов будут большими. Такой подход к решению вопроса кормов животного не экономичен.

Важнейшим элементом питательности является перевариваемый протеин. Если в кормах его недостает, то резко снижает продуктивность и ведет к значительному перерасходу кормов, но и белковый перекорм нежелателен:

он отрицательно влияет на развитие организма животного. Кормовая база должна быть сбалансирована по минимальной потребности в кормовых единицах и перевариваемом протеине; состав кормов должен быть разнообразен. Для этого нужно обеспечить зоотехнически допустимые соотношения между основными группами кормов: концентратами, сеном, сочными кормами, зеленым кормом; состав кормов должен содержать в достаточном количестве питательные вещества; суммарная себестоимость кормовой базы должна быть минимальной.

Одинаковый по питательности рацион кормов может состоять из различных кормов, поэтому среди вариантов рационов кормов следует выбрать наиболее экономичный (оптимальный) и соответствующий биологическим потребностям животных по содержанию питательных веществ.

Оптимальные рационы рассчитываются для отдельных видов групп животных с учетом способа их содержания, продуктивности, сезона и т.д. Большую помощь в получении оптимальной структуры кормов оказывают математические модели.

Для формализации этой задачи введем обозначения:

- количество имеющихся видов кормов
- вид корма
- количество элементов питания в корме
- вид элемента питания
- необходимое количество питательного вещества в рационе животного
- стоимость единицы вида корма
- норма содержания питательного вещества в единице вида корма
- количество вида корма в рационе

Задача представляется так:

Найти такое количество кормов, при котором достигается минимум затрат на корма: (1.1)

при условиях, что каждое питательное вещество содержится в рационе в необходимом количестве (1.2)

количество кормов расходуется согласно имеющимся запасам (1.3)

Мы получим задачу линейного программирования, которая решается определенными методами.

### **ПОСТАНОВКА ЭКОНОМИКО - МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ РАЦИОНА КОРМЛЕНИЯ СКОТА**

Рассчитать оптимальный кормовой рацион, учитывающий зоотехнические требования, при помощи традиционных методов подбора очень сложно, а при большом наборе кормов практически невозможно, поэтому задачу целесообразно решать с помощью экономико-математических методов и ЭВМ.

Целевую установку можно выразить следующим образом:

Из имеющихся в наличии кормов составить такой рацион, который по содержанию питательных веществ, соотношению отдельных видов и групп

полностью отвечал бы требованиям животных и одновременно был самым дешевым. Критерий оптимальности - минимум стоимости рациона.

Основными переменными являются корма, имеющиеся в наличии, а также корма, кормовые и минеральные добавки, которые хозяйство может приобрести. Единицами измерения этих переменных являются кг.ц в зависимости от периода, на который составляется рацион.

В задаче кроме основных могут быть и вспомогательные переменные. Они чаще всего выражают суммарное количество кормовых единиц или перевариваемого протеина в рационе. С помощью этих переменных записывают условия по структуре рациона (удельный вес отдельных групп кормов).

Основные ограничения необходимы для записи условий по балансу питательных веществ. Техничко-экономические коэффициенты в этих ограничениях обозначают содержание соответствующих питательных веществ в единице корма (в 1 кг, 1 ц). Константы в правой части ограничений (объемы) показывают количество питательных веществ, которое должно содержаться в рационе.

С помощью дополнительных ограничений записывают условия по соотношению отдельных групп кормов в рационе и отдельных видов кормов внутри групп. Если эти соотношения выражены в весовых единицах, то технико-экономическими коэффициентами по основным переменным соответствующих групп кормов являются единицы или величины, характеризующие удельный вес данного вида или группы корма в рационе (коэффициенты пропорциональности). Константы обозначают минимальное или максимальное зоотехнически допустимое количество данной группы корма в рационе.

С помощью вспомогательных ограничений записывают условия по суммарному количеству кормовых единиц и перевариваемого протеина. Техничко-экономические коэффициенты по основным переменным (так же, как и в основных ограничениях) отражают содержание питательных веществ в единице корма или кормовых добавок, а по вспомогательным переменным равны -1. Константами в этих ограничениях являются нули.

Для составления модели оптимального рациона кормления скота необходимо установить следующее:

Вид и половозрастную группу скота, для которого рассчитывается рацион ;  
период; живую массу одной головы; планируемую продуктивность;

Содержание питательных веществ в рационе в зависимости от продуктивности животного, животной массы, физиологического состояния;

Предельные нормы скармливания отдельных кормов данному виду скота или допустимые зоотехнические нормы потребления кормов;

Виды кормов и кормовые добавки, из которых могут быть составлены кормовые рационы (смеси);

Содержание всех видов питательных веществ в единице корма или кормовой добавки;



Цену единицы кормов и кормовых добавок.

Рассматриваем пример оптимизации оптимального рациона кормления скота. Необходимые данные по видам имеющихся в хозяйстве кормов, содержание питательных веществ и стоимости приведены в Таблице 4.1.

Система переменных определяется в соответствии с условиями задачи.

Количество кормов, которые могут войти в рацион обозначим символами:

- сено
- силос
- концентраты

Единица измерения - кг.

Система ограничений. Основными ограничениями в данной модели будут условия по обеспечению всеми питательными веществами (белок, кальций, витамины).

По экономическому содержанию и характеру формализации в модели целесообразно выделить группы ограничений:

- I - по балансу питательных веществ;
- II - удельному весу кормов суточной выдачи
- III - удельному весу кормов в один рацион
- IV - влияние на стоимость увеличение ресурсов

**I группа ограничений** отражает требование к рациону по питательным веществам и показывает, что он должен содержать данное питательное вещество не менее требуемого по норме количества:

- ограничение по белку
- ограничение по кальцию
- ограничение по витаминам

В целях формализации записей приведенных ограничений введем ряд обозначений:

- индекс ограничения, показывающий порядковый номер элемента питания;
- индекс переменной, показывающий порядковый номер вида корма в рационе;
- содержание питательного элемента  $i$ -го вида в единице (1 кг)  $j$ -го вида корма;
- искомое количество корма  $j$ -го вида, входящего в рацион;
- требуемое по норме количество  $i$ -го вида питательного вещества в рационе.

С учетом введенных обозначений обобщенная форма записи I группы ограничений будет иметь вид

(2.1)

**II группа ограничений** отражает физиологически допустимые пределы скармливания кормов. Эти дополнительные ограничения показывают верхние пределы отклонений по каждой группе кормов суточной выдачи, представляются следующим образом:

- пределы ограничения по физической массе сена
- пределы ограничения по физической массе силоса

пределы ограничения по физической массе концентратов  
Обобщенная математическая модель записи ограничений II группы имеет вид

(2.2)

**III группа ограничений** отражает физиологические, зоотехнические или экономические требования по удельному весу отдельных видов кормов рассчитанных на один рацион.

Ограничения будут записываться так:

ограничения по физической массе сена

ограничения по физической массе силоса

ограничения по физической массе концентратов

**IV группа ограничений** будет иметь экспериментальный характер, задача заключается в том, что, как увеличение ресурсов сена и силоса на 1 кг и концентратов на 3 кг. повлияет на оптимальную стоимость.

ограничения по сену

ограничения по силосу

ограничения по концентратам

V группа ограничений - неотрицательность переменных величин:

Запишем теперь целевую функцию:

Стоимость рациона должна быть минимальной

Математическая модель целевой функции имеет вид

(2.3)

где -стоимость (себестоимость) единицы корма j-го вида.

После построения математической модели пришли к выводу, что заданную задачу целесообразно решать модифицированным симплекс - методом.

### **АЛГОРИТМ МОДИФИЦИРОВАННОГО СИМПЛЕКС-МЕТОДА**

При решении экономических задач часто приходится встречаться с такими задачами, у которых ограниченное условие заранее задано равенством и нельзя создать единичную матрицу без проведения дополнительных расчетов. Для решения таких задач используют симплексный метод с искусственным базисом.

**1.** Привести систему ограничений к каноническому виду.

Если каноническая форма записи не имеет исходного опорного плана, то он строится с помощью дополнительных переменных. Однако независимо от того, используются искусственные переменные или нет, для решения задачи применяется один и тот же алгоритм.

Задача в каноническом виде имеет исходный опорный план

(3.1)

(3.2)

(3.3)

**2.** Проверить наличие единичного положительного базиса в каждом ограничении.

**3.** Для применения модифицированного симплекс-метода исходная задача должна быть представлена в канонической форме с начальным опорным планом.

**4.** Проверяют уравнения на наличие единичного базиса и в те уравнения, где его нет вводятся искусственные переменные, т.е. коэффициенты при которых создают единичную матрицу, причем искусственные переменные нужно вводить со знаком «плюс».

Эти переменные вводятся также в целевую функцию с большими по абсолютной величине коэффициентами «М». Значение «М» можно за ранее задавать.

При решении задач искусственные переменные должны быть введены из оптимального варианта плана. Следовательно, никакого экономического смысла эти коэффициенты не имеют.

При решении задач на максимум в целевую функцию искусственные переменные вводятся с отрицательными коэффициентами «М».

При решении задач на минимум в целевую функцию искусственные переменные вводятся с положительными коэффициентами «М».

**5.** Построение первого опорного плана и заполнение первой строки  $z_i - c_i$ , которая вычисляется так:

$$z_0 = (\text{графа } C * \text{ графу } v_i) \quad (3.4)$$

$$z_i - c_i = (\text{графа } C * \text{ коэффициент } a_{ij}) - c_i \quad (3.5)$$

**6.** Заполнение строки «М»

Будем считать, что коэффициент «М»=1, следовательно  
(графа C (M) \* графу  $v_i$ ) (3.6)

**7.** Проверка плана на оптимальность.

Если задача на max, то элементы индексной строки «М» должны быть неотрицательными. Если же хотя бы одна М меньше нуля, то план можно улучшить.

Бывает исключение, если в М - строке (на max) все положительные элементы, то мы поднимаемся на строку  $Z_j - C_j$  и выбираем максимальное отрицательное число.

Если задача на min, то  $M \geq 0$ . Если хоть одна разность больше нуля, то план можно улучшить.

Исключение, если в М - строке (на min) все отрицательные элементы, то мы поднимаемся на строку  $Z_j - C_j$  и выбираем максимальное положительное число.

**8.** Выбор разрешающего столбца.

Если задача на max, то среди отрицательных М выбирается наибольшая по модулю.

Если задача на min, то среди положительных М выбирается наибольшая по модулю.

**9.** Выбор разрешающей строки.

Находим отношение графы «План  $v_i$ » к положительным элементам разрешающего столбца и среди них находим минимальное, которое

соответствует разрешающей строке. Если же минимальных отношений несколько, то за разрешающую выбирается меньшая по номеру строки, т.е. определили переменную, выводимую из базиса;

**10.** Выбор разрешающего элемента, находящегося на пересечении разрешающего столбца и строки;

**11.** Построение следующего опорного плана.

При выводе из базиса элементов с коэффициентом «М», исключаем данный столбец из плана, после чего переносим разрешающую строку путём деления её элементов на разрешающий элемент. При этом вводится новая переменная, соответствующая разрешающему столбцу. Все элементы графы «План  $b_i$ » и коэффициенты  $a_{ij}$  определяются по правилу прямоугольника:

$$\begin{array}{ccc} a_{kr} \dots a_{kj} & & \\ a_{ir} \dots a_{ij} & \text{Разрешающая строка} & \\ & \text{Разрешающий столбец} & \end{array}$$

(3.7)

**12.** Проверка нового опорного плана на оптимальность.

Так повторяется до тех пор, пока полученный план не будет оптимальным; или задача не имеет решений. После этого записывается ответ из графы «План  $b_i$ ».

## РЕШЕНИЕ ПОСТАВЛЕННОЙ ЗАДАЧИ

### 1 Условие задачи

В состав рациона кормления входят три продукта: сено, силос и концентраты, содержащие питательные вещества: белок, кальций, витамины. Содержание питательных веществ соответствующего продукта питания и минимально необходимые нормы их потребления заданы таблицей:

Таблица 4.1

Продукты	Питательные вещества		
	Белок	Кальций	Витамины
Сено	50	6	2
Силос	20	4	1
Концентраты	180	3	1
Нормы потребления 2000		120	40

Используя эти данные, решить следующие задачи:

1. Определить оптимальный рацион кормления из условия минимальной стоимости, если цена 1 кг продукта питания соответственно составляет : сена - 3 коп., силоса - 2 коп., и концентратов - 5 коп.

2. Решить задачу 1, если заданы дополнительные предельные нормы суточной выдачи: сена не более 12 кг, силоса - не более 20 кг и концентратов - не более 16 кг.

3. Включить в задачу 2 условие ограниченности ресурсов продуктов на один рацион: сена - не более 10 кг, силоса - не более 15 кг и концентратов - не более 20 кг.

4. Определить влияние на оптимальную стоимость рациона увеличения ресурсов сена и силоса на 1 кг и концентратов на 3 кг.

5. В найденном (в задаче 2) оптимальном рацион заменить 1 кг сена на силос или концентраты. Определить, при какой замене минимальная стоимость измениться наименьшим образом.

## 2 Решение задачи в ручную

### Задача 1

Приведем задачу у виду удобному для решения

Заполним симплекс - таблицу

Таблица 4.2

№	Базис	С	План	3	2	5	0	0	0	М	М	М
I	M 2000	50	20	<180>	-1	0	0	0	1	0	0	0
	M 120	6	4	3	0	-1	0	0	0	1	0	0
	M 40	2	1	1	0	0	0	-1	0	0	0	1
	0	-3	-2	-5	0	0	0	0	0	0	0	0
M	2160	58	25	184	-1	-1	-1	0	0	0	0	0
II	5 11.11	0.28	0.11	1	-0.006	0	0	0	0	0	0	0
	M 86.67	<5.17>	3.67	0	0.017	-1	0	0	1	0	0	0
	M 28.89	1.72	0.89	0	0.006	0	-1	0	0	1	0	0
	55.55	-1.6	-1.45	0	-0.03	0	0	0	0	0	0	0
M	115.56	6.89	4.56	0	0.23	-1	-1	0	0	0	0	0
№	Базис	С	План	3	2	5	0	0	0	М	М	М
III	5 6.45	0	-0.03	1	-0.006	0	0.17	0.07				
	M 0	0	1	0	0	-1	<3>	0				
	3 16.77	1	0.51	0	0.003	0	-0.58	-0.003				
	82.56	0	-0.62	0	-0.021			0.34				
M	0	0	1	0	0	-1	3	0				
IV	5 6.45	0	-0.09	1	-0.007	0.054	0					
	0 0	0	0.33	0	0	-0.33	1					
	3 16.77	1	0.71	0	0.003	-0.19	0					
	82.58	0	-0.3	0	-0.023	-0.31	0					

Оптимальный рацион для скота включает корма: сена - 16.77, концентратов - 6.45. Стоимость рациона составила 82.58 копеек.

### Задача 2

Приведем задачу у виду удобному для решения

Заполним симплекс - таблицу

Таблица 4.3

№	Базис	С	План	3	2	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
I	M 2000	50	20	<180>	-1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	M 120	6	4	3	0	-1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
	M 40	2	1	1	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	0 12	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

		0	20	0	1	0	0	0	0	0	0	100	0	0		
		0	16	0	0	1	0	0	0	0	0	0	10	0	0	
		0	0	-3	-2	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	M	2160	58	24	184	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	
II		5	11.11	0.28	0.11	1	-0.006	0	0	0	0	0	0	0	0	
	M	86.67	5.17	3.67	0	0.017	-1	0	0	0	0	0	0	1	0	
	M	28.89	1.72	0.89	0	0.006	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	
		0	12	<1>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
		0	20	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
		0	16	-0.28	-0.11	0	0.006	0	0	0	0	0	1	0	0	
		55.55	-1.6	-1.45	0	-0.03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	M	115.56	6.89	4.56	0	0.023	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	
№	Базис	C	План	3	2	5	0	0	0	0	0	0	0	M	M	M
III		5	7.78	0	0.11	1	-0.006	0	0	-0.28	0	0	0	0	0	0
	M	24.67	0	<3.67>	0	0.017	-1	0	-5.17	0	0	0	0	1	0	0
	M	8.22	0	0.89	0	0.006	0	-1	-1.72	0	0	0	0	1	0	0
		3	12	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
		0	20	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
		0	18.22	0	-0.11	0	0.006	0	0	0.28	0	1	0	0	0	0
		74.9	0	-1.45	0	-0.03	0	0	-1.4	0	0	0	0	0	0	0
	M	32.89	0	4.56	0	0.023	-1	-1	-6.89	0	0	0	0	0	0	0
IV		5	7.03	0	0	1	-0.006	0.03	0	-0.12	0	0	0	0	0	0
		2	6.73	0	1	0	0.004	-0.27	0	-1.4	0	0	0	0	0	0
	M	2.24	0	0	0	0.002	<0.24>	-1	-0.47	0	0	0	0	1	0	0
		3	12	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
		0	13.27	0	0	0	-0.004	0.27	0	1.4	1	0	0	0	0	0
		0	8.97	0	0	0	0.006	-0.03	0	0.12	0	1	0	0	0	0
		84.61	0	0	0	-0.02	-0.39	0	-3.4	0	0	0	0	0	0	0
	M	2.24	0	0	0	0.002	0.24	-1	-0.47	0	0	0	0	0	0	0
V		5	6.75	0	0	1	-0.006	0	0.12	-0.062	0	0	0	0	0	0
		2	9.25	0	1	0	0.006	0	-1.12	-1.94	0	0	0	0	0	0
		0	9.25	0	0	0	0.006	1	-4.12	-1.94	0	0	0	0	0	0
		3	12	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
		0	10.75	0	0	0	-0.006	0	1.12	1.94	1	0	0	0	0	0
		0	9.25	0	0	0	0.006	0	-0.12	0.062	0	1	0	0	0	0
		88.25	0	0	0	-1.019	0	-1.62	-1.19	0	0	0	0	0	0	0

Учитывая предельные нормы суточной выдачи оптимальный рацион для скота будет включать в себя корма: сено - 12, силос - 9.25, концентраты - 6.25. При чем остаются недоиспользованные ресурсы по силосу в размере 10.75 и по концентратам - 9.25. В этом случае стоимость рациона составила 88.25 копеек.

Задача 3



	0	10.45	0	0	0	-0.04	0.28	0	0	1	0	1.41	0	0	0
	0	8.73	0	0	0	0.006	-0.03	0	0	0	1	0.12	0	0	0
	3	10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	0	5.45	0	0	0	-0.04	0.28	0	0	0	0	1.41	1	0	0
	0	12.73	0	0	0	0.06	-0.03	0	0	0	0	0.12	0	1	0
		85,43	0	0	0	-0,022	-0.37	0	0	0	0	1.46	0	0	0
M		3.18	0	0	0	0.001	0.24	-1	0	0	0	-0.47	0	0	0
V	5	6.88	0	0	1	-0.006	0	0.12	0	0	0	-0.063	0	0	0
	2	13.12	0	1	0	0.006	0	-1.12	0	0	0	-1.94	0	0	0
	0	13.12	0	0	0	0.006	1	-4.12	0	0	0	-1.94	0	0	0
	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	-1	0	0	0
	0	6.88	0	0	0	-0.006	0	1.12	0	1	0	1.94	0	0	0
	0	9.12	0	0	0	0.006	0	-0.12	0	0	1	0.063	0	0	0
	3	10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	0	1.88	0	0	0	-0.006	0	1.12	0	0	0	1.94	1	0	0
	0	13.12	0	0	0	0.006	0	-0.12	0	0	0	0.063	0	1	0
		90.63	0	0	0	-0.019	0	-1.62	0	0	0	-1.19	0	0	0

С учетом ограниченности ресурсов продуктов на один рацион в оптимальный рацион вошли продукты: сено - 10, силоса - 13.12, концентратов - 6.88. При этом недоиспользованных ресурсов осталось в размере : силос - 1.83, концентраты - 13.12. В этом случае стоимость одного рациона составила 90.62 копеек.

#### Задача 4

Решая задачу 4 не будем применять каких-либо алгоритмов, а решим ее аналитическим путем.

Для начала исключим из задачи сено, то есть исходная задача принимает вид:

##### Задача 4.1

Заменим сено на силос (концентраты оставим постоянной величиной). Из задачи 2 норма выдачи концентратов =6,75 из этого следует,

Решение: ; при этом . Следовательно, если мы заменим сено силосом, то рацион будет состоять из силоса- 39,25 и концентратов - 6,75. Оптимальная стоимость рациона составит 112,25 копеек.

##### Задача 4.2

Заменим сено на концентраты (силос оставим постоянной величиной).Из задачи 2 норма выдачи силоса =9,25 из этого следует,

Решение: ; при этом . Следовательно, если мы заменим сено концентраты, то рацион будет состоять из силоса- 9,25 и концентратов - 40. Оптимальная стоимость рациона составит 218,5 копеек.

Так как , то замена сена на силос более выгодно, чем замена на концентраты.

В результате выполненной работы было выявлено, что основой повышения продуктивности животных является полноценное кормление. Недостаток какого-либо вида питательных веществ в рационе отрицательно сказывается на развитии животных и ведет к снижению их продуктивности. Кроме этого,



неполноценное кормление вызывает перерасход кормов. Поэтому кормовой рацион должен быть полностью сбалансирован по всем питательным веществам, необходимым для каждого вида.

Для составления экономико-математической модели по выбору оптимальных кормовых рационов необходимы данные:

наличие кормов по видам;

содержание питательных веществ в единице корма;

требуемое количество питательных веществ в рационе;

максимально и минимально возможные нормы скармливания отдельных видов кормов;

себестоимость кормов и цены добавок, которые могут быть приобретены на стороне.

## **2.КРУПНОМАСШТАБНА СЕЛЕКЦИЯ.**

### **ПРИНЦИПЫ ПОРОДНОГО РАЙОНИРОВАНИЯ**

Каждую породу необходимо разводить в наиболее подходящих для нее климатических и кормовых условиях. Но в тоже время лучшие породы с/х животных отличаются большими адаптационными качествами к самым разнообразным природно-климатическим и кормовым условиям. Животные всех пород в новых условиях содержания изменяются под их влиянием, приспособляются к ним, несколько теряют в продуктивности, но при улучшении технологических условий сохраняют или даже улучшают хозяйственно полезные признаки, это явление называется географическим гетерозисом.

**В современных условиях районирование пород по крупным регионам страны, областям должно строиться по следующим принципам:**

**1.**Порода должна обеспечивать получение максимального количества животноводческой продукции при минимальных затратах труда и средств.

**2.**Животные планируемой породы должны обладать максимальными приспособительными свойствами к данным условиям региона.

**3.**План породного районирования должен обеспечить организацию и проведение программы селекционно-племенной работы по улучшению продуктивности разводимых животных.

**4.**Организацию или возможность организации племенной базы(если ее нет) в данной области или регионе.

Основное условие, упрощающее выполнение этих требований – это ликвидация многопородности в регионе.

План породного районирования постоянно уточняется и совершенствуется.

Наиболее эффективные результаты достигаются

если в административном районе или области разводят не более 2 пород.

В условиях концентрации, специализации и интенсификации животноводства, а также бурного развития научно-технического прогресса

племенная работа в животноводстве строится на принципах крупномасштабной селекции.

Под крупномасштабной селекцией следует понимать централизованную систему организации племенной работы со всей породой или ее зональным типом на основе интенсивного использования производителей-улучшателей. А также применения современных достижений науки и техники.

пород скота входят:

**На современном этапе развития племенного дела в систему крупномасштабной селекции входят:**

--оценка и подбор матерей и отцов ремонтных производителей по единой программе для всей породы, не зависимо от ее ареала и

--выращивание, оценка и отбор ремонтных производителей по развитию, экстерьеру, показателям воспроизводительной способности и другим признакам;

--оценка производителей по качеству потомства;

--регламентация использования спермы проверяемых и оцененных по качеству потомства производителей;

--создание системы сбора, накопления и обработки данных племенного учета по породе с применением генетико-математических методов;

--использование в селекции достижений биотехнологии;

--иммуногенетическая аттестация происхождения племенных животных, цитогенетическая оценка производителей, трансплантация эмбрионов и др.

**ВЫПОЛНЕНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ ПО КРУПНОМАСШТАБНОЙ СЕЛЕКЦИИ ПРОИЗВОДИТСЯ ПО СЛЕДУЮЩЕЙ СХЕМЕ:**

--в каждой породе или отдельной зоне ее разведения все племенные хозяйства объединяют в небольшое число групп, в которых отбор и подбор осуществляют по единому плану.

--каждую группу племенных стад специализируют на разведении определенных линий, неродственных линиям других групп племенных стад.

Отечественный и зарубежный опыт показывает, что для популяции от 100 до 500 тыс. маток таких групп желательно иметь не более 5-6.

Из каждой группы племенных хозяйств ежегодно выделяют по одному элитному производителю, спермой которых осеменяют наиболее ценных маток этой же группы для получения от них ремонтных производителей.

Для повышения эффективности крупномасштабной селекции по породам с широким ареалом целесообразно на базе областей и республики с развитой племенной базой и удовлетворительными условиями по оценке генетического потенциала скота создавать зональные центры по племенной работе и искусственному осеменению скота при более рациональном использовании производителей-улучшателей. Непременное условие для развития крупномасштабной селекции—автоматизированная информационная система (АИС ) на базе использования (ЭВМ ).

**Банк селекционных данных по породам должен иметь следующую структуру:**

- сведения о матерях производителей, включая данные о продуктивности и племенной ценности самих маток и их предков;
- сведения о производителях, включая данные о продуктивности и племенной ценности самих производителей и их предков.
- сведения о дочерях производителей;
- селекционно-генетические, зоотехнические и экономические параметры, характеризующие всю породную популяцию.

**С помощью банка данных селекционный центр с ЭВМ решает все задачи по крупномасштабной селекции:**

- анализирует селекционную работу, составляет план селекционной работы
- оценивает производителей по развитию, воспроизводительной способности и качеству потомства
- осуществляет отбор матерей и отцов производителей
- производит отбор и оценку маток.

**МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЯ ПОРОД. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ПОРОДОИСПЫТАНИЯ.**

Многообразие пород различного направления продуктивности позволяет выбрать наиболее выгодные из них для разведения в тех или иных природно-климатических или кормовых условиях. Выбор наиболее продуктивных и экономический выгодных пород или породных групп осуществляется на основании сравнительной оценки их продуктивности и затрат на производство единицы продукции.

Благодаря сравнительной оценке пород, или породоиспытанию, можно не только повысить рентабельность и качество но и значительно увеличить количество животных наиболее продуктивных пород, породных групп и типов, тем самым удовлетворить растущий спрос населения в продовольственных вопросах.

Породоиспытание имеет важное значение также в вопросах выведения новых пород с/х животных, породных групп и внутривидовых заводских типов. Проверка эффективности их разведения в сравнении с разведением уже существующих пород в конкретных природно-климатических условиях позволит более обоснованно решить вопрос об утверждении и распространении новых пород и породных групп.

Сравнительное породоиспытание дает возможность более глубоко оценить специфические особенности каждой из пород, обусловленные генетическими и экологическими факторами, установить сходство и различие сравниваемых групп и пород животных при разведении их в одинаковых условиях.

При породоиспытании предусматривается сравнительное изучение использования производителей разных пород одного или нескольких направлений продуктивности и различных вариантов промышленного скрещивания.



## Лекция №3

### «Наследственность и изменчивость сельскохозяйственных животных»

План лекции:

1. Виды наследственности и изменчивости.
2. Методы изучения наследственности и изменчивости.
3. Качественные и количественные признаки.
4. Коэффициент наследуемости.
5. Основы биометрии

#### 1. Виды наследственности и изменчивости.

Наследственность – свойство живых существ передавать свои признаки и особенности потомству; способность организмов воспроизводить себе подобное; этим термином определяют сходство родственных особей между собой, куда бы его не перевозили и в какие бы условия ни помещали, если он сохранит способность размножаться, воспроизведет свои особенности.

Установлено, что при половом размножении передача признаков от родительских особей потомкам осуществляется через половые клетки, имеющие цитоплазму и ядро. В зависимости от того, ядру или цитоплазме принадлежит ведущая роль в передаче признака, различают ядерную (хромосомную) наследственность и цитоплазматическую (внеядерную, внехромосомную) наследственность.

Ядерную и цитоплазматическую наследственность называют еще «истинной наследственностью». Возникновение нового дочернего поколения при половом размножении обязано слиянию женской и мужской половых клеток, которые составляют ничтожно малую долю многоклеточного организма, т.е. они являются тем мостиком, который обеспечивает материальную непрерывность между поколениями. Но клетки организмов не содержат маленьких готовых зародышей признаков взрослых организмов: они несут в себе только задатки, возможности развития признаков и свойств, которые принято называть генами. Ген является единицей наследственности, определяющей отдельный наиболее элементарный признак, которые находятся на хромосомах. Хромосома является системой линейно сцепленных генов, обеспечивающих хранение и передачу информации.

Но может проявиться «ложная наследственность», так курица может передать цыпленку болезнь, не наследуемую через гены. Например, яйцо может нести бактерии, которые размножаются и вызывают у цыпленка в течение первой недели его жизни – заболевание пуллороз – белый понос.

Мышь может получить с молоком матери карциногенный фактор, который позже вызовет рак молочной железы. Эти заболевания передаются потомству от родителей, но не являются наследственными. Следовательно, ложная наследственность – это появление в поколениях признаков и свойств, которые обусловлены действием возбудителей болезни.

Зигота получает цитоплазму с ее органоидами в основном от материнского организма. От сперматозоида в яйцеклетку при оплодотворении проникает очень незначительная часть цитоплазмы с единичными органоидами, а у некоторых видов только ядро.

Внеядерная наследственность обусловлена наличием в цитоплазме органелл, имеющих собственные ДНК, а следовательно, и собственные гены. К таким органоидам относятся митохондрии.

Наряду с явлением наследственности в предмет исследования генетики входит изучение процесса изменчивости.

**Изменчивость** – способность организмов приобретать новые признаки, под действием наследственных и ненаследственных факторов. Она определяет различия между признаками у особей одного вида, а также, между родственными особями одного или нескольких поколений, между родительскими особями и потомками.

Изменчивость может быть наследственной – онтогенетической, комбинативной, коррелятивной, мутационной и ненаследственной – модификационной.

Онтогенетическая – совокупность последовательных изменений признаков и свойств особи в процессе ее индивидуального развития.

Комбинативная – возникает в результате рекомбинации признаков отцовских и материнских форм.

Мутационная – изменчивость, возникающая в результате действия внешних и внутренних факторов на наследственный аппарат.

Коррелятивная – связана с изменением одного признака в зависимости от изменения другого признака.

6. Модификационная – изменение признака или свойства в онтогенезе под влиянием внешних условий. Носит приспособительный характер. Модификационная изменчивость не наследуется, но возможны длительные модификации, т.е. изменчивость признаков, сохраняющаяся в ряду поколений при сохранении условий, определяющих их появление, может привести к недоразвитию потомков не только в первом, но и в последующих поколениях. Данный вид изменчивости имеет большое практическое значение. Создание оптимальных условий для реализации наследственной

## 2. Методы изучения наследственности и изменчивости.

Современная генетика изучает явления наследственности и изменчивости, опираясь на достижения различных отраслей биологии - биохимии, биофизики, цитологии, эмбриологии, микробиологии, зоологии, ботаники, растениеводства и животноводства. Генетические исследования значительно обогатили теоретические области биологии, а также зоотехнику, ветеринарию, племенное дело и разведение сельскохозяйственных животных, селекцию и семеноводства растений, медицину. При изучении генетики применяется ряд методов исследования.

Гибридологический метод впервые был разработан и применен Г. Менделем в 1856-1863 гг. для изучения наследования признаков и с тех пор является основным методом генетических исследований. Он включает систему скрещиваний заранее подобранных родительских особей, различающихся по нескольким парам альтернативных признаков, наследование которых изучается. Проводится тщательный анализ гибридов первого, второго, третьего, а иногда и последующих поколений по степени и характеру проявления изучаемых признаков. Этот метод имеет важное значение в селекции растений и животных.

Генеалогический метод, является одним из вариантов гибридологического метода. Наследование признака при этом изучают путем анализа передачи его потомству в целых семьях или родственных группах, для чего составляются родословные на несколько поколений предков отдельных особей и целых групп. Используется для выявления заболеваний, которые передаются по наследству и их носителей.

Цитогенетический (цитологический) метод служит для изучения строения хромосом, их удвоения и функционирования, перестроек и изменчивости числа хромосом. С помощью цитогенетики выявляют разные болезни и аномалии, связанные с нарушением в строении хромосом и изменением их числа.

Биохимический метод используется для детального изучения процессов, происходящих в клетках при размножении, росте и развитии, а также для изучения химического строения генетического материала и возникающих в нем изменений.

Иммуногенетический метод используется для изучения групп крови, полиморфизма белков, ферментов сыворотки крови и других жидкостей организма. С его помощью можно установить иммунологическую несовместимость, выявить иммунодефициты, мозаицизм близнецов и т.д.

Близнецовый метод применяется при изучении влияния определенных факторов внешней среды и их взаимодействия с генотипом особи, а также для выявления относительной роли генотипической и модификационной изменчивости признака.

Онтогенетический (феногенетический) метод используют для анализа действия и проявления генов в разные периоды роста и развития при разных условиях среды. Изменение в кормлении и содержании животных влияет на характер проявления наследственно обусловленных признаков и свойств.

Мутационный метод позволяет установить характер влияния мутагенных факторов на генетический аппарат клетки, ДНК, хромосомы, на изменение признаков или свойств.

Популяционно-статистический метод применяется при обработке результатов скрещиваний, изучении связи между признаками, анализе генетической структуры популяции, распространении генетических аномалий в популяции.

### 3. Качественные и количественные признаки.

В генетике выделяют 2 класса признаков: качественные и количественные. Разберем отличия одних от других.

ПРИЗНАКИ	
качественные	количественные
Описываются словами и имеют два взаимоисключающих варианта, т.е. являются альтернативными. К ним относятся порода, группы крови, наличие или отсутствие рогов, масть и др. они являются как бы «Паспортом» породы (например, крупная белая порода – она будет белой масти, а крупная черная – черной) по масти мы можем определить генотип животных, если у кур гребень листовидный – то этот признак вызывается рецессивным геном; лошадь по масти рыжая – гомозигота рецессивная)	Описываются, измеряются и учитываются цифрами (удой, содержание жира в молоке, многоплодие свиней, живая масса и др.). Поскольку количественные признаки характеризуются цифрами – это уже вносит трудности в изучении их наследования. Так как за одной и той же цифровой характеристикой скрываются разные генотипы. Наблюдается полимерный характер наследования.
Они различаются между собой:	
1. по характеру генетической обусловленности	
Имеют моногенный характер наследования (один ген отвечает за один признак)	Имеет полигенный характер наследования, т.е. обуславливаются большим числом генов (например, пигментация кожи у человека зависит от 10 генов)
2. Влияние условий среды на формирование признака	
Не зависит от условий среды (масть у коров не изменяется ни зимой, ни летом)	В большей степени зависит от факторов внешней среды (до 70-80%) и только на 20-30% от



	генотипических факторов (удой коров зависит и от кормления и от температуры окр. среды и т.д.)
<b>3. По характеру генетической изменчивости.</b>	
Имеет прерывистый характер изменчивости. При наследовании разных пород животных изменчивость признака у потомков за пределы изменчивости родительских форм не выходит (коровы либо рогатые, либо комолые, но не может быть однорогая)	Характер изменчивости непрерывный (жир может быть у дочерей и 3,1 и 3,2 и т.д.). при скрещивании разных сортов изменчивость гибридов 2-го поколения выходит за пределы изменчивости родительских особей (может быть и больше и меньше)

#### **4. Коэффициент наследуемости.**

На любой хозяйственно полезный признак оказывают влияние две группы факторов:

1. Наследственные факторы
2. Факторы внешней среды.

Мы можем это выразить простой формулой:

$$\Phi = \Gamma + C$$

**Наследуемостью** называется доля участия наследственной изменчивости в общей фенотипической изменчивости признака данной популяции или, иными словами, доля влияния наследственной изменчивости на фенотипическую.

Вопрос о том, можно ли о генетической изменчивости какой-либо популяции судить по ее фенотипической изменчивости, издавна привлекал ученых. Задача сводилась к нахождению метода выделения доли влияния на изменчивость признака наследственной изменчивости и доли влияния факторов внешней среды. Задача сводиться к нахождению величины  $h^2$  – коэффициента наследственности признака. Чем выше  $h^2$ , тем больше влияние генотипической изменчивости, и, наоборот, чем она ниже, тем сильнее влияние паратипических факторов и тем труднее правильно оценить по фенотипу наследственные особенности животных при отборе.

Наиболее простым считается метод оценки наследуемости признаков, основанный на изучении корреляции между продуктивностью близкородственных животных, главным образом, матерей и дочерей.

$$h^2 = 2r_{м/д}, \text{ где}$$

$r$  – корреляция – это взаимосвязь между признаками.

Наследуемость определяется в долях единицы или в %. Знание наследуемости позволяет определить возможность проводить отбор и

профилактическую работу. Еще один востребованный способ определения наследуемости – вычисление данного показателя через коэффициент регрессии (применяется для качественных признаков):

$$h^2 = 2R_{m/d}.$$

От величины  $h^2$  зависит эффективность отбора особей:

- при высоком значении  $h^2$  можно вести отбор по индивидуальным показателям (отбор по фенотипу)  
при низком значении (около нуля) отбирают животных с учетом их происхождения и качества полученного от них потомства (отбор по генотипу).

При работе с высокопродуктивными линиями животных современных пород и кроссов используют комбинированный метод селекции (индивидуальная + массовая)

Коэффициент наследуемости признаков рассчитывается по формуле:

$$h^2 = 2 \times r$$

где  $r$  – коэффициент корреляции между признаками матерей и дочерей

**Наследуемость отдельных признаков у животных ( $h^2$ ):**

- По удою – 4-60 %
- По содержанию жира в молоке – 17-70 %
- Прирост на откорме – 3-70 %
- Яйценоскость – 11-47 %
- Масса яиц – 33-80 %

**Используя коэффициент наследуемости признаков, рассчитывают эффект селекции животных за одно поколение отбора:**

$$SE = h^2 \times Sd$$

где SE – эффект селекции

$h^2$  – коэффициент наследуемости признака

Sd – селекционный дифференциал

Sd – это разница между средней продуктивностью стада и лучшей ее частью, отобранной в племенное ядро

$$(Sd = M1 - M2)$$

Пример: Расчет эффекта селекции по удою в стаде молочного скота:

1) средний удой на 1 корову в стаде - 8000 кг,

удой коров племенного ядра – 11800 кг.

2)  $Sd = M1 - M2 = 11800 - 8000 = 3800$  кг.

3) Коэффициент наследуемости удоя в среднем равен 20% ( $h^2 = 0,20$ )

4)  $SE = h^2 \times Sd = 3800 \times 0,20 = 760$  кг.

Вывод: благодаря отбору животных по генотипу в следующем поколении произойдет повышение удоев в стаде на 760 кг и средний удой

коров составит 8760 кг (при условии сохранения уровня кормления и наследственного влияния отца ( $h^2$ )).

## 5. Основы биометрии

Для того, чтобы рассчитать коэффициент корреляции, нам необходимо вспомнить раздел генетики – биометрию, которая построена на принципах и методах теории вероятности и математической статистики. Предметом изучения служат варьирующие признаки, т.е. те которые изменяют свои значения и могут быть либо количественными, либо качественными.

Для выявления закономерностей изменчивости используют сведения, полученные на многочисленных объектах, т.е. групповые свойства. Группу биологических объектов, на которой изучают варьирующие признаки, называют совокупностью. Различают 2 вида совокупностей: генеральную и выборочную.

Генеральную совокупность составляют все многочисленные особи, которые могут интересовать исследователя по каким-либо варьирующим признакам. Величина генеральной совокупности зависит от задачи исследований по изучаемому признаку. Генеральной совокупностью может быть группа животных составляющих вид, породу, стадо, линию или какую-либо популяцию. Изучение генеральной совокупности является конечной целью любого исследования. В связи с тем, что она может состоять из большого числа объектов, изучить в целом технически очень сложно, поэтому такой метод обработки применяется редко. Для изучения генеральной совокупности выделяют часть особей в выборочную совокупность или в выборку.

### Основные свойства выборочной совокупности:

1. Выборочная совокупность должна достоверно отражать структуру генеральной совокупности, т.е. быть репрезентативной;
2. Выборка показателей из генеральной совокупности проводится в случайном порядке, т.е. рендомично;
3. Данные выбираются из документов первичного зоотехнического, ветеринарного или исследовательского учета;
4. Выборочная совокупность бывает : малочисленной – количество вариант до 30, средней – до 100 и многочисленной – свыше 100.

Биометрия основана на специфических методах обработки и использования формул для вычисления необходимых показателей.

Выборка показателей из генеральной совокупности называется сырым не ранжированным рядом чисел. С такими показателями трудно работать. Для удобства анализа и облегчения последующих расчетов, полученные данные необходимо определенным образом группировать. Способ группировки зависит от характера изменчивости, так и от объектов выборки.

Наиболее простым методом группировки при небольших размерах выборки ( $n \leq 30$ ) является ранжирование, т.е. варианты располагают по

принципу увеличения или уменьшения ( т.е. по ранжиру). Это дает возможность быстро и легко установить максимальное или минимальное значение, пределы, в которых изменяется изучаемый признак, наиболее часто встречаемое значение признака (мода).

При многочисленных выборочных совокупностях данные группируются в классы (вариации), т.е. строят вариационные ряды.

Варианты изучаемого признака характеризуют каждую особь совокупности в отдельности. В тоже время необходимо знать общие свойства с признака было бы в данной совокупности. Чтобы их установить, данные обрабатываются статистически и вычисляют такие показатели, которые в обобщенном виде характеризуют свойства изучаемой совокупности.

Первым таким показателем является средняя арифметическая или средняя величина признака данной группы особей. Он характеризуют среднюю вариацию признака. Обычно это абстрактная величина, которая показывает, какое значение признака было бы в данной совокупности, если бы все варианты характеризовались одинаковым числом.

При многочисленных выборках средняя арифметическая величина вычисляется с помощью построения вариационных рядов, методом отклонения от условной средней величины:

$$M = A + b \times I, \text{ где}$$

$A$  – условная средняя величина;

$$A = \frac{V \text{ начало модального класса} - V \text{ конец модального класса}}{2};$$

$b$  - среднее отклонение от условной средней величины;

$$b = \frac{\sum P \times a}{n}$$

Средняя арифметическая величина именованная. Вычисляется в тех же единицах измерения, в которых сделана выборка по изучаемому признаку. Она дает возможность сравнить разные группы особей по одним и тем же признакам.

Средняя величина характеризует всю группу особей (совокупность) одним показателем. Но основное свойство ее членов – это способность изменяться от особи к особи остается не раскрытой. Для суждения о степени изменчивости признака в биометрии наиболее часто используются следующие показатели:

1) лимиты, или размах изменчивости **lim** = **max - min**, является наиболее простым, но и наименее точным способом количественного выражения степени его изменчивости. Крайние величины вариационного ряда показывают размах варьирования данного признака. При одних и тех же лимитах и средних величинах в разных вариационных рядах изменчивость

признака внутри ряда может быть различной. Основной недостаток этого показателя заключается в том, что иногда при исключении из совокупности одной или нескольких особей размах изменчивости может изменяться чуть ли не на половину.

2) Среднее квадратическое отклонение от средней арифметической величины ( $\sigma$ ) – это основной показатель изменчивости, статистическая величина, которая показывает насколько в среднем каждый из вариантов отклоняется от среднего арифметического для данной выборки, рассчитывается по формуле:

$$\sigma = \pm l \sqrt{\frac{\sum P \times a^2}{n} - b^2}$$

величина именованная и выражается в тех же единицах,

которыми измеряется признак.

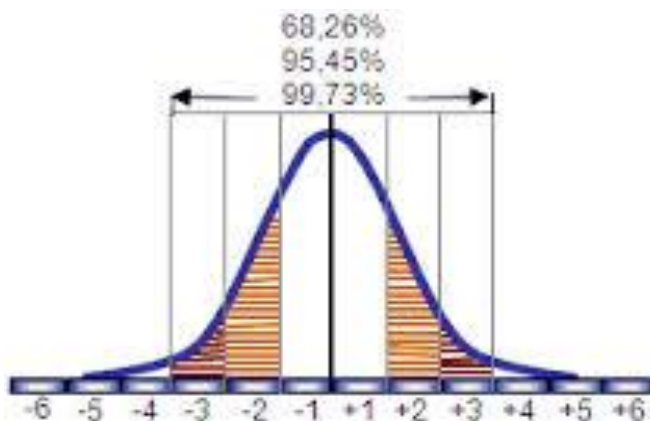
$\sigma$  показывает степень варьирования: чем больше  $\sigma$ , тем больше изменчивость изучаемого признака и наоборот. Среднее квадратическое отклонение показывает, также, размах колебания. Обычно этот размах в генеральной совокупности приблизительно равен  $3\sigma$ , т.е. подавляющее количество вариантов укладывается в границах  $M \pm 3\sigma$  (*правило трех сигм*).

Если в вариационном ряду, составленном по значительному количеству достаточно однородных вариантов, то они располагаются в границах:

$M \pm 1,0\sigma$  – 66,28% всех вариант;

$M \pm 2,0\sigma$  – 95,45% всех вариант;

$M \pm 3,0\sigma$  – 99,73% всех вариант.



3) Для сравнения разнообразия двух средних величин, выраженных в различных единицах измерения или имеющих различия в величине признаков, используется относительная величина, коэффициент изменчивости (или вариации) ( $C_v$ ), выраженный в процентах:

$$C_v = \frac{\sigma}{M} * 100\% ,$$

Если  $C_v > 20\%$ , то имеет место сильное разнообразие вариационного ряда;  $C_v$  от 10 до 20% – среднее разнообразие;  $C_v < 10\%$  – слабое разнообразие вариационного ряда.

### **Ошибки статистических величин**

Биометрическая обработка преследует цель - на основании анализа данных у ограниченного числа особей (выборка), получить информацию о всех особях генеральной совокупности по определенному признаку. Но так как в выборку могут попасть как лучшие, так и худшие особи, значения  $M$ ,  $\delta$ ,  $C_v$ , полученные в результате математической обработки этой выборки, будут отражать свойства генеральной совокупности лишь с определенной долей вероятности, т.е. с определенными статистическими ошибками.

Ошибки статистического наблюдения – это ошибки репрезентативности. Они показывают, в какой степени выборочная совокупность представляет генеральную совокупность. Эти ошибки неустранимы, зато они могут быть учтены и вычисляются с помощью формул:

$$m_M = \pm \frac{\delta}{\sqrt{n}} \quad m_\delta = \pm \frac{\delta}{\sqrt{2n}} \quad m_{C_v} = \pm \frac{c_v}{\sqrt{2n}}$$

### **Разность и достоверность разности. Методика вычисления и практическое использование.**

Специалисты животноводства постоянно сталкиваются с вопросами выбора: той или иной породы для разведения в условиях хозяйства, типа и уровня кормления, лекарства, дающего наилучший эффект при лечении и т. д. Для решения этих вопросов обычно проводят опыт, то есть формируют две сопоставимые группы животных (опытную и контрольную). На опытной проверяют изучаемый рацион кормления, новый ветеринарный препарат, тип скрещивания и т.д. По учтенным результатам опыта проводят

сравнение с контрольной группой. Но поскольку каждая выборочная величина отражает в генеральной совокупности эту же величину с ошибкой, возникает вопрос, не является ли случайной и разница между ними?

Решить вопрос, случайна разница или достоверна (устойчива, постоянна) можно, вычислив критерий достоверности разницы -  $t_d$  по формуле:

$$t_d = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}},$$

где  $t_d$  - показатель достоверности разницы,

$M$  - средние значения признаков в сравниваемых группах,

$m$  - статистические ошибки средних величин.

При этом для большой выборки разность считается достоверной при  $t_d \geq 2$ . Величина критерия достоверности разницы  $t_d$  связана с величиной вероятности  $P$ . Обычно разница считается достоверной при уровне вероятности  $P > 0,95$ . Это самый низкий уровень вероятности. В биологии применяют три уровня вероятности: первый  $P > 0,95$ , второй  $P > 0,99$  и третий, самый высокий,  $P > 0,999$ .

Уровень вероятности  $P > 0,99$  указывает на то, что из 100 случаев наблюдений изучаемая закономерность будет проявляться в 99. Уровень вероятности в каждом конкретном случае зависит от величины критерия достоверности разницы и числа степеней свободы ( $n$ ).

Если  $t_d \leq 2$ , то полученная разница недостоверна.

## Лекция №4

### «Методологии прогноза по BLUP AM»

План лекции:

1. Методологии прогноза по BLUP AM
2. Оценка генетического потенциала быков в США.
3. Международная оценка «ИНТЕРБУЛ-МЭЙС»

**Племенная оценка молочного скота – одно из звеньев осуществления на практике селекционной программы в стадах и популяциях с целью направленного формирования у животных намеченных наследственных признаков и отбора желательных особей при определении племенной ценности быков, а также бонитировке коров и молодняка.**

#### 1.Методологии прогноза по BLUP AM

Как известно, развитие того или иного наследственного признака управляется генами, но проявление их в фенотипе связано с условиями среды обитания, то есть в данном случае четко проявляется взаимодействие «генотип – среда».

На этой взаимосвязи основана направленная селекция по созданию, зональному распространению и породному районированию типов и пород молочного скота, наиболее приспособленных к условиям разведения. Созданные таким образом типы и породы являются экотипами (экопородами).

Разведение пород в чистоте сопряжено с незначительными феногенетическими различиями, особенно, если фон кормления и содержания скота почти одинаков. Это сдерживает прогресс селекции, поэтому бывает трудно добиться весомых успехов в изменении паратипических факторов увеличения количественных показателей продуктивности животных. Исходя из этого, создание новых типов и пород молочного скота основано на использовании особей, которые являются носителями значительных различий в генотипе, разводимых в иной среде обитания. Однако выбор генотипа скота в качестве улучшателя паратипических признаков следует проводить с учетом пластичности производителей к новым условиям среды, чтобы генотипическая изменчивость при взаимодействии «генотип – среда» не снижала фенотипические показатели в потомстве, не способствовала проявлению отрицательной корреляции в этих показателях между родителями и потомками. Для удержания на должном уровне генотипической изменчивости у потомства от улучшающих пород, формирования у потомства желательных хозяйственно-полезных признаков следует создавать



такие условия среды, где генотип проявлялся бы в достаточной степени и в соответствии с селекционной программой.

Все вышеизложенное непосредственно связано с селекционным процессом преобразования молочного стада и объективной оценкой племенной ценности скота по комплексу признаков или индексной оценкой (табл. 1 и 2).

Оценка скота по большому количеству (комплексу) селекционируемых признаков обычно ведет к снижению эффекта селекции по каждому из них. Однако замечено, что снижение эффекта селекции наблюдается при отборе скота по 4 признакам, а дальнейшее увеличение количества признаков оценки и отбора сильно не отражается на эффекте селекции.

Вероятно, исходя из этого, был разработан принцип оценки племенной ценности скота методом селекционного индекса, предложенный еще в 1943 году Л. Хейзелом (L. Hazel). Но его использование стало возможным только в 80-х годах XX столетия в странах с развитым молочным скотоводством с появлением компьютерной обработки показателей отдельных наследуемых признаков.

Как видно из данных, представленных в табл. 1 и 2, подход ученых разных стран к выбору селекционируемых признаков, а также их предпочтения относительно отдельных признаков, неодинаковы, что, вероятно, связано с состоянием молочных стад и учетом этого положения при составлении селекционных программ по совершенствованию животных.

В вопросе об индексной оценке племенной ценности молочного скота нет единого подхода. Так, видный советский ученый Ф.Ф. Эйскер предлагал индекс строить на небольшом числе коррелятивно слабо связанных признаков (удой, жир, плодовитость, экстерьер), то есть применять простой селекционный индекс на зоотехнической основе, а значимость признаков животных сравнивать с целевым стандартом, и на этом строить отбор желательных животных. Исследователь считал, что селекционное воздействие на признак популяции будет тем сильнее, чем больше этот признак нуждается в улучшении.

Положительная генетическая корреляция удою (главного признака отбора молочного скота) всегда сочетается с содержанием жира, белка в молоке, с молочным типом, ростом, глубиной тела скота, высотой и шириной вымени сзади с общей бальной оценкой и оценкой индекса вымени коров. При этом всегда следует помнить, что оценка племенной ценности молочного скота зависит, прежде всего, от целей и задач селекционной программы и завершается выбором необходимого числа индексных признаков.

В селекции, разведении и оценке племенной ценности молочного скота у ученых зарубежных стран главенствующим является учет экономики производства молока, но, следует признать, что этот показатель невозможно отнести к наследуемому признаку, поэтому к данному вопросу необходим диалектический подход.

В перспективе, исходя из задач создания высокопродуктивных молочных стад и рационального использования селекционных достижений, перед зоотехнической наукой России, наряду с применением традиционной системы селекции, стоит проблема интенсификации селекционного процесса в отрасли молочного скотоводства с переходом на индексную оценку племенной ценности скота по «BLUP-методу» или методу «Animal Model». Поэтому возникает необходимость разработки и применения линейных статистических моделей с использованием компьютерного моделирования селекционного процесса в молочных стадах в ускоренном режиме. Это, в свою очередь, будет способствовать объективной оценке племенной ценности быков, генотипа скота, отбору генетически лучших животных. Использование в селекционном процессе племенных быков с высоким генетическим трендом по индексу в поколениях позволит Научное обеспечение генетической оценки скота с применением линейного прогноза (BLUP, Animal Model), согласно некоторым исследованиям, повышает эффект селекции на 17-30% и даже более. Компьютерное моделирование при индексной оценке племенной ценности скота позволит рассчитывать параметры многочисленных вариантов программы селекции и создавать альтернативные системы, прогнозировать генетический прогресс в типах, популяциях и породах скота, отбирать оптимальный вариант программы селекции.

Таким образом, совершенствование традиционной системы селекции, которая способствовала созданию в России новых высокопродуктивных внутрипородных типов молочного скота. совместно с индексной оценкой племенной ценности позволит ускорить генетический прогресс в молочном скотоводстве республики.

Таблица 1. Индексы племенной ценности (ПЦ) при оценке и отборе голштинских быков (данные AiPl, Белтсвил, США, 2001 г.) по «BLUP-методу» и методу «Animal Model»

Показатель	ФРГ	Франция	Новая Зеландия	Голландия	Канада	Англия	Австралия	Италия	Дания	Швейцария	Испания	США
% учитываемых признаков в комплексном индексе ПЦ												
Выход	4	35	42	35	43	57	36	42	22	21	51	41

молочного белка	5											
Выход молочного жира *	11	10	13	8	14	11	12	12	10	4	10	16
Удой *	-	-	22	14	-	10	20	-	3	4	-	-
% белка *	-	2	-	-	-	-	-	3	-	-	5	-
% жира *	-	2	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-
Продолжительность хозяйственного использования *	6	13	10	12	8	15	12	8	6	6	-	13
Соматические клетки в молоке (мастит) *	14	13	-	11	3	-	7	10	13	12	-	1
Воспроизводительные способности *	4	13	-	7	-	-	-	-	10	10	-	-
Качество вымени *	8	8	-	-	17	-	-	13	9	12	17	9
Качество конечностей *	3	1	-	3	11	-	-	6	5	9	8	5
Рост *	2	2	13	-	4	-	4	-	-	-	-	-
Выраженность молочных форм в экстерьере *	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Положение таза в экстерьере	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Финальная оценка экстерьера *	3	-	-	-	-	-	-	4	2	-	9	14
Легкость	-	-	-	10	-	-	-	-	7	12	-	-

отелов *												
Рост и развитие молодняка *	-	-	-	-	-	-	-	-	4	6	-	-
Темперамент	-	-	-	-	-	-	5	-	1	3	-	-
Скорость молокоотдачи *	-	-	-	-	<1	-	4	-	6	-	-	-

**Таблица 2. Шкала оценки молочного скота по комплексу признаков (обобщение Даленова Ш.Д.)**

Признак	Балл		
	Быки-производители	Коровы	Телята
<b>ГЕНОТИП</b>			
<b>1. Класс матери:</b>			
Элита-рекорд	25	5	20
Элита	20	4	15
I-й класс	15	3	10
II-й класс	-	-	5♀
<b>2. Содержание жира в молоке матери выше стандарта на:</b>			
0,3%	5	-	5
0,2%	3	-	3
0,1%	1	-	1
<b>3. Категория быка-производителя или его отца по качеству потомства:</b>			
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> , A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> , A <sub>1</sub> B <sub>3</sub>	30	5	25
A <sub>1</sub> ,A <sub>2</sub> , A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> , A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> , A <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	25	4	20
A <sub>3</sub> , B <sub>1</sub> , B <sub>2</sub> , B <sub>3</sub> , A <sub>3</sub> B <sub>1</sub> , A <sub>3</sub> B <sub>2</sub> , A <sub>3</sub> B <sub>3</sub>	20	3	15
<b>4. При отсутствии оценки по качеству потомства учитывают класс отца:</b>			
Элита-рекорд	10	3	15
Элита	5	2	10
I-й класс	-	1	5♀
<b>ИТОГО ЗА ГЕНОТИП</b>	<b>60</b>	<b>10</b>	<b>50</b>
<b>ФЕНОТИП</b>			
<b>1. Молочная продуктивность</b>			
60-69% - 35 баллов	110-119% - 50 баллов	-	-
70-79% - 38 баллов	120-129% - 53 балла	-	-

80-89% - 41 балл	130-139% - 56 баллов	-	-	-
90-99% - 44 балла	140-149% - 59 баллов	-	-	-
100-109% - 47 баллов	160% и выше - 65 баллов	-	-	-
<b>2. Экстерьер и конституция</b>		<b>30</b>	<b>10</b>	<b>20</b>
Отличный		-	-	20
Хороший		-	-	15
Удовлетворительный		-	-	12
2.1. Общий вид		9	3	-
2.2. Стати экстерьера		21	-	-
2.3. Вымя		-	5	-
2.4. Крепость и постановка конечностей, крепость и форма копыт		-	2	-
<b>3. Развитие (живая масса)</b>		<b>10</b>	<b>5</b>	<b>30</b>
Стандарт породы и выше		10	5	30
95-99% от стандарта породы		5	3	20
90-94 % от стандарта породы		-	-	15
<b>4. Интенсивность молокоотдачи</b>		-	<b>10</b>	-
1,8 кг/мин и более – 10 баллов	1,19-1,0 кг/мин – 4 балла	-	-	-
1,79-1,50 кг/мин – 8 баллов	0,99-0,80 кг/мин – 2 балла	-	-	-
1,49-1,20 кг/мин – 6 баллов		-	-	-
<b>Процент белка в молоке выше стандарта на: 0,3% - 4 балла; 0,2% - 3 балла; 0,1% - 2 балла</b>				
<b>ИТОГО ЗА ФЕНОТИП</b>		<b>40</b>	<b>90</b>	<b>50</b>
<b>СУММА БАЛЛОВ</b>		<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>КОМПЛЕКСНЫЙ КЛАСС:</b>				
Элита-рекорд – 85-100 баллов; I-й класс – 65-74 балла				
Элита – 75-84 балл; II-й класс – 55-64 балла				

## 2. Оценка генетического потенциала быков в США.

Селекционные компании в мире внедряют новые подходы в организацию селекционной работы со стадом, направленные на повышение экономической эффективности производства продукции животноводства за счет совершенствования племенных качеств животных.

Новые подходы в организации селекционно-племенной работы со стадом:

- использование семени выдающихся быков-производителей, представляющих элиту мирового генофонда, в том числе геномных быков, для повышения генетического потенциала (ГП) животных;
  - применение селекционных программ корректирующего подбора, позволяющих осуществить оптимальное индивидуальное закрепление быков за маточным поголовьем для получения потомства, отличающегося высокой племенной ценностью;
- использование семени, разделенного по полу, позволяющего улучшить качество и увеличить количество ремонтного молодняка.

ГК «Молочная генетика» сотрудничает с компанией **CRI** - Cooperative Resources International (Си-АР-Ай), США (<http://cri.crinet.com/>).

- Компания работает в области селекции крупного рогатого скота более 70 лет, в том числе в течение 30 лет экспортирует семя быков-производителей в разные страны мира.
- О генетической ценности быков CRI можно судить по высоким значениям их **индекса прижизненной прибыли (ИПП)** – это селекционный показатель, объединяющий в себе все признаки, необходимые для получения животного, приносящего предприятию прибыль.
- **Селекция на высокий ИПП позволяет получать коров, идеальных для большинства молочных ферм:**
  - здоровую
  - с высокой молочной продуктивностью
  - с длинным продуктивным сроком
  - с качественным выменем
  - правильным телосложением и конечностями
  - способную легко и многократно оплодотвориться.

**Оценка генетического потенциала быков-производителей в США включает 22 критерия.**

### **1. Индекс пожизненной прибыли (ИПП)<sup>1</sup>**

Этот показатель является измерением чистой прибыли, получаемой от среднестатистической дочери быка на протяжении ее жизни. Ниже приведены характеристики, учтенные в индексе пожизненной прибыли и их долевое соотношение.

Характеристики продуктивности: 35%

в т.ч.:

- Прогнозируемая передающая способность (ППС) по содержанию в молоке жира: 19%
- Прогнозируемая передающая способность (ППС) по содержанию в молоке белка: 16%

Характеристики здоровья: 48%

в т.ч.:

- Продолжительность продуктивной жизни: 22%

- Содержание соматических клеток (ССК): -10%
- Оплодотворяемость дочерей: 11%
- Трудные отелы и мертворождаемость: 5%

Характеристики телосложения: 17%

в т.ч.:

- Вымя (сводная оценка): 7%
- Конечности (сводная оценка): 4%
- Размер тела (сводная оценка): -6%

## **2. Рейтинг по ИПП**

Этот показатель отражает процентиль того или иного быка по индексу пожизненной прибыли в популяции США. Например, значение 90% означает, что 90% быков популяции находятся ниже данного быка в рейтинге по ИПП.

## **3. Достоверность оценки**

Показатель, отражающий точность оценки признака в процентах, от 1 до 99. Основан на количестве имеющейся информации о животном, его родителях и потомстве. Чем выше этот показатель, тем достовернее оценка признака.

## **4. Индекс прибыли по сыру (ИПС)**

Показатель, созданный для производителей молока, реализующих его для производства сыра. Общий объем молока (надой) в данном показателе имеет отрицательный экономический коэффициент. ИПС учитывает те же характеристики, что и индекс пожизненной прибыли (ИПП, п.1).

**5. Индекс прибыли по молоку (ИПМ)** Включает в себя те же характеристики, что и индекс пожизненной прибыли (ИПП, п.1), но с другими коэффициентами, делающими акцент на удой. Поэтому этот показатель служит ориентиром для тех производителей молока, закупочная цена для которых основана на объеме сдаваемого молока.

## **6. Количество дочерей**

Показатель, отражающий количество дочерей быка-производителя, учтенных при оценке передаваемых им характеристик продуктивности. Буква «G» в этой графе означает, что оценка основана на данных родословной и анализа генома быка.

## **7. Количество стад**

Показатель, отражающий количество стад, в которых содержатся дочери быка-производителя, учтенные при оценке передаваемых им характеристик продуктивности. Буква «G» в этой графе означает, что оценка основана на данных родословной и анализа генома быка.

## **8. Удой (прогнозируемая передающая способность - ППС)<sup>2</sup>**

Показатель, выраженный в фунтах (1 фунт = 0,454 кг), отражающий ожидаемую разницу в молочной продуктивности будущих взрослых дочерей быка относительно генетического базиса США<sup>3</sup>.

## **9. Молочный жир (ППС)**

Показатель, выраженный в фунтах (1 фунт = 0,454 кг), отражающий ожидаемую разницу в производстве молочного жира будущими взрослыми дочерьми быка относительно генетического базиса США.

#### **10. Процент жира в молоке (ППС)**

Показатель, характеризующий генетическое отклонение (положительное или отрицательное) прогнозируемой передачи быком количества жира в молоке дочерей.

**11. Молочный белок (ППС)** Показатель, выраженный в фунтах (1 фунт = 0,454 кг), отражающий ожидаемую разницу в производстве молочного белка будущими взрослыми дочерьми быка относительно генетического базиса США.

**12. Процент белка в молоке (ППС)** Показатель, характеризующий генетическое отклонение (положительное или отрицательное) прогнозируемой передачи быком количества белка в молоке дочерей.

#### **13. Продолжительность продуктивной жизни (ППС)**

Измерение срока службы животного в стаде, выраженное в месяцах.

#### **14. Содержание соматических клеток (ППС)**

Показатель, используемый для повышения резистентности к маститу. Предполагается, что дочери быков с низким показателем ССК (ниже 3,0) менее подвержены заболеванию маститом по сравнению с дочерьми быков, имеющих высокий показатель ССК (выше 3,5).

#### **15. Тип (ППС)<sup>4</sup>**

Оценка генетического превосходства в телосложении, передаваемого быком своему потомству. Этот показатель напрямую связан с конечной оценкой телосложения дочерей быка, а не с линейными оценками признаков.

#### **16. Вымя (сводная оценка)**

Показатель, отражающий способность быка улучшать качество вымени дочерей. Этот показатель складывается из следующих линейных признаков, распределяющихся следующими долями, соответственно их значению для формирования сводной оценки:

Глубина вымени.....	35%
Расположение передних сосков. . .	5%
Расположение задних сосков.....	7%
Прикрепление передних долей вымени.....	16%
Высота прикрепления задних долей вымени.....	16%
Ширина задних долей вымени ...	12%
Центральная связка вымени.....	9%

#### **17. Конечности (сводная оценка)**

Показатель, отражающий способность быка улучшать качество конечностей дочерей. Признаки, составляющие этот показатель и их долевое соотношение, приведены ниже:

Конечности .....	50%
Угол копыта.....	24%
Постановка задних ног (вид сзади).....	18,5%



Постановка задних ног (вид сбоку).....7,5%)

### **18. TRГ™ (Ти-Пи-Аи™) Индекс типа и производственных качеств<sup>5</sup>**

Индекс, рассчитываемый Голштинской Ассоциацией США, объединяет в себе несколько признаков для сравнения быков по способности передавать их сбалансированное сочетание (перечислены ниже в соответствующем соотношении) :

Содержание жира и белка в молоке.....42%

Продолжительность продуктивной жизни.....14%

Содержание соматических клеток.....-5%

Вымя (сводная оценка).....10%

Конечности (сводная оценка).....5%

Тип (ППС).....10%

Выраженность молочного типа дочерей.....-1%

Оплодотворяемость дочерей.... 10%

Легкость отела дочерей.....-2%

Количество мертворожденных телят у дочерей.....-1%

### **19. Легкость отела**

По быку: Отражает прогнозируемый процент затрудненных отелов у первотелок, оплодотворенных семенем этого быка. Использование на телках семени быков со значением данного показателя ниже 8% может уменьшить проблемы с отелами.

У дочерей быка: Отражает тенденцию к более или менее затрудненному отелу у дочерей данного быка по сравнению со средним показателем по популяции.

### **20. Мертворождаемость**

По быку: Показатель, оценивающий частоту мертворождения телят у коров, оплодотворенных семенем данного быка.

По дочерям быка: Показатель, оценивающий способность дочерей данного быка производить живое потомство. Количество случаев мертворожденных телят рассчитывается в процентах от общего количества отелов. Мертворождением считается, в том числе, и смерть теленка в течение первых двух суток с момента рождения.

### **21. Плодовитость**

Оплодотворяющая способность семени (ОСС) быка: Показатель, отражающий сравнение; процента плодотворных осеменений семенем быка с аналогичной характеристикой других быков. Он основан на проценте фактически оплодотворенных коров, а не на проценте коров, не пришедших повторно в охоту. При вычислении этого показателя пользуются данными о многократных осеменениях каждой коровы в течение ее лактации (вплоть до 7), а не только о первом. Оценки выражаются в виде отклонений от общего среднего. Например, ОСС 1,2 означает, что бык на 1,2% выше среднего по этому показателю. ОСС рассчитывается для быков не старше 13 лет,

результаты использования семени которых были зарегистрированы не менее 300 раз.

**ПрегЧек™ (PregCheck™): новый метод:**

собственная модель компании Си-Ар-Ай по составлению рейтингов быков по прогнозируемой фертильности на основе собранных данных о плодотворности (подтверждена у коровы стельность или нет) как минимум 300 осеменений семенем быка. Каждый балл в этой оценке соответствует 1% разницы в фертильности между быками. Эта характеристика основана на внутренних данных Си-Ар-Ай и присваивается быкам задолго до традиционной оценки фертильности.

**Оплодотворяемость дочерей:** Процент нестельных коров, ставших стельными во время каждого 21-дневного периода. Например, если значение этого показателя равно 1, это означает, что у дочерей данного быка шансов оплодотвориться во время этого эстрального цикла на 1% больше, чем у дочерей быка с показателем 0.

**22. СинкСмарт™ (SynchSmart™)** Характеристика, оценивающая оплодотворяющую способность семени быка при использовании его на коровах и телках с применением синхронизации охоты (когда овуляция вызывается гормональными инъекциями).

Данные по продуктивности и большая часть информации по здоровью собираются через общенациональную систему учета молочной продуктивности.

Данные о телосложении - результат программ оценки, проводимой породными ассоциациями.

Вся эта информация анализируется, и на ее основе вырабатывается генетическая оценка племенной ценности быка.

Министерство сельского хозяйства Соединенных Штатов и породные ассоциации публикуют данные оценок три раза в год: в апреле, августе и декабре.

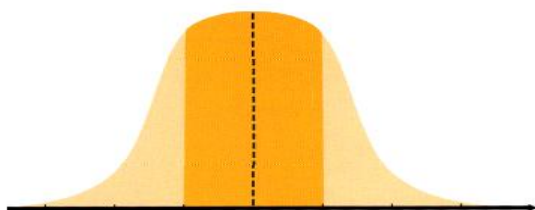
Публикуемые оценки быков по качеству потомства рассчитываются по всем 22 вышеперечисленным показателям.

### **3. Международная оценка «ИНТЕРБУЛ-МЭЙС».**

Международная комплексная оценка быков по системе МЭЙС (MACE – Multiple Across Country Evaluations)), выпускаемая международной организацией «Интербул» призвана сравнить быков, использующихся в других странах, с быками, имеющими действующую оценку в США.

Оценка МЭЙС помогает сельхозпроизводителям в том, что приводит данные оценок иностранных быков к стандарту, принятому внутри страны.

**Кривая нормального распределения Гаусса - иллюстрирует вариативность признака.**



- Диапазон шкалы стандартного отклонения ( $\sigma$ ) - 6 баллов.
- Середина шкалы, соответствующая средним значениям, находится на нулевой отметке.
- Крайние значения каждой из линейных характеристик отстоят от средних на 3 балла ( $M \pm 3\sigma$ )
- Наибольшее количество быков попадает в среднюю часть графика (стандартное отклонение - 0).
- Большая часть быков (68%) находится в пределах одной единицы в каждую сторону от среднего значения ( $M \pm 1\sigma$ )

По мере удаления от среднего значения количество быков будет уменьшаться. Другими словами, быки, имеющие низкие оценки признаков в стандартных единицах передающей способности (от 0 до 1) более многочисленны, чем быки с высокими оценками (от 2 до 3).

Рассмотрим оценку быка Фредди по системе Интербулл –США и Голштинской Ассоциации США, проведенную в апреле 2013 года. Результаты оценки следующие:

#### **ППС по Интербулл-США апрель 2013**

ИПП	+\$779	99%-иль
ИПС	+\$822	95% дост.
ИПМ	+\$737	
Дочерей	4589Стад	1051
Удой	+1236	99% дост.
Жир	+54	+0.03%
Белок	+43	+0.02%
Продолж-сть продукт, жизни	+6.4	ССК +2.70

#### **ППС по Голштинской Ассоциации США апр. 2013**

Тип	+1.57	98% дост.
Вымя (сводная оценка)	+1.60	
Конечности (сводная оценка)	+2.87	
ТРР(Ти-Пи-Ай™)	+ 2292	

Легкость отела по быку	5%	99% дост.
Легкость отела дочерей	5%	99% дост.
Мертворожденность по быку	7.0%	99% дост.
Мертворожденность по дочерям	5.2%	99% дост.

Плодовитость по МСХ США, Си-Ар-Ай 4/2013

Оплодотвор.способность семен	-0.6	99% дост.
ПрегЧек™	101	97% дост.
Оплодотворяемость дочерей	+2.8	95% дост.
СинкСмарт™	-2.0	95% дост.

-

Бык Фредди - бессменный лидер индустрии по ТРІ<sup>SM</sup> и ИПП, производитель коров, идеальных для коммерческого производства: с умеренным размером тела, сбалансированным экстерьером и великолепным, правильно сложенным выменем.

-Всемирно признанный лидер по передаче характеристик здоровья.

**Отец:** о мэн (0-BEE MANFRED JUSTICE-ET)

**Мать:** ФЭННИ (BADGER-BLUFF FLO FANNY-TW)

VG-87, VG-MS, DOM

3-10 2x 305 дней, **М:17835 кг, Ж:3,4% 613 кг, Б:3,0% 528 кг**

## Лекция №5

### «Современные биотехнологии в селекции»

План лекции:

1. Геномная селекция
2. Трансгеноз.
3. Клонирование.
4. Трансплантация эмбрионов – перспективный метод повышения генетического прогресса молочного скота.
- 5.

#### 1. Геномная селекция.

Геномная селекция — это самый современный способ оценки племенных качеств животных, основанный на установлении очень точной взаимосвязи между структурой ДНК животного, его экстерьером и практическими преимуществами при разведении.

Геномная селекция - это тестирование генома сразу по большому количеству маркеров, покрывающих весь геном, так что локусы количественных признаков (QTL) находятся в неравновесном сцеплении хотя бы с одним маркером. В геномной селекции сканирование генома происходит с использованием чипов (матриц) с 50-60 тысячами SNP (которые маркируют основные гены количественных признаков) для выявления однонуклеотидных полиморфизмов вдоль генома животного, определения генотипов с желательным проявлением совокупности продуктивных признаков и оценки племенной ценности животного.

На практике, геномная селекция позволит сделать свиноводство максимально точным производством, а использование генетических маркеров полученных в ходе научных исследований по программе геномной селекции позволит ускорить процесс отбора наиболее ценных свиней. Эффективность этого отбора обеспечит использование индексных методов.

Термин «геномная селекция» был введен в научный обиход в 1998 году Хайли и Вишером, а Meuwissen, в 2001, с соавторами разработал методологию аналитической оценки племенной ценности на основе карты маркеров, которые охватывают весь геном.

Технологии геномной селекции позволяют расшифровать генотип свиней сразу после рождения и отбирать для разведения только самых лучших животных. Эта новейшая технология призвана в дальнейшем увеличивать селекционную точность и надежность племенной ценности свиней.

При использовании геномной селекции, увеличится надежность и достоверность племенной ценности, что позволит определять крайних животных как на верхнем так и на нижнем уровнях этого диапазона племенной ценности. Очевидно, что животные с наиболее низкими племенными индексами подвергнутся выбраковке, а животные с высокими индексами наоборот будут использоваться в производстве.

Геномная селекция, главным образом, предлагает преимущества для характеристик, которые:

- устарели (размер помета)
- сцеплены с полом (плодовитость свиноматок)
- трудно измерить (особенности здоровья)
- имеют низкую наследуемость

### Преимущества Геномной Селекции



К примеру, в настоящее время очень сложно определить племенную ценность хряка по отношению к фертильности свиноматки. Необходимо некоторое время подождать пока потомство хряка даст приплод для того чтобы проанализировать его племенную ценность.

В конечном итоге использование геномной селекции предоставит нам более достоверную оценку материнских качеств конкретной свиньи, и затем мы будем в состоянии сместить центр внимания в направлении мышечного развития, не жертвуя фертильными чертами.

#### Преимущества геномной селекции

1. Более высокая точность исследований
2. Новые характеристики учета и оценки
3. Высокая скорость селекции

Ускоренный генетический прогресс поголовья свиней благодаря лучшему пониманию структуры ДНК

#### Цикл геномной селекции

1. Табличка с ДНК
2. Запись информации с таблички
3. Выщип на ухе свиньи
4. Отправка образца в геномную лабораторию
5. Извлечение ДНК
6. Создание чипов с ОНП
4. Анализ данных.
5. Определение геномной племенной ценности для селекции

## Извлечение ДНК

1. Принятие образца
2. Подготовка образца
3. Растворение образца за ночь
4. Идентификация и регистрация образца
5. Центрифугирование
6. Определение количества ДНК
7. Упорядочивание ДНК
8. Промывка ДНК



## Геномная оценка свиней



ОНП	Эффект аллель А	Эффект аллель В	Генотип кандидата	Предполагаемая генетическая ценность (ПГЦ)
1	-0.08	0.12	АА	-0.16
2	0.23	-0.10	АВ	0.13
3	-0.15	0.33	ВВ	0.66
4	-0.01	0.05	ВА	0.04
5	-0.02	0.01	АВ	-0.01
итого				Сумма ПГЦ из ОНП

## Монетарные ежегодные преимущества геномной селекции

Таблица ежегодных дополнительных преимуществ полногеномной селекции (ПС) на одну товарную свиноматку

	Традиционное разведение	Дополнительное преимущество с ПС
Окончательный продукт	€ 28.00	+ € 5.60
Репродукция	€ 12.00	+ € 4.80
Итого	€ 40.00	+ € 10.40

### Основные выводы

1. В недалеком будущем оценка племенной ценности свиней обязательно будет включать в себя геномную селекцию
2. Преимущества геномной селекции основаны на полногеномной оценке животных, занимающих твердое положение в селекционной пирамиде
  - a. пра-прародители
  - b. прародители
  - c. хряки родительского стада
3. Наибольшая польза от применения геномной селекции будет для улучшения сложных характеристик животных при селекции
4. 20-50% дополнительный ожидаемый прирост для свиней

### Геномный отбор основан на:



### Дополнительная информация по геномной селекции

1. Образец ДНК у свиней для геномной селекции берется из тканей уха
2. Геном свиньи был расшифрован в 2009 году и, в это же время, создан SNP-чип содержащий около 60 000 генетических маркеров генома.
3. Применение геномной селекции в практическом свиноводстве началось в 2009 году
4. Родоначальником геномной селекции является маркерная селекция.
5. Маркерная селекция – это использование маркеров для маркирования генов количественного признака, что дает возможность установить наличие или отсутствие в геноме определенных генов (аллелей генов).



**2. Трансгеноз** – искусственный перенос генов(или ДНК) из бактериальных клеток в эукариотическую клетку(организм) с помощью трансдуцирующих фагов

Трансгенным организмом называют организм, в геном которого с использованием методов генетической инженерии перенесена чужеродная ДНК.

Трансген – вводимая ДНК.

В 1980г. Дж. Гордон с сотрудниками получили трансгенный организм методом микроинъекции ДНК в пронуклеус оплодотворенного яйца.

Введение чужеродных генов в организм животных и получение линий животных, передающих по наследству приобретенные гены-трансгены, таких животных называют трансгенными животными.

Методика трансгеноза хорошо разработана на мышах.

В 1974 г. Р. Джениги и Б. минтц описали первую схему эксперимента по введению чужеродной ДНК в эмбрионы мыши.

Благодаря этому выявлены механизмы генной регуляции и развития опухолей, генетики роста и развития, природы иммунологической специфичности и т.д. Экзогенную(чужеродную) ДНК можно ввести помощью:

- ретровирусных векторов,
- метода микроинъекции,
- использования модифицированных стволовых клеток.

Методология получения трансгенных животных с заданными признаками состоит в следующем(Глик, Пастернак, 2002)

- 1) клонированный ген вводят в ядро оплодотворенной яйцеклетки;
- 2) инокулированные оплодотворенные яйцеклетки имплантируют в реципиентную женскую особь;
- 3) отбирают потомков, развивающихся из имплантированных яйцеклеток, которые имеют клонированный ген во всех клетках;
- 4) скрещивают животных, несущих клонированный ген в клетках зародышевой линии.

Трансгенные животные могут быть получены с использованием ретровирусных векторов, методом микроинъекции ДНК, путем использования модифицированных эмбриональных стволовых клеток.

### **Метод микроинъекций ДНК**

Для получения трансгенных животных таким методом необходимо:

- 1) вызвать гиперовуляцию у самок(например, используют сыворотку жеребых кобыл, а потом хорионический гонатропин человека);
- 2) скрестить самок с гиперовуляцией с самцами и вымыть у них оплодотворенные яйцеклетки;
- 3) провести микроинъекцию ДНК в оплодотворенные яйцеклетки;
- 4) оплодотворенные яйцеклетки ввести «суррогатным» матерям.
- 5) идентифицировать трансгенных животных с помощью блот-гибридизации по Саузерену методом ПЦР(полимерной цепной реакции).

Скрещивая трансгенных мышей, получают трансгенную гомозиготную линию.

Однако при использовании этого метода получаю всего лишь около 5 % жизнеспособных трансгенных животных. При этом ДНК может интегрироваться в разные места генома, у некоторых организмов трансген не экспрессируется.

Метод модификации эмбриональных стволовых клеток

У мышей клетки, взятые на стадии бластоцисты, могут дифференцироваться в любую ткань. Эти клетки называются эмбриональными стволовыми клетками(ES). Эти клетки у мышей (стадия бластоцисты) можно генетически модифицировать методом генетической инженерии, встроив в них функциональный трансген. Потом ES - клетки микроинъецируют в бластоцисту реципиента, которую имплантируют в матку «суррогатных» матерей.

В 1988г.впервые удалось получить трансгенных овец, продуцирующих с молоком фактор свертывания крови, необходимый для лечения людей, больных гемофилией. В последующие годы в мире было создано около 20 типов трансгенных коров, коз, свиней, овец и кроликов, которые продуцировали такие ценнейшие фармацевтические вещества, как тканевой активатор плазминогена, различные моноклональные антитела, эритропоэтин, инсулиноподобный фактор роста, интерлейкины, антитрипсин.

Трансгенные животные вполне способны избавить человека от множества различных заболеваний. В этом направлении работают ученые научно-производственного центра Россельхозакадемии, который находится в знаменитых ленинских горках.

Среди обитателей Биоцентра имеются кролики в организм которых внедрились целый ряд генов, в том числе от человека.

Внешне генетически- измененные кролики ничем не отличаются от обычных, но полученное от них молоко – продукт чрезвычайно ценный. В молоке имеется белок, который используется для борьбы с онкологическими

заболеваниями, необходимая для курса лечения доза препарата очень мала, всего 5-7 миллиграммов, один кролик способен обеспечить десятки больных.

Имеются также трансгенные овцы, которые продуцируют с молоком фермент химозин. Этот фермент используется в сыроделии и является важным компонентом при получении лекарственного препарата абомин, который применяется при лечении желудочных заболеваний у человека.

Специалисты центра планируют создать лекарства из молока коров, коз, овец, которые могут быть использованы в онкологии, кардиологии, гематологии.

В недалеком будущем посредством генетически измененных животных человек сможет обзавестись «запасными органами». Например, трансгенная свинья, которая по физиологии и размерам органов наиболее близка к человеку вполне способна стать для нас основным поставщиком кожи, печени, сосудов сердца; трансгенная корова будет способна вырабатывать молоко, соответствующее по своему составу человеческому.

В 2001 г. канадским ученым удалось внести бактериальный ген, ответственный за расщепление фосфатов, сначала в организм мышей, а затем – свиней. Линия свиней под названием Enviropigs выведена в Гельфском университете в Онтарио при участии выпускника Ленинградского университета Сергея Голована. Новые свиньи отличаются от обычных высоким уровнем содержания в слюне фермента фитазы, разлагающего фосфатные соединения. Фосфаты, входящие в состав кормов, загрязняют воду, почву, и, одним из их источников является свиной навоз. Генетически измененные свиньи производят навоз с высоким содержанием фосфата, экскременты таких животных не только не загрязняют окружающую среду, но и не имеют дурного запаха.

В Оксфордском университете получен трансгенный комар (2005 г.), переносчик желтой лихорадки, имеющий в своем генотипе доминантный летальный фактор, который включается при выращивании с тетрациклином. Если выпускать таких трансгенных самцов комаров, для спаривания с природными самками, их потомство будет погибать на личиночной стадии из-за отсутствия тетрациклина – «выключателя» летального фактора в трансгенных комарах.

### **Трансгенные птицы**

Для получения трансгенных птиц необходимо:

- 1) из бластодермы выделяют клетки
- 2) потом клетки трансфицируют нужным трансгеном
- 3) вводят трансфицированные клетки в подзародышевую область облученной (лучами рентгена) бластодермы

- 4) получают некоторое количество химерных особей и кур, несущих трансфекцию в клетках зародышевой линии. Последние могут стать родоначальниками трансгенных линий.

Трансгенных кур можно использовать для получения высокогомозиготных линий по устойчивости к вирусным инфекциям, кокцидиозу; с высокой конверсией корма; с низким уровнем жира и холестерина в яйце» с улучшенным качеством мяса и т.д.

### **Трансгенные овцы, козы и свиньи**

В настоящее время созданы трансгенные овцы, козы и свиньи, крупный рогатый скот.

Одной из важных задач молекулярной биотехнологии является создание трансгенных животных – «биореакторов» для получения нужных белковых продуктов, в т.ч.используемых в медицине.

Были созданы трансгенные овцы и козы, способные секретировать в молоке белки человека.

Сейчас имеются трансгенные овцы с повышенной скоростью роста шерсти. С этой целью кДНК овечьего инсулиноподобного фактора роста<sup>1</sup> поместили под контроль мышиног промотора гена кератина с высоким содержанием серы. В результате этого наблюдалась гиперэкспрессия кДНК.

В геном свиньи введена генетическая конструкция: регуляторная область гена  $\beta$ -глобина человека, два гена  $\alpha 1$  – глобина человека и один ген  $\beta A$  – глобина человека. У трансгенных свиней в клетках крови синтезировался в большом количестве человеческий гемоглобин. После очистки гемоглобина с помощью хроматографии возможно его использование для замены цельной крови, используемой при трансфузии у человека. Следовательно, принципиально возможно путем трансгеноза получать заменители человеческой крови.

Получение человеческого  $\alpha 1$  – антитрипсина (ААТ) для фармацевтических целей от трансгенной овцы.

Для этого делают следующую генетическую конструкцию: структурный ген  $\alpha 1$  – антитрипсина человека связывают с регуляторным районом(промотором)  $\beta$ - лактоглобина овцы(или казеина). Этот рекомбинантный ген инъецируют в пронуклеус оплодотворенной яйцеклетки овцы. Затем ее имплантируют в «суррогатную» мать. Полученные новорожденные трансгенные животные с ААТ человека идентифицируются на присутствие гена человека с помощью реакции ПЦР. Ген человека экспрессируется в ткани молочной железы, и белок ААТ секретируется в молоке. Получают молоко от трансгенных взрослых овец с  $\alpha$  –

антитрипсином человека, фракционируют белки молока и выделяют белки молока и чистый ААТ белок человека.

Однако пока получение трансгенных животных недостаточно эффективно. Только в 5% случаев экспрессируется ген человека. Из них будет половина самок. И в конечном итоге у небольшого процента животных наблюдается высокий уровень содержания нужного белка в молоке. Кроме того, человеческий белок секретируется у малого числа потомков трансгенных животных. Таким путем возможно получение трансгенных организмов с желательными признаками с последующим их клонированием. Это один из путей создания трансгенных линий овец, коз, крупного рогатого скота.

Особенно перспективно использовать трансгенных коров для получения с молоком нужного продукта и в необходимых количествах. При этом молочная железа коров может быть «биореактором», например, белка С, используемого для предотвращения тромбообразования, или использоваться для получения IX (фактора Кристмаса) каскадного механизма свертывания крови, который необходим больным гемофилией людям.

Для создания трансгенных коров можно использовать модифицированный метод микроинъекций ДНК. Технология получения трансгенных коров выглядит следующим образом:

Сбор овоцитов → созревание *in vitro* → оплодотворение спермой *in vitro* → центрифугирование оплодотворенных клеток → микроинъекция ДНК в мужской пронуклеос → развитие эмбрионов *in vitro* до стадии бластоцисты → имплантация одного эмбриона реципиентной клетке → скрининг

### **3. Клонирование**

В конце XX века весь мир облетела новость: ученым впервые удалось вывести клонированное животное, овечку Долли. Для его создания эмбриолог из Эдинбурга (Шотландия) Ян Уилмот использовал клетку молочной железы овечки. Шотландским исследователям пришлось совершить 277 попыток прежде, чем на свет появился здоровый ягненок (23 февраля 1997 г.) – та самая Долли. Почти все кандидатки в ее клонированные сестры погибали даже на не стадии зародыша, а буквально в первые циклы деления клеток. Некоторые жертвы опыта развивались в уродцев.

Учеными нашей страны (Чайлахян, Свиридов, Карнаухов, Вепренцев) еще в 1987 г. была получена мышь Машка путем клонирования из эмбриональной клетки другой мыши.

За короткий промежуток времени было получено клонирование шесть овец и семь мышей в Японии, по бычку во Франции и Америке, корова в

Южной Кореи. 3 января 2002 г. по телевидению показали 5 поросят в недельном возрасте, полученных путем клонирования. Поросята получены в Шотландии, в той же лаборатории, где получена овечка Долли. В феврале 2002 г. объявлено, что в Китае получено клонированием 10 телят и 1 кролик.

10 февраля по телевизору показали козлят, появившихся у клонированной козы. Следовательно, такие животные обладают обычными репродуктивными качествами.

Что мы называем клонированием? Имеется в виду создание точной копии живого существа не половым путем, с использованием его генетического материала. Берется любая соматическая клетка, т.е. не яйцеклетка и не сперматозоид. Из нее добывается ядро, пересаживается в живую яйцеклетку, из которой собственное ядро удалено. В результате на свет должно появиться существо, по всем данным схожее не с мамой или папой, а с той особью, у которой взяли клетку – прородительницу.

Долли до настоящего времени остается единственным животным, выращенной из соматической клетки (клетки тела взрослой особи).

Остальные искусственно полученные ягнята и телята берут начало от эмбриональных клеток. Клетки эмбрионов некоторое время выращивают в искусственной питательной среде, затем с помощью иглы эмбриональная клетка вводится под оболочку незрелой яйцеклетки, а ее собственное ядро удаляется. Чтобы две клетки слились, искусственно сконструированную яйцеклетку стимулируют к делению, воздействуя на нее электрическим импульсом. Несколько первых делений совершается вне организма матери, где и завершает свое развитие. Самка, от которой были взяты зародышевые клетки (донор) и самка, давшая яйцеклетки (реципиент), а также приемная мать принадлежат к разным породам, различающимся контрастными признаками. Это гарантирует, что ягнята действительно происходят от пересаженного ядра.

В этом направлении считают перспективным выращивать новые органы, ткани, клетки, возвращать их в организм и тем самым омолаживать организм.

#### **4. Трансплантация эмбрионов – перспективный метод повышения генетического прогресса молочного скота.**

На современном этапе одним из основных методов совершенствования молочного скота является искусственное осеменение. Однако оно не обеспечивает в достаточной мере ускоренное выведение животных с высокими показателями продуктивности.

В странах с развитым молочным животноводством для повышения генетического прогресса проводится интенсивный отбор коров — потенциальных матерей быков. Таких коров используют в качестве доноров генетически ценных эмбрионов.

Применение технологии трансплантации эмбрионов позволяет в короткие сроки получать высокоценные маточные семейства и более точно оценивать качество потомства.

**Основные этапы трансплантации эмбрионов следующие:**

- 1) подготовки доноров и реципиентов
- 2) вымывание эмбрионов
- 3) работу с микроскопом, определение стадий и качества эмбрионов
- 4) посадка эмбрионов
- 5) заморозка эмбрионов.

**Техника трансплантации эмбрионов**

1. Отбирают коров из дойного стада с молочной продуктивностью животных (в данном хозяйстве от 6 500 до 10 000 кг.)

2. Изучают их экстерьерные особенности, форму вымени и сосков, свойства молокоотдачи, крепость костяка, копыт, и особо большое внимание уделяем состоянию органов воспроизводства.

3. Методом ректальной пальпации оценивают состояние половых органов, исключая или выявляя такие нарушения как кисты яичников, гипофункции, вагиниты и эндометриты.

4. Проводится синхронизация половой охоты коров-доноров и стимуляция полиовуляции. Эти этапы проводятся по специальной гормональной программе. Основным препаратом с суперовуляционным действием является фолликулостимулирующий гормон (ФСГ), который вводится многократно совместно с другими препаратами.

5. Осеменение коров проводится дважды (с интервалом в 12 часов). День, в который проводится первое искусственное осеменение коровы-донора, считается датой оплодотворения. С этого дня начинается отсчет развития эмбрионов *in vivo* до их извлечения.

6. Вымывание эмбрионов из половых органов коровы проводится на 7–8-й день после осеменения, по технологии, рекомендованной канадскими эмбриологами.

Этот способ довольно простой и безопасный, воспроизводительная способность доноров при нем не нарушается, что позволяет многократно использовать генетически ценных коров-доноров для получения от них большого числа потомков.

Вымывание эмбрионов в обоих рогах матки, включая введение катетеров, продолжается 20–40 минут.

7. Манипуляции с эмбрионами - их извлечение из половых органов донора и вживление реципиенту (или криоконсервация), продолжительность от 2 до 7 часов.

В этот период создаются оптимальные условия, обеспечивающие сохранение жизненных качеств, что дает возможность транспортировать их в другие отделения хозяйства и соседних районов.

8. Проводится оценка эмбрионов на жизнеспособность морфологическим методом.

При этом основное внимание обращают на форму зиготы, число бластомеров, равномерность дробления, выраженность эмбриобласта и трофобласта.

**Эффективность вживления эмбриона во многом зависит от грамотно отобранного и подготовленного реципиента.**

1. При отборе реципиента, в первую очередь, руководствуются здоровьем животного в гинекологическом плане, а продуктивные, породные и племенные качества играют второстепенную роль.
2. В качестве реципиентов чаще используют полновозрастных телок со здоровой воспроизводительной функцией.
3. Важным фактором успешности вживления эмбриона служит синхронность проявления половой охоты у реципиентов и доноров. Разница не должна превышать 12 часов.
4. При синхронизации половой охоты телок за 72 часа до предполагаемого осеменения коровы-донора потенциальным реципиентам делают инъекцию препарата, вызывающего охоту.
5. Далее в течение пяти дней проводится мониторинг, фиксируют проявления половой охоты и впоследствии анализируют полученные данные.

**Пересадка эмбриона реципиентам** осуществляется цервикальным способом (введением эмбриона в рог матки через шейку).

- После пересадки наблюдение за реципиентом продолжается с целью выявления возможной повторной половой охоты.
- На 30–35 день проводится тест стельности с помощью аппарата ультразвуковой диагностики, и таким образом, уже через месяц можно оценить результаты работы.
- Если качественных эмбрионов получено больше, чем имеется реципиентов, то проводится **криоконсервация – замораживание эмбрионов.**
- Положительным аспектом замораживания эмбрионов является то, что она позволяет создавать банки эмбрионов ценных племенных животных. Кроме того, замороженные эмбрионы в любой момент можно использовать для вживления, если подходящий реципиент пришел в охоту естественным путем.

При наличии материальных ресурсов, здоровых животных, содержащихся в оптимальных условиях, наличии квалифицированных кадров трансплантация



эмбрионов как биотехнологический метод воспроизводства стада удовлетворит потребности хозяйства в полном объеме для расширенного воспроизводства и исключит необходимость покупки племенных животных в массовом порядке.

## Лекция №6

### «Организация и планирование племенной работы»

План лекции:

1. Структура племенной службы Российской Федерации.
2. Государственные книги племенных животных.
3. Выставки и выводки животных.
4. Планирование племенной работы.
5. Компьютеризация в племенном деле.

#### **1. Структура племенной службы Российской Федерации.**

Мировой опыт и отечественная практика подтверждают, что наибольшего успеха в развитии животноводства достигают те хозяйства, где умело сочетают условия кормления и содержания животных с хорошо поставленной племенной работой.

Обществу еще предстоит осознать, что племенные ресурсы это — стратегический капитал, представляющий не меньшее национальное богатство, чем золото или нефть. Это залог продовольственной и генетической безопасности государства, здоровья нации, ее развития и силы влияния на мировом рынке наиболее значимых для человека продуктов питания животного происхождения.

В государственном племенном регистре на 1 января 2014 года зарегистрировано в молочном скотоводстве 1374 племенных хозяйства, в том числе 394 племенных завода. Объемы поставляемой на внутренний рынок отечественной племенной продукции (69 тыс. голов), ее конкурентоспособность недостаточны и несопоставимы с масштабами и уровнем проводимой в последние годы технологической модернизации существующих и с вводом новых молочных ферм и комплексов.

Племенные хозяйства реализуют молодняк небольшими партиями, в то время как строящиеся молочные комплексы должны заполняться большими партиями скота, поэтому сельхозпредприятия предпочитают закупать животных из-за рубежа.

Племенное животноводство призвано обеспечивать: процесс воспроизводства племенных животных для улучшения их продуктивных качеств и разведения: сохранение генофонда малочисленных и исчезающих пород сельскохозяйственных животных, полезных для селекции. Правовая основа деятельности в области разведения племенных животных, производства и использования племенной продукции (материала) изложена в следующих федеральных законах: 1) «О селекционных достижениях» (1993); 2) «О племенном животноводстве» (1995); 3) «О лицензировании отдельных видов деятельности» (2001).

В Законе «О племенном животноводстве» в статье 12 указаны федеральные органы исполнительной власти и органы субъектов Российской Федерации, непосредственно осуществляющие управление в области племенного животноводства, которые образуют единую систему органов исполнительной власти — Государственную племенную службу. Деятельность Государственной племенной службы состоит в следующем:

- проводит единую научно-техническую политику в области племенного животноводства;

- организует разработку и реализацию федеральных программ развития племенного животноводства и соответствующих территориальных (региональных) программ

- ;- обеспечивает надлежащую экспертизу племенной продукции (материала);

- утверждает стандарты, нормы и правила в области племенного животноводства;

- регистрирует племенных животных и племенные стада соответственно в Государственной книге племенных животных и Государственном племенном регистре (реестре)

- ;- выдает лицензии на осуществление деятельности в области племенного животноводства;- выдает сертификаты (свидетельства);

- определяет условия применения селекционных и биотехнологических методов в области племенного животноводства;

- устанавливает перечень видов животных, особи которых используются в качестве племенных животных;

- определяет виды организаций по племенному животноводству: разрабатывает предложения о мерах по государственному стимулированию племенного животноводства, а том числе по сохранению генофонда малочисленных и исчезающих пород сельскохозяйственных животных, полезных для селекционных полей;

- координирует международное сотрудничество Российской Федерации в области племенного животноводства.

И соответствии со статьей 14 Закона «О племенном животноводстве» государственную политику и координацию деятельности в области племенного животноводства осуществляет специально уполномоченный Правительством Российской Федерации государственный орган по управлению племенным животноводством, входящий в состав федерального органа исполнительной власти, осуществляющего управление сельским хозяйством. Постановлением Правительства Российской Федерации в составе Министерства сельского хозяйства РФ была создана структура по управлению животноводством и племенным делом. На нее были возложены функции специального уполномоченного государственного органа по управлению племенным животноводством, включая лицензирование деятельности в этой области и являющегося одновременно центральным

органом системы сертификации племенной продукции и органом государственного надзора в племенном животноводстве.

Таким образом, Закон «О племенном животноводстве» определяет на законодательном уровне основные положения деятельности в племенном животноводстве России.

Однако в последнее время рассматриваются вопросы о разделении полномочий Государственной племенной службы и негосударственных структур, осуществляющих руководство деятельностью племенных организаций.

Одно из основных условий эффективного ведения селекционно-племенной работы в скотоводстве — четкая организация взаимодействия всех структурных элементов племенной службы. Организации, координирующие, обслуживающие и непосредственно осуществляющие деятельность по воспроизводству племенных генетических ресурсов, должны быть идентифицированы с указанием их функций и принципов функционирования.

В современных условиях схема управления племенной работой, должна обеспечить принцип разделения исполнительных и контрольных функций между государственными органами и негосударственными предприятиями.

В соответствии с разработанной схемой Государственную племенную службу представляют

- Министерство сельского хозяйства Российской Федерации (МСХ РФ) и государственные органы по управлению племенным животноводством субъектов Российской Федерации (разработка законодательной и нормативной базы ведения племенного животноводства реализация федеральных программ развития племенного животноводства, осуществление государственной поддержки племенных организаций);
- федеральные государственные органы по управлению племенным животноводством (осуществление контрольных функций за соблюдением норм и правил в области племенного животноводства);
- региональные органы по управлению племенной работой (реализация региональных программ развития племенного животноводства, осуществление государственной поддержки племенных организаций на региональном уровне).

К числу негосударственных структур относят:

- ассоциации (союзы, объединения) племенных организаций по совершенствованию пород животных (разработка селекционных программ, осуществление сертификации и другие услуги);
- информационно-селекционные центры породного уровня управления (разработка и ведение баз данных животных, информационно-аналитические услуги ассоциациям и другим племенным организациям);
- региональные организации по племенному делу (организация внедрения селекционных программ в регионе, консультационные и другие услуги);

- региональные вычислительные центры (сбор данных племенного и зоотехнического учета для формирования баз данных регионального уровня, подготовка аналитических сволок в регионе);
  - организации по искусственному осеменению сельскохозяйственных животных (обеспечение генетическим материалом (спермой, эмбрионами) владельцев маточных стал);
  - лаборатории иммуногенетической экспертизы происхождения (контроль достоверности происхождения);
  - лаборатории по определению качества молока (измерение селекционных характеристик молока: жир, белок, соматические клетки и т. д.);
  - племенные заводы и репродукторы (воспроизводство племенных ресурсов, получение животноводческой продукции).
- Основой технологического взаимодействия указанных племенных организаций служит система информационно-аналитического обеспечения племенной работы — необходимое условие для повышения генетического потенциала животных и экономической эффективности производства продукции.

Правительством Российской Федерации введены дотации и компенсации племенному животноводству. Государственная поддержка племенного животноводства позволяет сохранить высокоценные племенные стада, совершенствовать существующие породы и выводить новые. Селекционную работу в животноводстве координирует Головной информационно-селекционный центр по племенному животноводству — ВНИИ племенного дела. В стране имеются селекционные центры, которые разрабатывают и реализуют долгосрочные селекционные программы с породами. Например, ВНИИ генетики и разведения сельскохозяйственных животных является селекционным центром по совершенствованию чернопестрой породы крупного рогатого скота в масштабах нашей страны. Основные задачи селекционного центра: совершенствование породы; создание новых внутрипородных и заводских типов, линий животных, отвечающих требованиям промышленной технологии в устойчивых к заболеваниям; организация оценки племенных производителей; обобщение результатов селекционно-племенной работы: разработка стандартов для внутрипородных типов, определение параметров молельных животных.

## **2. Государственные книги племенных животных**

Под Государственными книгами племенных животных понимается регистрация племенных особей, удовлетворяющих определенному стандарту по различным признакам. Без племенных записей, дающих возможность, в зависимости от их полноты, характеризовать животных и их предков, невозможно совершенствовать племенную скот. Ведение книг племенных животных развилось из племенных записей и устных сведений и, по

образному выражению, они являются «биографией» той или иной породы животных.

В развитии оценки происхождения и связанной с этим реконструкции животных большую роль сыграло арабское коннозаводство. По данным Буффона, арабы знали генеалогию лошадей арабской породы с давних пор (может, поэтому они и создали уникальную породу арабских лошадей, непревзойденную по резвости).

Англичане использовали опыт арабов при создании своего коннозаводства раньше остальных народов, организовав ведение племенных записей. Сначала появились книги племенных лошадей и овец. Для крупного рогатого скота они были созданы несколько позднее, а точнее, в 1822 г. Это была первая книга племенных шортгорнов, изданная Койэтсом, охватывающая сведения о родословных животных, начиная с 1737 г.

Успехи английского скотоводства общеизвестны. Великобритания по праву считается племенной фермой мира, вызвала подражание сначала на европейском континенте, в частности в Германии, а затем - во всем мире.

Первая книга племенных животных по скотоводству в России возникла в центральной полосе - в Курской губернии в 1903 г., а несколько позднее - в Харьковской. Эти книги регистрировали племенной швейцарский скот (в основном симменталов). В 1923-1924 гг. были открыты книги по племенному красному степному скоту, а в 1925 г. - по белоголовому украинскому скоту. В последующие годы были организованы книги по симментальской, красной горбатовской, холмогорской и многим другим породам скота.

По материалам этих книг судят о направлении племенной работы, совершенствовании породы, ее линиях и семействах. В них зафиксирована история породы, методы племенной работы с ней. Знание истории позволяет более правильно наметить пути и методы дальнейшего совершенствования породы, сделать анализ эффективности применявшихся различных методов разведения, установить качество и продуктивность не только записанных в них животных, но и их предков. Материалы книг находят широкое применение при составлении перспективных программ совершенствования современных стад и пород скота.

Книги племенных животных разделяют на закрытые, где регистрируют только животных, родители которых были ранее записаны в племенные книги, и открытые - в них записывают всех животных, удовлетворяющих определенным требованиям по происхождению, развитию и продуктивности. В дальнем зарубежье принята в основном система ведения книг племенных животных закрытая. Они ведутся обществами, ассоциациями по разведению

скота той или иной породы. В России Государственная книга племенных животных (ГКПЖ) ведется по открытой системе.

**Требования для записи в ГКПЖ по мясным породам:** быки-производители записываются не моложе 18-месячного возраста; чистопородные; с комплексной оценкой не ниже класса элита; с данными о происхождении не менее чем, по двум рядам предков по матери и отцу, по возможности, проверенных по качеству потомства и его оплодотворяющей способности; коровы - чистопородные, IV и III поколения с показателями живой массы, оценки мясных статей телосложения и молочности, после I отела, не ниже I класса по каждому признаку; с данными о происхождении, не менее чем по двум рядам предков - по матери и отцу. У коров и быков определяются следующие 9 промеров: высота в холке и в крестце; глубина, ширина и обхват груди; косая длина туловища (палкой); ширина в маклоках; косая длина зада и обхват пясти.

**Требования для записи в ГКПЖ скота молочных и молочно-мясных пород:** быки-производители не моложе 18 месяцев, чистопородные с комплексной оценкой не ниже класса элита и при наличии данных о происхождении не менее чем по двум рядам предков по матери и трем рядам предков по отцу; коров записывают после окончания I лактации как чистопородных, так и помесных с комплексной оценкой не ниже I класса, при удое 150 % от стандарта породы и выше, при наличии данных о происхождении не менее чем по двум рядам предков.

Таким образом, ГКПЖ является паспортом породы, ее историей, без которой невозможно правильно построить племенную работу как с отдельным стадом, так и породой в целом.

### **3. Выставки и выводки животных**

Средствами популяризации достижений племенных хозяйств по разведению тех или иных пород молочного и мясного скота служат ежегодно проводимые выставки и выводки животных.

Задача выставок способствовать развитию скотоводства. По масштабам они бывают: Всероссийские, республиканские, краевые, областные, межрайонные и районные. Выставки могут быть как постоянно действующие, так и краткосрочные (2-3 дня). Они приносят только тогда ощутимую пользу, когда проводятся систематически и планомерно через определенное время.

Факторами, гарантирующими успех выставки, являются: выбор места выставки в центрах наиболее ценного племенного скота; красивое

оборудование выставочной территории; постоянство состава экспертных комиссий и преемственность в их работе; привлечение к экспертизе животных специалистов - знатоков породы; выработка правил и шкал выставочной оценки, действующих продолжительный период времени, и своевременное окончание экспертизы; установление премий, выдаваемых за лучших животных-экспонатов, показанных на выставке; печатание отзывов в периодической печати; тщательная подготовка животных к выставке: издание выставочного каталога животных; фотографии животных; издание отчета о выставке.

Помимо выставок, в качестве мероприятия массового порядка, позволяющего учесть результаты работы и стимулирующих скотоводов к улучшению скотоводства следует считать однодневные выводки молодняка и производителей с потомством, животных выдающихся семейств. Значение выводок не менее велико, как и выставок: пропаганда достижений науки и передового опыта в племенном скотоводстве; обучение работников методам племенной работы; оценка племенных хозяйств по развитию племенного скотоводства; заключения сроков реализации племенного молодняка.

Выводки животных - это общественный смотр по сохранению и выращиванию молодняка, проводимый один или два раза в год (весной и осенью). Плановость и систематичность устройства выводок так же, как и выставок, служат залогом успеха в развитии той или иной породы молочного или мясного скота, способствуют повышению уровня ведения, в целом, отрасли скотоводства, и в частности племенного. Широкая гласность этих мероприятий имеет исключительно важное значение в пропаганде передового практического опыта и достижений ведения рентабельного молочного и мясного скотоводства.

#### **4. Планирование племенной работы.**

Правильное составление плана селекционно-племенной работы имеет важное значение для дальнейшего развития стада в том числе и улучшения и его качества. Обычно план составляют на пяти летний период. При составлении плана необходимо провести тщательный анализ предшествующей племенной работы. Поэтому существует два раздела плана:

1. Анализ предшествующей племенной работы за предыдущие 3-5 лет.
2. Перспективный план качественного совершенствования стада.

В составлении плана принимают участие наилучшие сотрудники: ученые, специалисты хозяйства и руководящих организаций.

Первая часть плана обычно состоит из разделов:

1. Анализ производственной деятельности. Кормовая база, экономика хозяйства.

2. Характеристика технологии ведения скотоводства в хозяйстве. Описание технологии кормления и содержания молодняка, коров, быков, с



обязательным критическим обоснованием проведения необходимых изменений технологии.

3. Анализ воспроизводства стада.

4. Характеристика за ряд лет показателей продуктивности, желательно дать динамику за последние 10 лет.

5. Анализ ветеринарно-санитарного состояния.

Вторая часть основывается на проведенной характеристике первой части, результатов отбора и подбора животных. Он включает разделы:

1. Обоснование практических результатов на перспективу.

2. С учетом селекционно-генетической ситуации, выявленной в первом разделе дается прогноз на перспективу и по годам развития. Основной показатель продуктивности и развития животных.

3. Составляется индивидуальный план подбора и интенсивность отбора на ближайшую перспективу, с обязательным объяснением необходимости проводимых мероприятий. При этом используется не только индивидуальный подход, но и групповой подбор, обеспечивающий оптимальное использование существующего генофонда.

4. Разрабатываются типовые нормы кормления животных и балансировка по 20-25 питательным в-вам. И рассматривается предложение по изменению структуры посевных площадей и покупке кормов.

5. Разрабатываются мероприятия по улучшению содержания животных, совершенствованию ветеринарно-санитарного обслуживания животных, строительству и реконструкции помещений.

### **5. Компьютеризация в племенном деле**

Для анализа данных первичного зоотехнического и племенного учета, результатов разведения, методов отбора и подбора, оценки быков-производителей по качеству потомства и бычков, телок по собственной продуктивности специалисты скотоводы должны обрабатывать в короткий срок огромный цифровой материал. Только при этом племенная работа может быть эффективной. Но учитывая большой объем данных по учету, своевременную и полную обработку полученной информации, проведения анализа, следует констатировать тот факт, что без механизации и автоматизации учета этого практически провести невозможно.

В связи с этим все более широкое применение для регулярного сбора информации племенного учета, ее обработки и анализа возлагается на ЭВМ. Применение в племенном деле ЭВМ получило широкое распространение в Скандинавских странах. Среди европейских стран наибольший интерес представляет опыт Швеции. В этой стране племенная работа с крупным рогатым скотом сосредоточена в кооперативных объединениях по производству молока и по искусственному осеменению скота. Начиная с 1951 г., в этой стране стали использовать вычислительную технику для

обработки данных контроля молочной продуктивности и для оценки быков по качеству потомства. В 1962 г. была установлена первая ЭВМ для обработки данных племенной информации. Большая мощность ЭВМ позволила разработать систему сложных, взаимосвязанных программ обработки данных, основанных на использовании многих источников информации.

За годы использования ЭВМ в племенной работе сменилось уже не одно поколения ЭВМ. В настоящее время ЭВМ выполняет арифметические операции в миллион раз быстрее человека. И эти возможности обработки информации находятся в распоряжении каждого хозяйства нашей страны. В стадии решения автоматизация первичного учета. Автоматические системы будут распознавать каждую корову, определять и учитывать продуктивность при каждом доении, рассчитывать индивидуальные рационы и выдавать концентрированные корма.

По сообщению Л.К. Эрнста, А.А. Цалитиса (1989), наступает период персональных ЭВМ, когда специалисты животноводства будут иметь автоматизированные рабочие места (АРМ) и будет внедрена «безбумажная технология», то есть вся информация будет накапливаться на машинных носителях памяти и передаваться не только цифровые данные, но текстовая информация. Через вычислительные сети специалистам станут доступны «базы знания» разных регионов стран, континентов.

Вычислительная техника в племенной работе нашей страны используется в основном в решении системы «СЕЛЭКС» - интегрированная система биологических служб животноводства, и ее суть отражена в названии - Селекция, Экономика, Система.

СЕЛЭКС решает широкий спектр разных задач племенной работы, начиная от способов мечения животных и кончая подготовкой сводных заключительных отчетов по бонитировке скота молочных и мясных пород определенных стад, хозяйств регионов и в целом страны, а также разработки селекционных программ по совершенствованию пород и массивов крупного рогатого скота хозяйств, районов, областей, краев, республик Российской Федерации. Вместе с этим СЕЛЭКС выполняет работу по объединению информации племенной работы, искусственном осеменении, ветеринарии, кормлении, содержании, экономики отраслей молочного и мясного скотоводства (в мясном скотоводстве организация работы только начинается, но в последние годы в связи с кризисной обстановкой в животноводстве эти работы были почти полностью приостановлены, но в настоящее время они

снова возобновлены). Хорошо отлажены работы СЕЛЭКС в молочном скотоводстве.

Наиболее тесное и традиционное взаимодействие на уровне хозяйств и стад крупного рогатого скота имеет племенная работа с банками спермохранилищ, технологией производства молока и говядины, кормопроизводства, а также с лечением, выбраковкой коров, воспроизводством стада и ветеринарией. Все это сближает и интегрирует в СЕЛЭКС информацию для племенной работы и ей сопутствующих отраслей производства. Первичный учет в скотоводстве, оценки количества и качества его продукции взаимосвязывают бухгалтерский и племенной учет. Решаются проблемы по обучению кадров и вопросы социального характера на более высоких уровнях управления в объединениях родственных предприятий по областям и республикам.

Таким образом, СЕЛЭКС не только автоматизирует обработку данных, повышает качество информационного обеспечения отдельных служб, но и обеспечивает специалистов удобными для исполнения данными смежных служб. Общеизвестное, утверждающее это выражение гласит: «Имея хорошую информацию, можно управлять и хорошо, и плохо; плохую - только плохо».

Стержнем СЕЛЭКС являются данные племенного учета, так как только при целенаправленной селекционной работе ведутся наиболее подробные записи о каждом животном стада. Пусковым комплексом СЕЛЭКС служит обработка данных племенного учета в молочном и мясном скотоводстве. С этой целью на каждую корову вводят в ЭВМ основные данные о ее происхождении, дату последнего осеменения отела и ее продуктивности (данные племенных карточек). В дальнейшем племенная карточка коровы в ЭВМ регулярно пополняется сведениями, которые, как правило, вносятся вручную в племкарточку, которая имеется в хозяйстве. Но введение племенных карточек в хозяйство - это мероприятие временное, до оснащения зоотехников автоматизированным рабочим местом, после чего все данные будут накапливаться в персональной ЭВМ и по мере надобности выводиться на экран ЭВМ. В настоящее время в передовых хозяйствах уже внедрены компьютерные технологии информационных систем по племенному делу в скотоводстве, успешность работы которых вполне доказана. И ныне они находят все более широкое освоение и использование.

В СЕЛЭКС по молочному скотоводству отражены четыре группы накапливаемых сведений: 1) списки животных; 2) сводные анализы; 3)

прогнозы и планы; 4) расчет популяционных селекционно-генетических параметров.

Дополнительно и регулярно подготавливаются списки коров: подлежащих осеменению, проверки на стельность, необходимости провести запуск, профилактические ветзообработки, долголетних, высокопродуктивных, приобретенных из других стад животных и др.

Готовятся сведения, в которых каждое хозяйство в отдельности не нуждается. Их используют для проведения селекционно-племенной работы в масштабах породы области, края, республики. Информация такого рода может быть следующей: данные о генеалогической структуре стада для закрепления быков к отдельным стадам с целью не допущения тесного инбридинга; отбор коров в группу матерей быков и для составления плана индивидуального подбора, устанавливаемого по определенным критериям автоматизированы; оценка быков-производителей по качеству потомства, включающая список коров, осеменяемых спермой оцениваемого быка, рождение дочерей оцениваемого быка, их рост и развитие, причины выбытия дочерей, оценка быков по I лактации дочерей, оценка по пожизненной продуктивности дочерей с учетом их обильномолочности, жирномолочности, белковости, морфологических и функциональных свойств вымени, здоровья, долголетия; получения селекционно-генетических параметров иных признаков продуктивности конкретных стад и массивов крупного рогатого скота.

В СЕЛЭКС имеются отдельные программы для отработки данных; производству и накоплению спермы быков-производителей станций искусственного осеменения; по базе данных выдающихся особей племенного скотоводства; расчету потребности в кормах; обработке ветеринарных показателей и др. СЕЛЭКС продолжает совершенствоваться, использование новых методов оценки быков, наиболее современная оценка методом BLUP, которая освоена СЕЛЭКС, развивается в направлении освоения новых проблем селекции и использования новых технических средств: автоматизации лабораторных исследований применения персональных компьютеров, средств передачи данных и т.д. В последние годы все большее использование в совершенствовании крупного рогатого скота находит крупномасштабная селекция, которая без использования ЭВМ просто не возможна, а также разработки программ, позволяющих увязывать разные отрасли народного хозяйства и достижения разных наук, чему способствует кибернетика (наука об управлении, связи и переработки информации).