

# Глава 1

## РАЗВЕДЕНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

### 1.1. УЧЕНИЕ О ПОРОДЕ

Одомашнивание животных в разных природно-климатических условиях, особенности отбора и подбора в сочетании с естественным ходом эволюции, социально-экономические потребности людей привели к формированию многочисленных пород домашних животных.

Порода — это целостная группа домашних животных одного вида, общего происхождения, характеризующаяся специфическими морфофизиологическими и хозяйственно полезными свойствами и определенными требованиями к условиям жизни, которые передаются по наследству, отличают ее от других пород и поддерживаются племенной работой.

Структура породы. Единица генеалогической структуры породы — породная группа, внутripородный (зональный) тип, линия (генеалогическая и заводская), семейство, родственная группа. Для генеалогической структуры породы характерна тесная взаимосвязь составляющих ее элементов, так как мелкие структурные единицы являются составными частями более крупных.

Наиболее крупную структурную единицу породы представляет *зональный внутripородный тип*. Это внутripородная популяция животных, достаточно долго разводимая в определенных природно-экономических условиях, отличающаяся приспособленностью к местным условиям в сравнении с завозимыми из других зон животными той же породы и имеющая своеобразную генеалогическую структуру. Возникновение зональных типов связано с большими различиями эколого-географических и экономических регионов России. Так, в черно-пестрой породе крупного рогатого скота выделяют центральный, уральский и сибирский типы, а также семь зональных типов симментальской породы.

На начальных этапах создания пород формируются породные группы животных, которые еще не имеют устойчиво выраженных наследственных признаков и недостаточны по численности.

В теории и практике зоотехнической работы большое место занимает разведение по линиям. **Л и н и я** — однородная группа родственных особей, отличающихся от других животных той же породы определенными признаками. В животноводстве различают генеалогические и заводские линии. Генеалогическая линия — группа животных, происходящих от общего предка (независимо от их продуктивности и племенной ценности). Заводская линия — группа высокопродуктивных племенных животных, происходящих от выдающегося родоначальника и сходных с ним по конституции и продуктивности.

В процессе воспроизводства и разведения в хозяйствах формируют группы маток — семейства, объединенные общим происхождением и сходством по ряду признаков. **Семейство** — это группа особей женского пола, ведущих происхождение от одной выдающейся родоначальницы и имеющих с ней сходство по определенным биологическим и хозяйственным признакам.

**Классификация пород.** По зоотехнической классификации пород животных учитывают уровень развития определенных хозяйственно полезных признаков и сочетание последних.

*По уровню продуктивности, количеству и качеству труда, затраченного на образование пород, их делят на три группы: заводские, или культурные, примитивные и переходные. Заводские породы являются наиболее продуктивными и скороспелыми. Животные примитивных пород (аборигенные) характеризуются позднеспелостью, низкой, но универсальной продуктивностью, выносливостью, устойчивостью к определенным болезням. Переходные породы занимают промежуточное место по продуктивности между заводскими и примитивными.*

Породы крупного рогатого скота подразделяют на специализированные молочные, мясные и комбинированные (молочно-мясные или мясо-молочные), рабочие, спортивные (для корриды) и др.

Породы свиней делят на мясные, сальные и мясо-сальные и беконного направления продуктивности.

Породы овец классифицируют на тонкорунные (шерстные, шерстно-мясные и мясо-шерстные), полутонкорунные (мясо-шерстные и шерстно-мясные), полугрубошерстные (мясо-сально-шерстные), грубошерстные (овчинно-шубные, смушково-молочные, мясо-сальные, мясо-шерстно-молочные и мясо-шерстные).

- Породы лошадей разделяют на верховые, рысистые, упряжные и тяжеловозные.

Породы кур делят на яичные, мясные и мясо-яичные.

По ареалу породы классифицируют в соответствии с уровнем продуктивности, адаптационными свойствами пород, историческими, экономическими и другими факторами.

Породы широкого ареала разводят в разных странах и на разных континентах. Поголовье животных этих пород вследствие высокой продуктивности составляет десятки миллионов.

Породы межзональные распространены в определенных климатических и экономических зонах, поэтому поголовье их меньше, чем в первой группе.

Породы зональные разводят лишь в одной определенной зоне, где они хорошо адаптированы.

Локальные породы распространены в пределах очень ограниченного региона. Для животных таких пород характерны приспособленность к местным условиям, устойчивость к определенным болезням, но недостаточно высокая продуктивность. Ценные качества локальных пород следует использовать при создании новых заводских пород.

**Основные факторы породообразования.** Создание новых пород животных — объективный процесс, отражающий изменения в социально-экономических условиях жизни людей, отдельных стран и всего мира. Так, в XVIII—XIX вв. в период бурного развития капитализма в связи с ростом городов и увеличением спроса на продукты животноводства и сырье для промышленности возникла необходимость в создании более высокопродуктивных и экономически выгодных пород. В то время в Англии были созданы шортгорнская и герефордская породы крупного рогатого скота, лейстерская порода овец, крупная белая порода свиней.

В XX в. темпы создания новых пород животных еще более возросли, что связано с ростом общей численности населения, особенно городского. Во многих странах были созданы породы с высоким генетическим потенциалом продуктивности. Чаще всего разводят высокопродуктивные породы, что способствует еще большему их распространению.

На формирование признаков и свойств породы в значительной степени влияют *условия внешней среды* — особенности климата, почвы и травостоя, рельефа местности, наличие возбудителей определенных болезней и другие природно-географические факторы. Например, созданные в горных условиях Швейцарских Альп симментальская и швицкая породы имеют глубокую и широкую грудь, крепкий костяк. Эти же ценные качества присущи галловейскому, хайландскому скоту и некоторым другим породам, наиболее пригодным для чистопородного разведения и скрещивания в горных условиях. В нашей стране к разведению на высокогорных пастбищах хорошо приспособлены местные популяции дагестанского скота, а также созданные скрещиванием со швицким скотом алатауская, бурая закавказская породы.

Из пород овец для пастьбы на альпийских лугах наиболее приспособлены архаромериносy. В районах жаркого и влажного кли-

мата, где проблемой скотоводства является пироплазмоз, наиболее пригодны для разведения зебу и зебувидный скот. Превосходными мясными качествами и приспособленностью к жарким условиям полупустыни отличается скот породы бифало.

Таким образом, при выборе пород для разведения необходимо учитывать природно-географические условия, в которых они создавались. Мировые центры происхождения пород скота позволяют установить общие генетические корни между породами, что облегчает и ускоряет процесс их совершенствования.

Важным фактором в селекции животных является *использование наиболее продуктивных родственных пород* скота для совершенствования местных животных. Так, красная степная порода должна испытывать большое влияние родственных красных пород, прежде всего англеской и красной датской; черно-пестрая — голштинской черно-пестрой; бурые — швицкой американской селекции.

Применение в наследственной изменчивости закона гомологических рядов, открытого Н. И. Вавиловым, позволяет научно обосновать конкретные методы дальнейшего совершенствования пород. У разных видов и даже родов растений и животных существуют повторяющиеся аналогичные параллельные ряды форм. Между сортами (породами) можно обнаружить наличие гомологических рядов, сходных по своим морфологическим и физиологическим признакам. Зная систему изменчивости у животных разных пород, можно прогнозировать направленность таких изменений в перспективе.

Использование генотипов скота родственных и неродственных пород для скрещивания ускоряет темпы эволюции, появление животных со многими однотипными (гомологичными) признаками.

**Акклиматизация и адаптация пород.** При завозе племенных животных в хозяйства с иными климатическими и кормовыми условиями в их организме возникают изменения, которые затрагивают, как правило, такие функции, как воспроизведение, жизнеспособность, устойчивость к болезням.

Адаптация — это процесс приспособительных изменений в организме, обеспечивающий его способность к существованию в данной среде. Применительно к заводским породам сельскохозяйственных животных под адаптацией следует понимать комплекс таких изменений в организме, которые обеспечивают его существование и сохранение ценных хозяйственно полезных признаков и способностей к воспроизведению потомства в новых природно-технологических условиях эксплуатации. Адаптационные изменения происходят в рамках сложившегося генотипа по типу модификационной изменчивости. Адаптацию можно рассматривать как первую стадию акклиматизации.

Акклиматизация — это процесс адаптивных изменений, включающих в себя перестройку генотипа и фенотипа животных под влиянием факторов внешней среды и методов селекции в ряде генетико-экологических генераций. Например, чистопородные животные айрширской породы, импортированные из Финляндии в нашу страну, определяются как 1-я генетико-экологическая генерация (ГЭГ), их дочери и сыновья — 2-я ГЭГ, внучки и внуки — 3-я ГЭГ. Перестройка основных систем бывает тем глубже, чем больше различия между прежними и новыми условиями эксплуатации.

Породы животных различают по способности к акклиматизации. Одни из них легко приспособляются к новым условиям, у других этот процесс идет медленно, третьи вообще не могут жить в новых условиях. Молодые животные легче приспособляются к изменениям, чем взрослые. Породы, созданные в северных районах, хуже адаптируются в южных широтах и легче переносят холодный климат.

Акклиматизация в значительной мере зависит от условий кормления и содержания. Обеспечение завезенных из других зон животных полноценным кормом при технологии, наиболее отвечающей общепринятым требованиям содержания, облегчает процесс акклиматизации.

Для лучшей акклиматизации животных часто прибегают к скрещиванию завезенных пород с местным поголовьем. Это дает возможность получить потомство, сочетающее в себе хорошие продуктивные качества, приспособленность к условиям определенной зоны разведения и обеспечивает более широкую норму реакции животных на разнообразие факторов внешней среды.

Нередко завоз животных из других зон или стран приводит к нарушению физиологического гомеостаза, что может стать причиной перерождения или вырождения животных. Перерождение характеризуется резким падением продуктивности, появлением пороков экстерьера и нарушениями пропорциональности телосложения. Вырождение представляет собой крайнюю форму нарушений жизнедеятельности: у животных наблюдают резкое ослабление конституции и жизнеспособности, снижение продуктивности, плодовитости, появление уродств. Эти явления могут быть связаны с узкими адаптационными способностями завезенной породы, резкими различиями в природно-климатических условиях, несоответствием условий кормления и содержания и др.

## 1.2. ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИНДИВИДУАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ И НАПРАВЛЕННОЕ ВЫРАЩИВАНИЕ ЖИВОТНЫХ

В 1866 г. немецкий зоолог Е. Геккель сформулировал и обосновал биогенетический закон, ввел в биологию термины «онтогенез» и «филогенез». Термин «онтогенез» означает процесс индивидуального развития особи, «филогенез» — историю развития вида. В биогенетическом законе Геккеля онтогенез рассматривается как краткое повторение филогенеза.

Онтогенез и филогенез — процессы взаимосвязанные, поскольку филогенез является непрерывной цепью сменяющихся определенных онтогенезов, а онтогенез — результат и основа филогенеза.

На всех этапах индивидуального развития организм животных постоянно взаимодействует с окружающей средой. В конкретных условиях среды реализуются генетические особенности будущего организма, запрограммированные в зиготе: формируются видовые, породные и индивидуальные отличия, происходит становление хозяйственно полезных признаков. В онтогенезе организм приспособляется к меняющимся условиям окружающей среды.

Знание закономерностей онтогенеза животных необходимо специалистам для того, чтобы управлять процессом воспроизводства и осуществлять направленное выращивание молодняка. Сложный процесс качественных и количественных изменений в онтогенезе животных происходит путем роста, дифференцировки, специализации, интеграции и других процессов, которые в разные периоды жизни протекают с различной интенсивностью и в разнообразных сочетаниях.

Онтогенез животных складывается из двух основных процессов: роста и развития.

Рост — количественное увеличение массы тела животного, его линейных и объемных промеров за счет накопления структурных элементов в органах и тканях (главным образом за счет белка).

Развитие — процесс количественных и качественных изменений, происходящих в организме от зиготы до конца жизни животного.

Для онтогенеза сельскохозяйственных животных характерны периодичность роста и развития, неравномерность этих процессов во все возрастные периоды и ритмичность.

**Эмбриональное развитие.** Период эмбрионального развития животных начинается с момента образования зиготы и заканчивается рождением. Продолжительность эмбрионального периода может колебаться в зависимости от породы, условий кормления и содержания маток, упитанности и состояния здоровья.

По Г. А. Шмидту, основными периодами эмбрионального развития являются зародышевый, предплодный и плодный.

**Зародышевый период.** Зародышевый период начинается с образования зиготы, а кончается имплантацией зародыша и формированием плаценты. Продолжительность его у коров 35 дней, овец — 30, свиней — 25 дней. В зародышевый период происходят основные формообразовательные процессы: дробление зиготы, образование зародышевых листков, закладка органов и тканей. Формируются особенности телосложения эмбриона, свойственные виду. В зародышевый период образуется плацента. Масса эмбриона растет медленно.

**Предплодный период.** У коров предплодный период длится 25—26 дней, у овец — 17—18, у свиней — 12—17 дней. Он является переходным от зародышевого к плодному, характеризуется высокой напряженностью органогенеза, началом окостенения скелета, формированием мускулатуры. В этот же период происходит половая дифференциация.

**Плодный период.** Самый продолжительный — плодный период, начинается с окончания предплодного периода и заканчивается рождением животного. У коров он составляет 75 % от общей продолжительности эмбрионального периода (с 61-го по 284-й день), у овец — 69 % (с 47-го по 150-й день), у свиней — 67 % (с 39-го по 114-й день). В плодный период идет интенсивный рост плода, завершается дифференцировка тканей, органов и систем.

В связи с тем что в зародышевый период развития происходят главным образом качественные преобразования зародыша, необходимо большое внимание уделять биологической полноценности рациона беременных маток. Неполющенное кормление в начальный период беременности ведет к абортам, рассасыванию зародышей, рождению слабого потомства. В плодный период эмбриогенеза, особенно во второй половине, значительно повышается скорость роста плода, увеличивается его масса. В зависимости от условий кормления и содержания матери продолжительность зародышевого и плодного периодов может меняться.

В эмбриогенезе у животных отмечено несколько критических моментов, обусловленных переходом зародыша к новому типу питания, что, вероятно, сопровождается перестройкой белкового синтеза. Первый критический период наступает на 3—5-й день после овуляции, до выхода зародыша в матку и образования бластодермического пузырька. Вторым периодом совпадает с началом имплантации зародыша к стенке матки. В это время зародыш питается «маточным молочком» с помощью трофобласта. Третий период наступает в момент имплантации зародыша к стенке матки и заканчивается образованием плаценты. У крупного рогатого скота имплантация начинается на 13—15-й день после овуляции, овец и свиней — на 11—13-й, у крольчих — на 7—9-й день. Четвертый

критический период наступает в момент окончательного становления плацентарного питания.

**Постэмбриональное развитие.** Постэмбриональный период начинается с момента рождения и заканчивается смертью животного. В постэмбриональном развитии различают пять периодов: новорожденное<sup>TM</sup>, молочный, полового созревания, физиологической зрелости и старения.

**Период новорожденности.** В этот период происходят адаптация организма к условиям послеутробного развития, становление многих функций: кроветворения, терморегуляции, мочевыделения (вне связи с аллантоисом) и др. Постепенно вырабатываются условные рефлексy, с помощью которых осуществляется связь организма с окружающей средой. Основной пищей в этот период является сначала молозиво, а затем молоко матери. Длительность новорожденного периода — 2—3 недели.

**Молочный период.** У крупного рогатого скота молочный период длится 6 мес, у ягнят — 3,5—4, у жеребят — 6—8 мес. Основной пищей является молоко матери, наряду с этим молодняк постепенно приучается к растительным кормам.

**Период полового созревания.** У животных в этот период происходит становление половых функций: начинают функционировать половые железы, формируются половые рефлексy, развиваются вторичные половые признаки, завершается формирование типа телосложения. У самцов и самок начинают выделяться зрелые половые клетки. У крупного рогатого скота половая зрелость наступает в 6—9 мес, у овец и коз — 6—8, у свиней — 4—5 и у кобыл — в 12—18 мес.

**Период физиологической зрелости.** Этот период характеризуется расцветом следующих функций: продуктивность, производительная способность. У крупного рогатого скота он наступает в возрасте от 5 до 10 лет, у овец — от 2 до 6, у свиней — от 2 до 5 лет.

**Период старения.** В этот период происходит угасание всех функций. Снижаются воспроизводительная способность, продуктивность; наступают дряхление организма, атрофия тканей, органов.

Наиболее ответственными моментами при выращивании животных являются периоды новорожденности, молочный и полового созревания, когда происходит процесс интенсивного постэмбрионального развития животного. В это время молодняк особенно нуждается в полноценном питании и оптимальных условиях содержания.

Живая масса при рождении составляет у телят 25—40 кг, у ягнят — 3—5, у поросят — 1—1,5, у жеребят — 40—60 кг. Она зависит от генотипа родителей, породы, живой массы матери и отца, условий эмбрионального развития. От крупных маток рождается более

крупное потомство. При хороших условиях питания и содержания самка дает более крупное и крепкое потомство. У многоплодных животных живая масса потомства при рождении обусловлена числом новорожденных.

**Методы учета и оценки роста и развития.** Для изучения роста и развития животных используют данные систематических взвешиваний и измерений. Об интенсивности увеличения массы и линейных промеров судят по абсолютному приросту, а также по показателям относительной скорости роста.

Под *абсолютным приростом* понимают увеличение живой массы (или промеров) животного за определенный промежуток времени. Абсолютный прирост (абсолютная скорость роста):

$$A = (W_1 - W_0) / t,$$

где  $W_1$  — живая масса в конце периода;  $W_0$  — живая масса в начале периода;  $t$  — время (продолжительность периода).

Для характеристики напряженности процессов роста вычисляют *относительную скорость роста*, которую определяют по формуле Майноута:

$$B = 100(W_1 - W_0) / W_0.$$

С. Броди предложил другую формулу для вычисления относительной скорости роста:

$$B = \frac{W_1 - W_0}{0,5(W_1 + W_0)} \cdot 100.$$

Относительная скорость роста животных максимальна в зародышевый период. После рождения она постепенно снижается.

**Неравномерность роста и развития животных.** В течение онтогенеза рост отдельных тканей происходит неравномерно. *Относительная скорость* роста зародыша бывает максимальной в начале эмбриогенеза, а затем значительно снижается. Так, у крупного рогатого скота за первый месяц эмбриогенеза масса зародыша увеличивается почти в 600 раз, за второй — в 43,3, за девятый — только в 1,4 раза (табл. 1.1).

Относительная скорость роста свиней в эмбриональный период значительно выше, чем у крупного рогатого скота. За первый месяц эмбрионального развития масса зародыша свиньи увеличивается примерно в 4000 раз, за второй — в 55, за третий — в 5 и за четвертый — в 2,6 раза.

### 1.1. Интенсивность прироста телят в эмбриональный период

Возраст, мес	Масса, кг	Кратность увеличения за 1 мес
0	0,0000005	—
1	0,0003	600,0
2	0,013	43,3
3	0,150	11,5
4	0,82	5,5
5	2,8	3,4
6	7,0	2,5
7	16,0	2,3
8	27,0	1,7
9	35,0	1,4

Прирост живой массы в абсолютном выражении в зародышевый и предплодный периоды незначителен, в плодный же период он резко возрастает. Так, масса зародыша поросенка в месячном возрасте составляет 2 г, в двухмесячном — 110 г, а при рождении 1 — 1,3 кг.

После рождения абсолютная скорость *роста живой массы* в разные возрастные периоды неодинакова. У крупного рогатого скота максимальное абсолютное увеличение живой массы в условиях обильного кормления отмечают с 4—5- до 15—18-месячного возраста, у свиней — с 4 до 8, у овец — с 1,5—2 до 6—7 мес, затем скорость роста снижается. Следовательно, экономически эффективно выращивать на мясо молодняк крупного рогатого скота до 18 мес, овец — до 7, свиней — до 8 мес.

*Рост линейных размеров* также неодинаков в разные возрастные периоды. В зародышевый период скорость роста очень высока. Зигота невидима невооруженным глазом, но через месяц эмбрион достигает нескольких сантиметров. У животных разных видов скорость увеличения линейных размеров органов и тканей значительно отличается. Так, у копытных в эмбриональный период более интенсивно растет периферический скелет и менее интенсивно — осевой. В послеутробный период наблюдают противоположную картину. У кроликов и собак в эмбриональный период относительно большего развития достигают кости осевого скелета, а кости периферического скелета растут интенсивнее после рождения.

Быстрый рост периферического скелета в эмбриональный период у телят, жеребят, ягнят эволюционно обусловлен тем, что после рождения они должны самостоятельно передвигаться и доставать до сосков вымени матери, которая кормит их стоя. Собаки и кошки после рождения низкорослы и неспособны к быстрым движениям.

После рождения у травоядных быстро растут ребра, позвоночник, грудная и тазовая кости, увеличиваются ширина и глубина груди, ширина в маклоках, длина туловища. У крупного рогато-

го скота увеличение линейных размеров заканчивается в возрасте 5—6 лет, у овец и свиней — в 2—2,5 года.

Взрослые животные значительно различаются по живой массе. Масса крупного рогатого скота составляет 400—700 кг, лошади — 500—800, овцы — 60—100, свиньи — 200—240 кг. При этом живая масса самцов этих видов намного выше. Живая масса взрослых животных в значительной мере зависит от их массы при рождении и продолжительности эмбрионального развития. Продолжительность жизни обусловлена размерами животного, плодовитостью и типом кормления.

Сроки хозяйственного использования племенных и товарных животных различны (табл. 1.2). Племенных животных, особенно высокоценных, используют в хозяйствах, несмотря на некоторое снижение продуктивности, пока они дают потомство хорошего качества.

**1.2. Длительность хозяйственного использования животных в зависимости от продолжительности жизни**

Вид животного	Продолжительность жизни, лет	Длительность хозяйственного использования, лет
Крупный рогатый скот	30	8—12
Лошади	35	20
Свиньи	11	5—7
Овцы	12	5—8
Верблюды	25	20
Кролики	7	2—3

*Рост внутренних органов* в эмбриональный и постэмбриональный периоды также неравномерен. Многие органы и ткани, которые обладали высокой скоростью роста в эмбриональный период, после рождения животного растут медленно, и наоборот. Так, у эмбрионов медленно растут семенники, осевой скелет, но после рождения животного их рост значительно активизируется. Наряду с этим кожа и мышцы растут интенсивно как в эмбриональный, так и в постэмбриональный период, а мозг и тимус постоянно характеризуются медленным ростом.

Н. П. Чирвинский, изучая живую массу и линейные промеры скелета северных короткохвостых овец, постоянно получавших различные по питательности рационы, пришел к выводу, что под влиянием плохого питания в большей мере недоразвиваются те части скелета, которые отличаются высокой скоростью роста.

А. А. Малигонов своими работами показал, что выводы Н. П. Чирвинского распространяются на все органы и ткани животных всех видов. На основании этих исследований впоследствии был сформулирован закон, получивший в зоотехнии название закона Чирвинского-тМалигонова: органы и ткани имеют разную скорость

роста в отдельные периоды жизни, и большему влиянию при изменении внешних факторов подвержены те, которые имеют наибольшую интенсивность роста в данный период времени. В зависимости от того, в какой период произошла задержка роста, А. А. Малигонов выделил три типа недоразвития: эмбрионализм, инфантилизм и неотению.

**Эмбрионализм** — недоразвитие в эмбриональный период вследствие плохого кормления и содержания матери, а также ранней случки. Эмбриональная недоразвитость, которая отражается на всем дальнейшем развитии организма, характеризуется следующими признаками: очень низкой массой при рождении, удлинённым туловищем, низконогостью, большой головой, утонченными трубчатыми костями, очень тонкой кожей, слабой оброслостью, пониженной сопротивляемостью организма к заболеваниям.

**Инфантилизм** — недоразвитие в постэмбриональный период. Такие животные сохраняют пропорции телосложения молодняка даже во взрослом состоянии: высоконоги (травоядные), с плоской грудью, коротким туловищем и узким задом.

**Неотения** — общее недоразвитие как в эмбриональный, так и в постэмбриональный период. Для животных с признаками неотении характерны высоконогость, плоское укороченное туловище, большая голова, низкая живая масса.

Степень недоразвития животных зависит от продолжительности периода скудного кормления и степени недокорма. Чем короче неблагоприятный период и незначительнее недокорм, тем быстрее и в большей степени при благоприятных условиях молодые животные могут полностью или частично компенсировать отставание в росте и развитии. При всех формах недоразвития у животных снижена, а иногда и утрачена способность к воспроизводству.

**Влияние генотипа на рост и развитие животных.** Рост и развитие животных находятся под контролем генотипа на всех этапах онтогенеза. Такие стадии развития, как дробление, бластуляция, а в некоторых случаях и ранняя гастрюляция, не нуждаются в функционировании генома, так как программа для развития в течение раннего морфогенеза заложена в цитоплазме яйца. Однако, как отмечают Д.Дэвидсон (1972), А. А. Нейфах (1985), в этой фазе развития под контролем генома синтезируются продукты, которые направляют дифференцировку на стадии гастрюлы и далее. Последующая дифференцировка регулируется геномом зародыша.

Переключение с цитоплазматического контроля на ядерный является важнейшим этапом раннего эмбриогенеза (Д. Дэвидсон, 1972). Очевидно, в этот момент прекращают развитие многие эмбрионы с доминантными и рецессивными мутациями, с несбалансированным набором хромосом, что соответствует и критическим периодам развития организма.

Регуляцию активности генов, контролирующих рост и развитие, связывают с действием гистонов и негистоновых хромосомных белков, некоторых гормонов. Гистоны — это неспецифические репрессоры. По С. Штейну (1974), негистоновые белки играют роль посредника в связывании гистонов и ДНК.

Установлено, что гормоны способны регулировать синтез ферментов, влияя на разные составные части клеток-мишеней — клеточную мембрану, ферментные системы, рибосомы, клеточное ядро. Например, кортикостерон воздействует на синтез ферментов в клетках печени. Этот процесс осуществляется следующим образом: кортикостерон активизирует определенный ген, в то время как ген, ранее связанный с репрессором, депрессируется. Клетки, обладающие определенными рецепторами, способны селективно связывать гормоны и возбуждать молекулярные реакции для изменения генной активности. Уровень отдельных гормонов и ферментов коррелирует со скоростью роста и другими признаками и, вероятно, может служить показателем генной активности. Так, гормоны щитовидной железы — кортикостероиды (соматотропный гормон и тестостерон) — важные показатели интенсивности роста.

Активность щелочной и кислой фосфатазы коррелирует со среднесуточным приростом. Различия в живой массе животных при рождении, в 12-, 18-месячном возрасте, между взрослыми индивидуумами одной или разных пород при одинаково оптимальном уровне кормления и содержания обуславливаются генетическими факторами (направлением селекции) и условиями внешней среды, в которых происходило формирование данной породы. Так, селекция скота кианской породы была направлена на высокую скорость роста и крупность. В результате на откорме среднесуточный прирост живой массы молодняка этой породы составляет до 2 кг, а живая масса взрослых быков достигает 1800 кг. У аборигенного сибирского скота эти показатели в 3 раза ниже, однако он лучше других пород адаптировался к экстремальным климатическим условиям.

**Направленное выращивание животных.** Направленное выращивание — это система воздействия различных факторов на индивидуальное развитие животного, применяемая в определенные периоды жизни с целью формирования у него желательных признаков и свойств, заложенных в генотипе (В. Ф. Красота, 1983).

Комплекс мероприятий, обеспечивающий направленное выращивание молодняка, разрабатывается с учетом закономерностей индивидуального развития животных в эмбриональный и постэмбриональный периоды.

Основная задача направленного выращивания заключается в создании животных специализированного типа, способных про-

являть высокую продуктивность, плодовитость и резистентность в течение многих лет в условиях промышленной технологии.

Одним из главных факторов направленного выращивания молодняка, способным стимулировать или угнетать формирование животных определенного типа, является кормление. Так, при выращивании ремонтного молодняка молочных пород обильное кормление в период интенсивного роста (от рождения до 12-месячного возраста) стимулирует высокие приросты массы, но при этом угнетается развитие обильномолочности. В результате формируются животные мясного типа. Следовательно, при выращивании ремонтных телок необходимо создавать такие условия кормления, которые обеспечивают умеренную интенсивность роста. В. Ф. Красота рекомендует планировать рост ремонтного молодняка таким образом, чтобы его живая масса во все возрастные периоды была не ниже требований первого класса по данной породе.

Период интенсивного формирования молочной продуктивности у коров начинается с наступлением половой зрелости и заканчивается первым отелом. В это время происходит активный рост молочной железы. Следовательно, для формирования высокой молочной продуктивности и плодовитости телок и нетелей необходимо обеспечить рационами с повышенным уровнем питательных веществ.

В практике животноводства существует *пять систем выращивания молочных телок*.

1. Интенсивное выращивание в первые месяцы после рождения (750—800 г в сутки до 3 мес) с последующим снижением прироста живой массы с возрастом.

2. Выращивание телок при умеренной интенсивности роста в первые 3 мес (500 г в сут) и достижение более высоких приростов в последующем возрасте (с 3 до 16 мес) — 700—750 г в сутки.

3. Выращивание ремонтных телок с задержкой роста до полутора лет при последующем высоком уровне кормления нетелей.

4. Выращивание телок с учетом сезона: высокие приросты — в пастбищный и умеренные — в стойловый период.

5. Выращивание телок при умеренном кормлении до полового созревания с обильным кормлением в старшем возрасте.

Как недокорм, так и перекорм неблагоприятно влияют на функциональное состояние основных систем организма, а следовательно, на здоровье и продолжительность жизни животных. Излишне обильное кормление стельных коров может быть причиной трудных отелов из-за чрезмерно крупных размеров плода, что особенно часто наблюдается у первотелок. Другим фактором является формальный подбор быков, когда не учитывают их живую массу по отношению к массе осеменяемых телок, влияние генотипа отца

на потенциал роста плодов. В одном из хозяйств у маточного поголовья черно-пестрой породы со средними показателями роста и развития после закрепления чистопородных голштинских быков, характеризующихся значительно более высокими параметрами роста и развития, отмечали массовые случаи трудных отелов с летальным исходом для матери и плода.

Форсированное выращивание телок путем обильного кормления на высококонцентратных рационах с целью достижения требуемой живой массы для раннего осеменения приводит к диспропорциям в состоянии костяка, мышечной ткани, других систем, а в дальнейшем — к болезням конечностей, нарушению воспроизводительной функции, значит — выбытию (браковке) животных.

Формирование мясной продуктивности у животных достигается путем обильного кормления в период интенсивного роста мышечной ткани и отложения жира, что характерно для молодняка первого года и первых месяцев (в зависимости от вида). Молодняк мясных пород крупного рогатого скота целесообразно выращивать интенсивно до сдачи на мясо. Умеренно-интенсивное выращивание проводят до 18—21 мес. При этом суточные приросты живой массы более 1 кг нежелательны в первый год откорма, иначе не избежать болезней костяка.

Обязательным условием нормального развития растущих животных является целенаправленное упражнение организма. Раннее приучение телят к поеданию грубых кормов способствует развитию у них рубцового пищеварения, что в будущем позволяет им потреблять больше сочных и грубых кормов, а следовательно, иметь повышенную молочную продуктивность. В период усиленного роста молочной железы у телок полезен массаж вымени, так как он способствует развитию железы и в последующем — повышению молочной продуктивности. Такой массаж в специализированных хозяйствах является обязательным приемом.

### **1.3. КОНСТИТУЦИЯ, ЭКСТЕРЬЕР И ИНТЕРЬЕР СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ**

#### **1.3.1. КОНСТИТУЦИЯ**

**Типы конституции.** Под конституцией животных следует понимать общее телосложение организма, обусловленное анатомо-физиологическими особенностями строения органов и тканей, сложившимися в онтогенезе на базе родительской наследственности.

Огромный вклад в развитие учения о конституции внесли выдающиеся русские ученые И. П. Павлов, И. М. Сеченов, Е. А. Богданов, П. Н. Кулешов, Е. Ф. Лискун, М. Ф. Иванов и др.

Существует целый ряд зоотехнических классификаций типов конституции, но наибольшее значение в практике животноводства имеет классификация, предложенная П. Н. Кулешовым и дополненная Е. А. Богдановым и М. Ф. Ивановым. По особенностям развития кожи, шерстного покрова, подкожной клетчатки (жира), мускулатуры, костяка и внутренних органов животные подразделяются на пять основных типов: грубый, нежный, рыхлый, плотный и крепкий.

**Грубый тип конституции.** Для животных этого типа характерны массивный грубый костяк, толстая кожа, тяжелая голова, массивные (у рогатых животных) рога, толстый, грубый волос, среднее развитие внутренних органов, объемистая мускулатура, слабо развитая подкожная клетчатка. Темперамент флегматичный, животные неприхотливы, выносливы, по сравнению с другими конституциональными типами менее подвержены заболеваниям.

**Нежный тип конституции.** Этот тип конституции противоположен грубому. Животные отличаются тонким, но плотным и достаточно крепким костяком. Голова легкая, небольшая, рога тонкие. При слабом развитии мускулатуры внутренние органы развиты хорошо. Животные высокопродуктивны, но требовательны к условиям кормления и содержания и в значительной степени подвержены различным заболеваниям.

**Рыхлый (сырой) тип конституции.** Для животных этого типа характерны чрезмерное развитие подкожного жирового слоя, недостаточная плотность соединительной ткани, склонность к накоплению серозной жидкости в коже и суставах. Кожа тестообразная, мускулатура объемистая, склонна к жировому перерождению; костяк тонкий, недостаточно крепкий. Животные флегматичны, хорошо откармливаются, склонны к отложению в теле большого количества жира. Устойчивость к заболеваниям понижена.

**Плотный (сухой) тип конституции.** Животные этого типа имеют крепкий костяк, плотную, эластичную кожу, хорошо развитые мышцы и внутренние органы. У них плохо развита соединительная ткань и они не склонны к отложению жира. Для них характерны высокий уровень продуктивности и устойчивость к заболеваниям.

**Крепкий тип конституции.** Животные этого типа имеют хорошо развитый костяк, богатую и плотную мускулатуру, отлично развитую дыхательную, кровеносную и пищеварительную системы.

При определении типа конституции часто отмечают сочетание в одном животном признаков, характерных для разных типов конституции. Например, грубый тип может сочетаться с плотным или

рыхлым: грубый — плотный или грубый — рыхлый. Такая сочетаемость встречается и при нежном типе: нежный — плотный или нежный — рыхлый. При крепком типе у животных встречаются некоторые признаки, характерные для грубой конституции — крепкий — грубый. Иногда у животных признаки могут иметь крайнюю степень выраженности. В этих случаях различают нежный и грубый переразвитые типы конституции.

В пределах одной породы встречаются животные с различными конституциональными типами, поэтому при определении типа конституции необходимо учитывать породные особенности. Например, жеребец арабской породы грубого типа конституции при сравнении с жеребцом советской тяжеловозной породы нежного типа будет выглядеть как животное очень нежного типа.

**Факторы, влияющие на формирование типов конституции.** Развиваясь на базе родительской наследственности, конституциональные особенности организма подвергаются воздействию внешних факторов и, определенным образом реагируя на них, претерпевают изменения. В зиготе запрограммированы потенциальные возможности организма, его способность развиваться и реагировать на внешние факторы, создавать свои индивидуальные качества. Кроме того, в развитие зародыша довольно рано включаются нервная и эндокринная системы. Все эти сложные взаимодействия обуславливают образование у животных различных конституциональных типов.

*Кормление* — мощный фактор, формирующий тип конституции. Недостаток питательных веществ в эмбриональный период ведет к формированию мелких, низкорослых, большеголовых животных (эмбрионалов), как правило, с нежным типом конституции.

*Условия содержания* беременных самок: свет, температура, атмосферное давление, состав воздуха в животноводческих помещениях и др., также оказывают немаловажное влияние на конституционные особенности животных.

Ч. Дарвин впервые показал, что различные коррелятивные связи, установившиеся в организме под действием искусственного отбора, могут меняться, а это в конечном итоге изменяет конституциональный тип животных. Е. А. Богданов считал главнейшей причиной образования типов конституции совокупность мероприятий по подбору, кормлению, содержанию, направленных на получение скота различной продуктивности.

Между продуктивностью, долголетием и конституцией животных существует определенная связь. Как правило, наивысшую продуктивность имеют животные крепкого типа конституции, которая желательна для всех без исключения пород.

С типами конституции животных тесно связаны типы нервной деятельности. И. П. Павлов описал четыре типа нервной деятельно-

ти, взяв за основу силу возбуждательного и тормозного процессов: сильный уравновешенный быстрый, сильный уравновешенный медленный, сильный неуравновешенный безудержный и слабый.

**Кондиции.** Кондиция — это состояние упитанности и активности животного. Различают заводскую, выставочную, рабочую (тренировочную), откормочную и голодную кондиции.

Животные *заводской кондиции* характеризуются хорошим состоянием упитанности и высокой активностью. Производители такой кондиции отличаются живым темпераментом, активно идут в случку, а самки своевременно приходят в охоту. При этом у животных четко проявляется определенный тип конституции.

Для животных *выставочной кондиции* характерна повышенная упитанность при достаточно высокой активности. Достигается она обильным кормлением и особо тщательным уходом и содержанием животных.

*Рабочая кондиция* — для животных характерны средняя, иногда ниже средней упитанность, высокая активность, хорошее развитие мускулатуры.

*Откормочная кондиция* является показателем степени откорма. При повышенной упитанности у животных снижена активность.

### 1.3.2. ЭКСТЕРЬЕР

Экстерьер — это внешний вид животного, обусловленный конституциональными особенностями организма.

При современных методах ведения животноводства определение хозяйственной ценности по внешнему виду приобретает особое значение.

Оценку экстерьера проводят путем наружного осмотра животного (глазомерный метод), измерения отдельных частей тела и определения их соотношения. При оценке экстерьера учитывают общее развитие животного, тип его конституции, породу, пол, возраст, физиологическое состояние, производственное назначение, а также уровень продуктивности. Форму и строение частей тела (статей) обычно оценивают по пропорциональности развития отдельных частей тела с учетом хозяйственного назначения животного (рис. 1.1).

Одной из важнейших статей при оценке экстерьера коров является вымя, а при оценке экстерьера лошадей — конечности.

При оценке экстерьера учитывают, насколько данная статья приспособлена к выполнению той или иной функции. Например, при оценке передних конечностей лошадей верховой породы и тяжеловоза обнаружена небольшая косолапость (зацепы копыт смотрят внутрь). Для представителя верховой породы это безус-

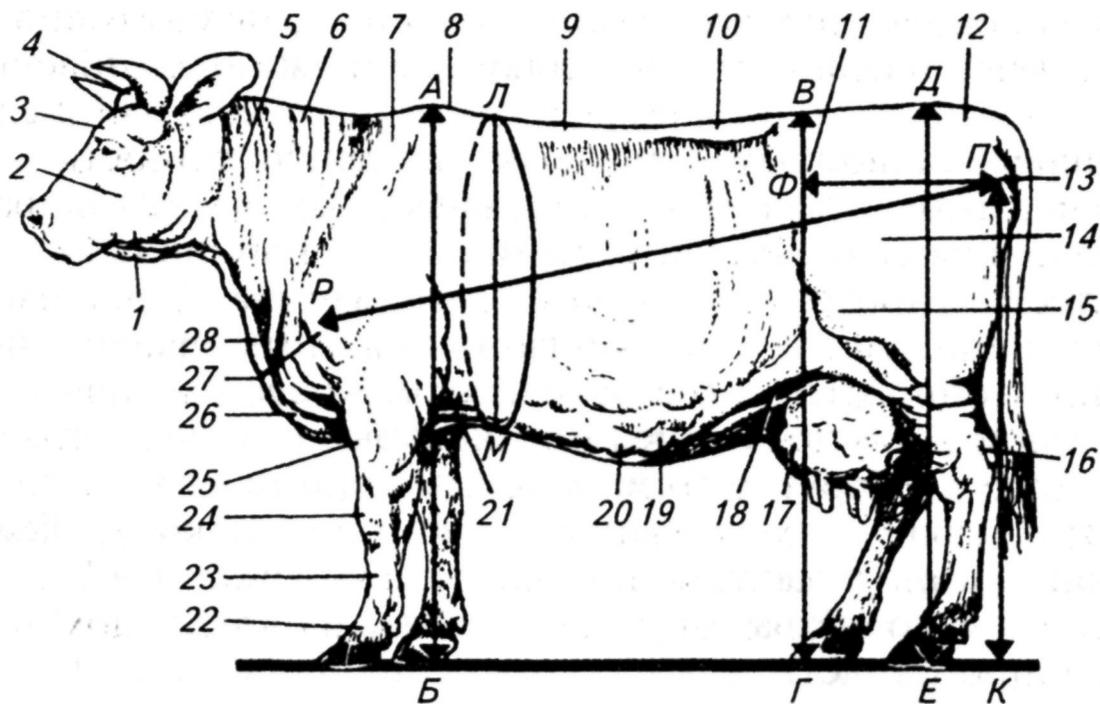


Рис. 1.1. Стати молочной коровы:

1 — нижняя челюсть; 2 — щеки; 3 — лоб; 4 — затылочный гребень; 5 — шея; 6 — загривок; 7 — лопатка; 8 — холка; 9 — спина; 10 — поясница; 11 — маклок; 12 — крестец; 13 — седалищный бугорок; 14 — бедро; 15 — коленная чашечка; 16 — скакательный сустав; 17 — вымя; 18 — шуп; 19 — молочная вена; 20 — молочный колодец; 21 — подгрудок; 22 — бабка (путо); 23 — берцо (пять); 24 — колено; 25 — подплечье; 26 — грудинка; 27 — плече-лопаточный сустав; 28 — локоть; А—Б — высота в холке; В—Г — высота в пояснице; Д—Е — высота в крестце; К—П — высота в седалищных буграх; Л—М — обхват груди; Р—П — косая длина туловища; П—Ф — длина зада

ловный недостаток, так как при движении быстрым аллюром лошадь будет задевать одной конечностью о другую, что может привести к травме и снижению ее работоспособности. Для тяжеловоза при относительно медленном передвижении возможность травмирования конечностей практически исключена, зато при небольшой косолапости обеспечивается лучшее сцепление копыта с землей (лошадь как бы «вбуравливается» в землю), что в конечном итоге делает работу тяжеловоза производительнее. Следовательно, в этом случае косолапость нельзя считать экстерьерным недостатком.

*Глазомерный метод* оценки является субъективным, степень его точности зависит от опыта специалиста, его знания породы оцениваемого животного. Стати животного оценивают путем внешнего осмотра и прощупывания. Особое внимание уделяют порокам и недостаткам экстерьера, которые могут быть как врожденными, так и приобретенными. Достоинства и недостатки отдельных статей оценивают в баллах.

В практике животноводства применяют 5-, 10- и 100-балльную оценки экстерьера. При 5- и 10-балльной системе животное оценивают в целом без оценки конкретных статей. При 100-балльной (пунктирной) оценке экстерьера для большей объективности стати условно объединяют в группы, которые в зависимости от значимости

оценивают определенным числом баллов. Затем подсчитывают общую сумму баллов и определяют класс животного по экстерьеру.

*Измерение* животных дает возможность более точно оценить экстерьер и избавиться от субъективизма, который возможен при глазомерной оценке. Для измерения животных пользуются мерной палкой, циркулем, рулеткой и угломером. При измерении животное должно стоять на горизонтальной площадке, спокойно и свободно, опираясь на все конечности. Число промеров определяется видом животных и целями, которые ставятся при измерении. У лошадей берут четыре основных промера: высоту в холке (палкой), косую длину туловища (палкой и рулеткой), обхват груди за лопатками (рулеткой) и обхват пясти (рулеткой). У свиней измеряют только обхват груди за лопатками (рулеткой). В овцеводстве в производственных условиях промеры не используют, а при углубленной селекции берут те же промеры, что и у других видов сельскохозяйственных животных.

Для более подробной характеристики величины животного и его телосложения учитывают более 70 промеров: высотные (высота в холке, спине, пояснице, крестце, маклоках, седалищных буграх, локте), длинновые (косая и прямая длина туловища, боковая длина зада (крупа), длина головы и лба и др.), широтные (ширина в плече-лопаточных сочленениях, маклоках и др.), обхвата (обхват груди за лопатками, обхват пясти, полуобхват зада и др.).

Для характеристики пропорциональности развития животных при оценке экстерьера вычисляют *индексы телосложения* — соотношение между промерами, выраженное в процентах. Различают простые и сложные индексы (отношение одного или группы промеров к другой группе промеров).

При анализе промеров крупного рогатого скота и лошадей обычно вычисляют следующие индексы:

<i>Индексы</i>	<i>Промеры</i>
Растянутости	$\frac{\text{Косая длина туловища}}{\text{Высота в холке}} \cdot 100.$
Длинноногости	$\frac{\text{Высота в холке} - \text{глубина груди}}{\text{Высота в холке}} \cdot 100.$
Перерослости	$\frac{\text{Высота в крестце}}{\text{Высота в холке}} \cdot 100.$
Грудной	$\frac{\text{Ширина груди}}{\text{Глубина груди}} \cdot 100.$
Костистости	$\frac{\text{Обхват пясти}}{\text{Высота в холке}} \cdot 100.$
Массивности	$\frac{\text{Обхват груди}}{\text{Высота в холке}} \cdot 100.$

Пользуясь методом индексов, Н. П. Чирвинский, А. А. Малигонов и другие исследователи установили целый ряд важнейших закономерностей в биологии развития животных.

*Метод построения экстерьерного профиля* выгодно отличается от метода индексов своей наглядностью, но менее конкретен. Суть его заключается в том, что промеры одного или группы животных принимают за 100 % (чаще используют средние промеры животных данной породы или промеры, принятые для записи в ГКПЖ, и др.), а промеры другого животного или группы вычисляют в процентах от соответствующих промеров взятого стандарта. На основании полученных данных строят график — экстерьерный профиль.

При помощи *фотографирования* можно рассмотреть экстерьерные особенности животного, которые с помощью промеров установить не удастся. При фотографировании необходимо соблюдать ряд условий: животные должны находиться на ровной площадке, на одном расстоянии от фотоаппарата, свободно опираться на все конечности, причем конечности не должны закрывать одна другую.

### 1.3.3. ИНТЕРЬЕР

Интерьер — совокупность внутренних особенностей, физиологических, биохимических и анатомо-гистологических свойств организма в связи с его конституцией, экстерьером и направлением продуктивности.

Основоположником учения об интерьере сельскохозяйственных животных был Е. Ф. Лискун. Изучение интерьера дает возможность установить соотносительное развитие в организме органов, тканей и систем и на основе этого познать внутреннюю структуру организма; конституциональные особенности на основании изучения физиологических и биохимических свойств организма; течение формообразовательных процессов на различных этапах индивидуального развития и факторы, воздействующие на них.

Для изучения интерьера используют физиологический, химический, цитологический, биохимический, анатомический, рентгеноскопический, онтогенетический, иммуногенетический методы.

Методы изучения интерьера и клинической диагностики во многом совпадают. Различия состоят в целях исследования. Интерьерные показатели в зоотехнии необходимы для более глубокого познания конституции, уточнения племенной оценки, отбора, подбора и рационального использования животных. При этом исследуют иммунные свойства крови, анатомию и гистоструктуру

внутренних органов, костяк, молочные, потовые и сальные железы, нуклеиновые кислоты, ферменты и др. Так, при изучении морфологического и гистологического строения молочной железы было выявлено, что у высокомолочных коров в вымени на долю железистой ткани приходится 75—80 %, а жировой — 20—25 %.

Установлена положительная корреляция между числом потовых желез уха и молочностью у коров. Существует тесная взаимосвязь между биохимическими показателями крови телок в возрасте 15 дней и последующей их молочной продуктивностью. Коэффициенты корреляции с удоем за первую лактацию составили: общего белка — плюс 0,61; общего йода — минус 0,52, белково-связанного йода — минус 0,58; связь между количеством уксусной кислоты с жирномолочностью — плюс 0,66. Биохимические показатели крови с успехом используют для раннего прогнозирования удоев молочных коров.

У быстрорастущего молодняка птицы в раннем возрасте отмечают повышенную активность ферментов сыворотки крови, что и обеспечивает ему возможность быстрого роста. Молодняку птицы, отличающемуся минимальными затратами корма на прирост массы в возрасте 35—60 дней, свойственна несколько сниженная амилазная и повышенная трансаминазная активность сыворотки крови. При спаривании кур и петухов, контрастных по уровню биохимических показателей сыворотки крови, особенно если в качестве материнской или отцовской формы используют особей со средним уровнем белково-связанного йода сыворотки крови и щелочной фосфатазы, получают потомство с высокой скоростью роста, жизнеспособностью и хорошими мясными качествами (живая масса молодняка повышается на 20 %).

У свиней активность свободного инсулина и уровня сахара в сыворотке крови находится в прямой связи с энергией роста. Коэффициенты корреляции между этими показателями находятся на уровне плюс 0,41 и плюс 0,66.

В последние годы изучению групп крови у животных придают особое значение. Группы крови наследственно обусловлены, не меняются в течение жизни, поэтому могут служить генетическими маркерами в решении ряда теоретических и практических вопросов селекции. По группам крови устанавливают происхождение животных, анализируют генетическую структуру популяции, определяя в ней уровень гетерозиготности.

На практике наряду с группами крови изучают и полиморфизм белков. Например, по полиморфным признакам установлены особенности структуры популяций у разных видов сельскохозяйственных животных и выявлены зависимости между генотипическим состоянием животных и их продуктивными и воспроизводительными показателями.

Таким образом, оценки конституции, экстерьера и интерьера дополняют и уточняют характеристики животных, что в конечном итоге дает возможность более полно выявить их племенные и продуктивные качества.

#### **1.4. ГЕНЕТИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ ЖИВОТНЫХ К ЗАБОЛЕВАНИЯМ И СТРЕССАМ**

С переводом животноводства на промышленные технологии производства возросла необходимость профилактики инфекций и инвазий, создания типов, линий и пород животных, устойчивых к стрессам и незаразным болезням, способных к длительной эксплуатации в условиях комплексов с сохранением высокой продуктивности и плодовитости.

Ежегодно продуктивность скота и птицы в высокоразвитых странах снижается на 20 % из-за болезней. Сократить эти потери — одна из главных задач в интенсификации отрасли. Установлено, что некоторые породы, популяции внутри пород, отдельные животные характеризуются полной невосприимчивостью к определенным болезням или заболевают крайне редко. Эти отличительные породные особенности передаются из поколения в поколение. Так, животные костромской и бестужевской пород устойчиво передают своему потомству невосприимчивость к лейкозу. Зебу и зебувидный скот резистентны к пироплазмозу, желудочно-кишечным заболеваниям, лейкозу.

Различия в восприимчивости к болезням обнаруживаются между линиями и семействами, потомством разных производителей. Это указывает на то, что наследственность играет определяющую роль в устойчивости и восприимчивости животных к болезням.

Устойчивость к болезням наследуется чаще всего как полигенный признак. Для проявления такого признака необходимо накопление в генотипе животных определенного количества аллелей с аддитивным (суммарным) эффектом, усиливающим сопротивляемость организма к болезнетворным факторам (вирусам, бактериям и др.). Восприимчивость к болезни проявляется только при наличии соответствующих факторов (вирусов, бактерий) и отсутствии генов, определяющих резистентность организма.

**Защитные механизмы организма.** Способность организма противостоять болезням, или защитная сила, может быть неспецифической (резистентность) и специфической (иммунитет). Резистентность и иммунитет подразделяют на врожденные и приобретенные. Врожденная устойчивость означает, что патогенные факторы (вирусы, бактерии) неспособны к размножению в клетках и тканях данного животного.

Внутриклеточная репликация определенных патогенных бактерий и вирусов почти не контролируется гуморальными антителами, так что высокий титр антител в сыворотке не может защищать организм хозяина от вредных воздействий патогенного фактора. Для защиты от таких инфекций, как бруцеллез, сальмонеллез, листериоз и другие заболевания, необходима повторная вакцинация для выработки иммунной реакции. Иммунная реакция зависит от породы и вида животного, а также от природы патогенного фактора.

Организм имеет ряд защитных приспособлений от инфекционных болезней. Важнейшую роль среди них играют внешние защитные факторы — кожа, выделения организма, многочисленные компоненты сыворотки крови. Кожа выполняет в основном роль механического барьера. Слизь, выделяемая носовой полостью, верхними дыхательными путями, желудочно-кишечным трактом, улавливает и задерживает бактерии в их продвижении.

В последнее время интенсивно изучаются механизмы иммунной системы. Схематически они представляются следующим образом. Имеется группа недифференцированных стволовых клеток костного мозга, из которых развиваются отдельные типы кровяных и лимфатических клеток: эритроциты, лимфоциты, гранулоциты и др. Лимфоциты активизированы в специализированных тканях: Т-лимфоциты — в тимусе; В-лимфоциты — у птиц в фабрициевой сумке; у млекопитающих место их нахождения не установлено. В-лимфоциты обуславливают в организме гуморальный, а Т-лимфоциты — клеточный иммунитет.

Все иммунные реакции подчинены центральной нервной системе. Если она отказывает, то лимфоциты могут продуцировать антитела против собственных клеток, в результате чего развивается аутоиммунная болезнь.

В нормальном состоянии иммунная система реагирует только на вещества, попавшие в организм извне. Защитная способность организма формируется уже в плодный период — часть гамма-глобулинов во время беременности через трансплацентарный барьер переносится от матери к плоду. Поэтому иммунитет, отчасти врожденный, приобретает без включения генетического аппарата плода. Новорожденное животное получает антитела с молозивом матери, пока не сформируется его собственный иммунитет.

Сила иммунного ответа организма находится под генетическим контролем. Такие вещества, как лейкомитогены, лейкокрекутины, лейкокинезины, лейкотоксины и ангиотропины, ответственны за функционирование лейкоцитов и контролируются соответствующим генным локусом. Одним из достижений иммуногенетики последних лет является открытие гена, кодирующего структуру иммуноглобулина. Установлены генетические концентрации иммуноглобулина у разных пород крупного рогатого скота. Высокая

наследуемость концентраций этого белка (0,52—0,69) позволяет вести селекцию на повышение специфической резистентности животных.

Другим важным достижением иммуногенетики является открытие главного комплекса гистосовместимости (Major Histocompatibility Complex, МНС). Лейкоцитарные антигены, локализуемые на мембранах ядерных клеток, не только определяют совместимость тканей и органов при трансплантации, но и обуславливают генетическую резистентность животных к отдельным болезням. Система главного комплекса гистосовместимости характеризуется выраженным полиморфизмом, что позволяет использовать ее для контроля за происхождением животных. Типы лейкоцитарных антигенов контролируются аллельными группами генов и наследуются по аутосомальному кодоминантному типу.

Доказана роль лейкоцитарной системы антигенов в иммунной реакции и восприимчивости или устойчивости организма к болезням. Подчеркивается, что комплементарное содержимое сыворотки зависит от системы лейкоцитарных антигенов.

Имеется целый ряд примеров, характеризующих генетическую обусловленность резистентности и иммунитета животных. Установлено участие генотипа в реализации общей и специфической защиты организма животных от болезней (В. Ф. Красота, Е. К. Меркурьева, Г. Г. Скрипниченко и др., 1986). Определено наличие наследственной обусловленности уровня естественной резистентности у крупного рогатого скота. Коэффициент наследуемости бактерицидной активности равен 14%, лизоцима — 24, общего белка сыворотки крови — 48, гамма-глобулинов — 60 %. Установлен коэффициент наследуемости уровня активности лизоцима молока и титра нормальных антител крови (Э. К. Бороздин и др., 1986). Показатель первого признака составляет 0,403, второго — 0,414. Указанные признаки имеют широкую вариабельность по стадам (от 6 до 50 %) и значительно различаются у отдельных родственных групп животных (линии, семейства).

Опубликованы данные о генетической резистентности свиней к неонатальному энтериту, обусловленному *E. coli*. В силу естественной невосприимчивости, связанной с особыми выделениями кишечника, у некоторых поросят бактерии *E. coli* не могут прикрепляться к стенке кишечника и размножаться. Выделения поверхности тела, внутренних полостей и желез могут смывать бактерии и предотвращать их проникновение в организм. Бактерицидные свойства выделений обусловлены содержанием в них лизоцима.

Установлены межпородные и индивидуальные особенности активности лизоцима слезной жидкости. Чем выше активность лизоцима, тем устойчивее животное к заболеванию инфекционным

кератоконъюнктивитом. Так, чистопородные импортные животные абердин-ангусской породы и их потомки более предрасположены к заболеванию кератоконъюнктивитом, чем помесные, полученные на основе поглотительного скрещивания калмыцкого скота.

При изучении патогенеза аллергической болезни легких у лошадей установлена связь между этой болезнью и системой лейкоцитарных антигенов. Достоверная связь была также определена между способностью у лошади продуцировать антитела и лейкоцитарными антигенами. Связь между болезнью и системой лейкоцитарных антигенов обнаружена и у крупного рогатого скота.

Установлено, что некоторые животные не заболевают бабезиозом. Они устойчивы против клещей рода *Boophilus*, переносящих возбудителей пироплазмоза. У этих резистентных к клещам особей обнаруживают определенные лейкоцитарные антигены, которых нет у восприимчивых животных.

Особого внимания заслуживают болезни систем крови и обмена веществ. Эту категорию болезней подразделяют на пять групп: аномалии метаболизма аминокислот, аномалии карбогидразного метаболизма, нарушение метаболизма дегидратации, врожденные гормональные нарушения и аномалии метаболизма крови.

У крупного рогатого скота голштинской породы встречается наследственное расстройство коагуляции крови (недостаточность фактора XI). Для изучения характера наследования этого фактора проводили анализирующее скрещивание с участием носителей расстройства коагуляции нормальных и дефицитных по фактору XI животных. Установлено, что дефект наследуется по рецессивному типу. Частота мутантного гена в одной из популяций голштинского скота колебалась от 7,0 до 16,9 %.

В этой же породе выявлен наследственный иммунодефицит, получивший название BLUD-синдрома. Телята — гомозиготные носители рецессивного BL-гена в 4—6-месячном возрасте погибают из-за невозможности противостоят вирусным и бактериальным инфекциям, поражающим дыхательную систему и желудочно-кишечный тракт. Сходный синдром — комбинированный иммунодефицит — обнаружен у лошадей арабской породы. Для профилактики этого дефекта разрабатывается метод выявления антигена молекулы фактора XI в плазме крови.

Нарушение стероидного метаболизма обнаружено у животных джерсейской породы, при этом отмечают высокую смертность телят, угнетение роста и снижение продуктивности. Врожденный гипертиреозис щитовидной железы может возникать в результате энзимической дисфункции и в отдельных породах наследуется как рецессивный признак. Общий гликогеноз характеризуется про-

грессирующей слабостью мышц, дефектами сердца, нарушением координации движений и наследуется по рецессивному типу.

Устойчивость животных к болезням в значительной степени зависит от метода подбора родителей. Родственное спаривание приводит к повышению гомозиготности генотипа животных, в том числе по рецессивным аллелям, обуславливающим проявление инбредной депрессии. В. Ф. Красота и др. (1986) на черно-пестрой и айрширской породах установили понижение резистентности: по группе гомозиготных генотипов животных оно выявлено у 66,2 %, по группе гетерозиготных — у 33 %. Отсюда следует, что длительное применение инбридинга в племенных хозяйствах нежелательно, поскольку оно приводит к снижению устойчивости животных к болезням. В товарных стадах инбридинг недопустим.

Повышение устойчивости животных к болезням часто отмечают в результате передачи из одной породы в другую генетического материала, обладающего специфической или комбинационной способностью к резистентности. Так, скот породы зебу отличается высокой устойчивостью ко многим заболеваниям, к высокой температуре и другим экстремальным условиям среды. Гибриды, полученные от заводских пород крупного рогатого скота и зебу, сохраняют многие ценные качества родителей. Гибридный молодняк не болеет диспепсией, стригущим лишаем и другими болезнями. Взрослые животные не заражаются туберкулезом, бруцеллезом, ящуром и др. В нашей стране ведутся работы по гибридизации зебу с животными молочных и комбинированных пород с целью создания новых пород и типов, сочетающих устойчивость к экстремальным условиям и заболеваниям, обладающих хорошими приспособительными качествами и высокой продуктивностью.

**Генетическая устойчивость животных к стрессам.** В условиях индустриализации животноводства возросло значение профилактики стрессов у животных и птицы разных видов. Под воздействием компонентов технологического процесса (перегруппировка животных, машинное доение, механизированная раздача кормов, уборка навоза, повышенная концентрация поголовья на ограниченной площади) у животных возникает реакция напряжения, или стресс. В результате нарушаются физиологические функции организма и, как следствие этого, снижаются плодовитость, жизнеспособность, устойчивость к болезням, продуктивность.

У овец под действием стрессов эмбриональные потери возрастают с 17,2 до 29,9—37,7 %. У свиней стресс приводит к снижению массы и качества мяса. В результате транспортировки, например, потери массы достигают 7,4 кг на голову, у некоторых животных возникают язвы желудка, а иногда наступает смерть.

Исследования показали, что устойчивость или восприимчивость к стрессам наследственно обусловлена. С помощью реакций

на анестезирующий газ галотан или прямым методом анализа ДНК можно выявить свиней, генетически предрасположенных к стрессовому синдрому. Положительная реакция на галотан свидетельствует о чувствительности к стрессам, отрицательная — на устойчивость организма к этому синдрому. Устойчивость к стрессам у разных пород свиней неодинакова (табл. 1.3).

### 1.3. Чувствительность свиней разных пород к стрессам

Порода	Число исследованных свиней	Свиньи с положительной реакцией, %
Английская крупная белая	140	0
Французская крупная белая	102	0
Ирландская крупная белая	58	0
Американский дюрок	192	0
Американский йоркшир	50	0
Американский гемпшир	232	2
Нидерландский йоркшир	1394	3
Норвежский ландрас	407	4
Ирландский ландрас	168	5
Датский ландрас	2031	7
Шведский ландрас	1668	15
Французский ландрас	98	18
Нидерландский ландрас	2463	20
Французский пьетрен	188	34
Бельгийский ландрас	215	69
Нидерландский пьетрен	53	100

Свиньи крупной белой породы, дюрок и американский йоркшир устойчивы к стрессам; породы пьетрен и бельгийский ландрас стрессочувствительны; гемпширы и ландрасы занимают промежуточное положение. Устойчивость к стрессу у свиней контролируется доминантным геном, а чувствительность — рецессивным. Установлена связь между аллелями групп крови N у свиней и восприимчивостью к стрессовому синдрому. Эти данные свидетельствуют о возможности эффективной селекции в повышении устойчивости животных к стрессам.

**Перспективы селекции на повышение устойчивости животных к заболеваниям.** Поскольку установлены молекулярные основы болезней и механизмы их генетической детерминации, то необходимо вести целенаправленную работу по искоренению наследственной патологии. Уже сейчас профилактика некоторых болезней и аномалий основана на использовании биохимических, цитологических и прямых генетических маркеров. Так, профилактику маннозидоза крупного рогатого скота осуществляют путем отбора (браковки) животных, гетерозиготных по уровню фермента маннозидазы. BLUD и SVM-синдромы у голштинов выявляют на основе ПЦР-диагностики. Стрессоустойчивость и стрессочув-

ствительность у свиней определяют по реакции на галотановую анестезию. С помощью цитогенетического анализа выявляют носителей аберраций хромосом, что дает возможность повысить плодовитость и жизнеспособность животных. Развитие генетической инженерии открывает новые возможности в борьбе с болезнями. Появляется возможность искоренения некоторых болезней путем изолирования и клонирования генов, определяющих формирование иммунитета, регулирующих иммунную реакцию, контролирующих наличие антигенных компонентов болезней и паразитов. Особая роль при этом отводится генам, контролирующим главный комплекс гистологической совместимости, белки-медиаторы и антитела. Установлено, что такие болезни, как почесуха овец, болезнь Марека и лейкоз кур и некоторые другие, связаны с главным комплексом гистологической совместимости.

Исследования по изучению почесухи показали, что у овец разных пород степень выраженности болезни неодинакова. Одни породы кур высокоустойчивы к развитию лимфомы, другие — малоустойчивы. Невосприимчивые породы имеют определенный комплекс гистологической совместимости, что дает возможность отбора на повышение устойчивости к заболеваниям такого рода.

Лимфоциты в процессе иммунной реакции способны выделять пептиды, стимулирующие или подавляющие продуцирование антител и деление в клетках. Такие медиаторы, или гормоны, получили название лимфокины. Один из них — интерлейкин-2 — способствует репликации лимфоцитов, другой — интерферон — широко применяют в медицине и при лечении респираторных заболеваний животных. Сейчас необходимые количества интерферона получают с помощью генной инженерии путем клонирования генов, кодирующих этот белок. В ближайшем будущем лимфокины найдут широкое применение в профилактике стрессов.

Выявление функции Т-клеток в кодировании антител дает возможность профилактировать такие вирусные болезни скота, как лейкемия, синдром «синий язык», злокачественная катаральная лихорадка, ложное бешенство, африканская чума свиней, почесуха овец, болезнь Марека, лейкоз, инфлюэнца у птиц.

Знание природы иммунных реакций организма при воздействии на него определенных патогенных факторов позволяет создавать эффективные вакцины. Для идентификации продуктов, вырабатываемых патогенами, используют специально выделяемые моноклональные антитела. С их помощью идентифицируют и клонируют гены, кодирующие белковые оболочки вирусов, что дает возможность создания узконаправленных и безвредных вакцин. Однако отдельные возбудители болезней обладают способностью изменять или маскировать свои антигены, что затрудняет использование вакцин. В этих случаях для борьбы с возбудителями

будут созданы биологические агенты, так называемые векторы, которыми могут быть комары, клещи, тли, москиты, уничтожающие переносчиков болезней. Только при одном перечислении современных достижений молекулярной генетики, иммуногенетики, цитогенетики и генной инженерии трудно охватить возможности применения их в ветеринарии. Однако не вызывает сомнения, что профилактика и терапия болезней вступают в новую эру — эру иммуногенопрофилактики и иммуногенотерапии.

Возможности такой иммуногенотерапии были продемонстрированы, в частности, при лечении новорожденных поросят и телят с использованием моноклональных антител, специфичных для так называемых /?///-антигенов на энтеротоксикогенной форме *E. coli*, вызывающих диарею.

Применение созданных генно-инженерным способом специфических вакцин против диареи телят, поросят и ящура крупного рогатого скота существенно снижает заболеваемость животных. Однако вакцинированные животные оказались устойчивыми только к одному определенному штамму вируса. В связи с этим возникает потребность в создании новых вариантов сывороток.

Дальнейшие успехи по борьбе с болезнями животных ученые связывают:

- с изучением генетической основы восприимчивости к болезням; исследованиями в области молекулярной структуры генов, регулирующих иммунную реакцию;

- разработкой тестов молекулярной диагностики с использованием моноклональных антител, для чего необходимо изучение структуры генетического материала и антигенного состава патогенов — вирусов, бактерий, паразитов и др.;

- созданием технологии производства «субъединичных» вакцин и использованием других антигенных компонентов;

- исследованием возможностей усиления иммунной реакции на вакцины и др.

## **1.5. ОТБОР И ПОДБОР СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ**

**Теоретические основы отбора и подбора.** Селекция как процесс управления эволюцией видов животных все в большей степени использует современные достижения генетики и биотехнологии.

Для создания новых пород и популяций, сочетающих в себе высокую продуктивность с устойчивостью к заболеваниям, жизнеспособностью и плодовитостью, способных к длительной эксплуатации в условиях промышленной технологии, необходимо вести

отбор и подбор животных не только по внешним фенотипическим признакам, но также по их генетическим маркерам.

В племенном животноводстве применяют иммуногенетические маркеры групп крови для контроля подлинности происхождения животных, анализа селекционного процесса, создания оптимальных генотипов и ценных линий. При отборе производителей на племпредприятиях по искусственному осеменению проверяют их кариотипы. Если среди них оказываются носители аберраций хромосом, то таких быков выбраковывают.

При отборе и подборе большое значение имеет выявление генотипов животных, особенностей генетической детерминации признаков, характера их наследования и взаимодействия с другими признаками.

Большинство хозяйственно полезных признаков животных относится к категории количественных и наследуется по полигенному типу. Эти признаки характеризуются сильно выраженной изменчивостью между особями стада более крупной популяции или породы. Фенотипическая изменчивость того или иного признака обусловлена особенностями генотипов животных (генетическая изменчивость) и внешнесредовыми (ненаследственными) факторами (уровень кормления, особенности содержания и др.). Взаимодействие тех и других факторов (реакция генотип — среда) приводит к разной степени выраженности признака у конкретного животного и формирует изменчивость его в популяции.

При селекции животных важно оценить уровень генетической изменчивости в общей фенотипической изменчивости каждого из селекционируемых признаков. Для этого разработан показатель наследуемости, или коэффициент наследуемости  $I^2$ , который характеризует долю генетического разнообразия в структуре фенотипического разнообразия. При его определении учитывают фенотипическую корреляцию родитель — потомок или регрессию потомка на родителя, а также корреляции между любыми родственниками. В соответствии со схемой коэффициентов, предложенной Райтом и Фишером для определения показателя наследуемости, принято коэффициент фенотипической корреляции родитель — потомок или между сибсами умножать на два, коэффициент корреляции по полусибсам — на четыре. Величина изменчивости признаков у животных обусловлена возрастом, физиологическим состоянием и другими случайными паратипическими факторами. Максимально точно выявить степень генетического разнообразия в популяции можно при создании оптимальных условий эксплуатации животных.

Вариабельность признака определяют коэффициентом повторяемости внутриклассовой корреляции. Чем выше коэффициент повторяемости, тем более значительна роль генотипа в

определении признака и соответственно меньше влияние внешней среды.

Плейотропное действие генов, взаимодействие белковых продуктов, синтезируемых под контролем генотипа, определяют взаимосвязь между количественными признаками животных. Характер этой связи обычно криволинейный, положительный или отрицательный. Степень взаимосвязи признаков определяют с помощью коэффициентов корреляции  $r$  и выражают в долях единицы. Высокая положительная величина  $r$  между двумя признаками указывает на возможность увеличения их уровня при отборе.

Кроме основных, или главных, генов, контролирующих развитие признака, выделяют гены-модификаторы. Их роль состоит в усилении фенотипического проявления главных генов. Накопление генов-модификаторов возможно методами селекции. Наряду с действием гена, направленным на формирование одного конкретного признака, выделяют еще множественный, или плейотропный, эффект, в результате которого затрагивается морфология, функция нескольких органов или уровень развития признаков. Существует предположение, что каждый ген действует на все признаки организма, а все гены обуславливают формирование или уровень развития одного конкретного признака.

Отбор и подбор в животноводстве можно вести по качественным признакам, характерной особенностью которых является моногенный тип наследования. Большое хозяйственное значение имеют, например, окраска меха у зверей пушно-мехового направления, окраска шерсти у овец шерстного направления. Целый ряд мутантных окрасов у разных видов зверей обусловлен диминантными генами, которые в гомозиготном состоянии обладают летальным действием. Некоторые качественные признаки связаны физиологически с жизнеспособностью животного, его плодовитостью. Например, комолость баранов породы прекос связана с крипторхизмом. Некоторые признаки, не оказывая влияния на продуктивность животных, в то же время являются стандартными признаками породы, например масть крупного рогатого скота.

Для ветеринарных врачей большое значение имеет отбор (браковка) животных — носителей летальных и полулетальных генов, аббераций хромосом (см. соответствующие разделы настоящего учебника).

**Формы отбора.** Отбор — это зоотехнический метод улучшения пород, стад и отдельных групп животных путем сохранения особей желательного типа и устранения самой природой или человеком нежелательных особей. Научную теорию отбора животных и растений впервые обосновал Ч. Дарвин. Обобщив огромный материал по выведению многих сортов растений и разнообразных пород животных, он пришел к выводу, что образование новых форм

живых организмов, изменение и совершенствование старых происходит в результате действия естественного и искусственного отбора.

*Естественный отбор* по Ч. Дарвину — это выживание в борьбе за существование тех особей, которые лучше приспособлены к окружающим их условиям и к воспроизведению себе подобных. Так, через выживание наиболее приспособленных особей совершается эволюция диких животных и растений. Благодаря естественному отбору у животных создаются новые, вполне сбалансированные, генетические сочетания, связанные с устойчивостью в индивидуальном формообразовании, что способствует выживанию нормальных, жизнеспособных форм.

*Искусственный отбор* в животноводстве предусматривает выделение в каждом поколении для дальнейшего разведения лучших животных, наиболее крепких, здоровых и ценных по своим продуктивным и племенным качествам. Ч. Дарвин в искусственном отборе выделял две формы — методический и бессознательный отбор. Обе эти формы человек использует для сохранения тех животных, которые для него наиболее полезны.

Существует несколько форм искусственного отбора. *Массовый отбор* — это отбор животных по фенотипу (по их продуктивности, экстерьеру, конституции, интерьеру, жизнеспособности и др.). Его проводят по индивидуальным показателям животных независимо от места, занимаемого ими среди предков, боковых родственников и потомков. Эффективность массового отбора определяют в основном по степени наследуемости селекционируемого признака и интенсивности отбора.

*Групповой отбор* (форма массового отбора), при котором отобранных животных разделяют на группы в соответствии с целями разведения, применяют в товарных хозяйствах.

*Индивидуальный отбор* животных осуществляют как по фенотипу, так и по генотипу — родословной, боковым родственникам и качеству потомства.

*Косвенный отбор*, предложенный Е. А. Богдановым, основан на законе корреляции, сущность которого состоит в том, что при изменении одних признаков в ряде случаев изменяются и другие. Косвенный отбор позволяет по развитию одних признаков животного, не представляющих хозяйственной или племенной ценности, судить о развитии других, более ценных качеств.

*Стабилизирующий отбор* направлен на закрепление и сохранение определенного желательного типа. Он благоприятствует установившейся норме при элиминации всех заметных от нее отклонений. Например, при отборе романовских овец учитывают состояние ости к пуху. Оптимальный вариант—1 :5—1 :7. Овцы, у которых это соотношение больше или меньше опти-

мального, не имеют товарную и племенную ценность, поэтому их стремятся выбраковывать.

В современных условиях промышленного животноводства важное значение имеет отбор животных, приспособленных к интенсивным технологиям: с устойчивой нервной системой, высокой скоростью молокоотдачи, оптимальными параметрами вымени и сосков, крепким костяком и конституцией в целом, способных к длительной эксплуатации. Таким образом, с учетом пригодности животных к конкретным технологиям определяют сущность технологического отбора. *Технологический отбор* — отбор животных, приспособленных к каким-либо конкретным условиям их содержания (такое название отбора предложил А. И. Овсянников).

**Признаки и показатели отбора.** При селекции необходимо разграничивать понятия «признаки» и «показатели отбора».

*Признаки отбора* — это те хозяйственные качества, ради которых разводят тот или иной вид животных (молочность крупного рогатого скота, мясность свиней, качество смушковых, крепость конституции всех видов животных и др.).

*Показатели отбора* — количественные и качественные критерии, по которым можно судить о развитии того или иного признака отбора (количество молока, содержание жира и белка в молоке, толщина шпика, цвет шкурок, стрессоустойчивость).

Проводить отбор животных по большому числу признаков довольно трудно. Чем больше признаков учитывают при отборе, тем меньший эффект может быть достигнут по каждому из них. Отбор животных по одному, даже важному признаку также может приводить к отрицательным последствиям. Так, отбор голландского крупного рогатого скота старого типа только по молочности привел в Нидерландах к изнеживанию породы, возрастанию частоты болезней, что впоследствии отрицательно сказалось и на молочной продуктивности коров. Отбор тонкорунных овец мазаевской породы только по длине шерсти привел к тому, что овцы с очень длинной шерстью приобрели много экстерьерных недостатков (узкую грудь, тонкую кожу и др.). Односторонний отбор свиней в США по сальности привел к снижению их плодовитости.

Эти примеры подтверждают то, что, отбирая животных по одному признаку, нужно очень внимательно следить и за развитием других признаков. Следовательно, наиболее желательно проводить отбор по комплексу признаков. Обычно к основным показателям отбора относятся индивидуальное развитие, конституция, экстерьер и интерьер, продуктивность и генотип, данные о боковых родственниках, качество потомства.

Оценка и отбор животных по конституции, экстерьеру и живой массе. Для дальнейшего воспроизводства необходимо отбирать особей, которые получили наиболь-

шее количество баллов за экстерьер, имеют крепкий костяк, хорошо развитую мускулатуру и хорошее общее развитие. Животных, имеющих такие экстерьерные и конституциональные недостатки, как провислость спины и поясницы, узость таза, шилозадость, перехват груди за лопатками, крышеобразность спины и таза, слабость конечностей, переразвитость, оставлять в стаде, а тем более на племя, нецелесообразно, так как они могут передавать эти качества потомству. При отборе животных следует обращать особое внимание на те стати экстерьера, которые тесно связаны с получением основного вида продукции. При отборе животных по живой массе необходимо знать стандарты для той или иной породы в разном возрасте и на основе этого отбирать животных с учетом требований стандарта первого класса.

Кроме конституции, экстерьера и живой массы при отборе животных необходимо учитывать интерьерные показатели. В молочном скотоводстве предпочтение отдают тем животным, у которых хорошо развита молочная железа, кожа имеет большое количество потовых желез и покрыта мягким шелковистым волосом, большее число дыханий и сердцебиений в минуту, сравнительно высокие показатели морфологического состава крови. Хорошее развитие сердечно-сосудистой и дыхательной систем в оптимальных условиях эксплуатации с большой надежностью обеспечивает проявление высокой молочной продуктивности.

Отбор по продуктивности. Оценка и отбор животных по продуктивности являются наиболее важными в животноводстве. При хороших показателях генотипа, но низкой продуктивности животное бракуется. Отбор по продуктивности для каждого вида и породы имеет свои специфические особенности. Так, на молочных фермах крупного рогатого скота отбирают коров, которые за 305 дней лактации дают больше молока с повышенным содержанием жира и белка в нем. Одновременно с этим учитывают характер лактационной кривой.

В мясном скотоводстве отбирают таких животных, которые имеют высокую энергию роста, хороший среднесуточный прирост живой массы с затратами на 1 кг прироста 6—7 корм. ед. Живая масса таких животных к 12—15-месячному возрасту должна быть в пределах 400—450 кг.

Продуктивность свиноматок оценивают по многоплодию (числу живых поросят в гнезде), молочности (массе гнезда на 21-й день после рождения), крупноплодности (массе поросенка при рождении), выравненное™ помета. Кроме того, свиней при отборе оценивают по скороспелости, способности к откорму и качеству мясной туши.

В овцеводстве существует большое количество пород, различающихся по направлению основной продуктивности, поэтому и

отбор осуществляют с учетом этих показателей. Так, в хозяйствах шерстного направления овец отбирают по шерстной продуктивности, которую оценивают по количеству и качеству шерсти. В тонкорунном овцеводстве отбирают животных с наибольшим настригом длинной и тонкой шерсти. В полутонкорунном кроссбредном овцеводстве при отборе кроме настрига и качества шерсти обращают внимание на скороспелость, форму телосложения и развитие тех частей туловища, которые дают мясо лучшего качества. В шубном овцеводстве отдается предпочтение животным с крепкой конституцией, плотной тонкой кожей и густой шерстью. Соотношение ости и пуха должно быть в пределах 1:5—1 : 7 при большей длине пуха, чем ости. В смушковом овцеводстве особенности отбора заключаются в том, что ягнят оценивают в возрасте 1—2 дней. Маток отбирают по многоплодию. В мясо-сальном овцеводстве основное внимание при отборе обращают на крепость конституции, живую массу, экстерьерные формы, размер и форму курдюка, учитывают скороспелость, энергию роста молодняка, а также настриг и качество шерсти. В мясо-шерстно-молочном овцеводстве отбор животных проводят в направлении усиления всех продуктивных основных признаков.

В коневодстве животных шаговых (тяжеловозных) пород отбирают по грузоподъемности и скорости перевозки груза на определенное расстояние. Быстроаллюрных лошадей оценивают по резвости и выносливости с учетом возраста. Рысистые породы лошадей испытывают на бегах, верховые — на скачках.

В птицеводстве несушек отбирают с учетом яйценоскости и массы яиц, в мясном птицеводстве — по скорости роста, затратам корма и др.

Отбор животных по долголетию. Продолжительность жизни животных — наследуемый признак. В пределах вида долголетие животных зависит от породы. Так, коровы и быки абердин-ангусской породы весьма долговечны. Известно много случаев использования быков этой породы до 18—20-летнего, а коров — до 25—30-летнего возраста. Долголетием отличаются коровы тагильской, красной тамбовской и костромской пород.

В пределах одной породы животные, принадлежащие к различным линиям и семействам, также имеют неодинаковую продолжительность жизни. Животных из высокопродуктивных линий и семейств, отличающихся большим сроком хозяйственного использования, следует бережно сохранять и воспроизводить.

В одном и том же хозяйстве при совершенно одинаковых условиях кормления и содержания срок хозяйственного использования отдельных животных может колебаться в очень широких пределах. Одни животные рано снижают плодовитость и продуктивность и по этой причине их выбраковывают из стада в сравнительно моло-

дом возрасте, другие же сохраняют свои хозяйственные качества на высоком уровне в течение длительного периода и остаются в стаде продолжительный срок.

В молочном скотоводстве в условиях промышленной технологии вопрос о сроках хозяйственного использования коров имеет особо важное значение. Так, в крупных хозяйствах при интенсивном использовании коров средний их возраст не превышает трех отелов, поэтому ежегодно необходимо вводить в стадо 25—30 % первотелок, что нерентабельно. Средняя продолжительность продуктивного использования дочерей разных быков существенно варьирует. Так, от одного производителя дочерей использовали всего лишь 1,5, а другого — 5,5 лактации. Затраты на выращивание телок начинают компенсироваться только после 3-й лактации.

При правильной селекции и эксплуатации животных на комплексах срок хозяйственного использования необходимо увеличить хотя бы до 5—6 отелов, так как максимальная продуктивность достигается только к этому возрасту.

Оценка и отбор животных по технологическим признакам. Специализация и концентрация производства, создание крупных ферм и комплексов промышленного типа, оснащенных различными машинами и механизмами, ставят перед работниками племенной службы новые задачи, связанные с выведением животных, приспособленных к специфическим условиям промышленной технологии. Эти условия непривычны для животных и часто оказывают на них отрицательное воздействие. На промышленных комплексах у животных ограничены моцион, инсоляция; они содержатся на щелевых или других полах с твердым покрытием, и даже прогоны и выгульные площадки имеют покрытия. Коров выдаивают двухтактными доильными аппаратами, часто перемещают из одной группы в другую. Кроме того, большая скученность животных создает возможность быстрого распространения различных инфекционных заболеваний. Все это свидетельствует о необходимости проведения отбора животных по технологическим признакам.

К основным технологическим признакам в молочном скотоводстве относят: объем и форму вымени, равномерность развития его долей, форму и величину сосков; интенсивность доения, или скорость молокоотдачи; устойчивость к заболеваниям; регулярность отелов; крепкую конституцию, молочную продуктивность; эффективность использования корма.

Одновременность выдаивания четвертей вымени обуславливает необходимость отбора животных с равномерным развитием передних и задних его долей. Количество молока в передних долях вымени, выраженное в процентах к общему количеству молока в нем,

называется индексом вымени. Лучшим является вымя, каждая четверть которого дает 25 % общего удоя, то есть индекс вымени равен 50. Если у коров индекс вымени менее 40, то они малопригодны к машинному доению (большая диспропорция долей вымени приводит к тому, что в более продуктивных долях еще остается молоко, тогда как в менее развитых его уже нет). Это ведет к передержке доильных стаканов на сосках тех четвертей вымени, которые освободились от молока. Происходит холостое доение, которое вызывает у коров болевые ощущения, в результате чего тормозится рефлекс молокоотдачи и корова остается недодоенной. Кроме того, холостое доение может вызвать мастит. С тонких и коротких сосков стаканы доильного аппарата часто спадают, а толстые соски сжимаются сосковой резиной, что вызывает нарушение кровообращения. Длинные соски (более 10 см) засасываются вакуумом, что затрудняет молокоотдачу. На соски, расположенные близко друг к другу, трудно надевать стаканы доильного аппарата. Коров с такими недостатками вымени не оставляют для разведения. Для машинного доения необходимо отбирать коров с равномерно развитым выменем чашеобразной формы, со средними по величине сосками цилиндрической или немного конической формы, расположенными на равном расстоянии друг от друга на высоте от пола 45—50 см.

При отборе коров необходимо обращать большое внимание на интенсивность молокоотдачи, которую определяют путем деления величины суммарного удоя, полученного за контрольные дойки, на фактически затраченное время от начала до окончания дойки. Хорошей скоростью молокоотдачи считают 1,5—2 кг/мин. Прогрессивные технологии требуют, чтобы скорость молокоотдачи была достаточно высокой и животные имели повышенную устойчивость (резистентность) к различным заболеваниям.

Для молочных комплексов необходимо отбирать коров с крепкими конечностями и копытным рогом, так как при содержании на полах с твердым покрытием и с ограниченным моционом у животных с непрочным копытным рогом он быстро стирается, что приводит к травмированию копыт, растяжению связок и сухожилий конечностей.

При отборе животных необходимо также обращать внимание на тип нервной деятельности и реакцию на стрессовые ситуации. Наиболее желательны для содержания на комплексах животные с устойчивым сильным типом нервной деятельности, которых можно содержать большими группами без нежелательных последствий. Они хорошо адаптируются на промышленных комплексах.

Отбор животных по происхождению (генотипу). В племенной работе оценка и отбор животных по происхождению очень важны, так как еще до рождения животного можно

определить его ценность с учетом признаков родителей. На каждое животное составляют родословную, в которой указывают клички предков и основные сведения, которые их характеризуют.

Животное, для которого составляют родословную, называют пробандом (оцениваемое животное). *Родословная* — систематизированные данные о предках пробанда. От пробанда к его предкам ведется отсчет поколений. Различают несколько форм родословных, в том числе обычные простые (табличные, цепные) и структурные (одиочные, групповые).

Табличная форма родословной (появилась раньше других форм) удобна и наиболее распространена в хозяйствах, что дает основание считать ее классической. Она имеет следующий вид:

I ряд	М (мать)				О (отец)			
II ряд	ММ (мать матери)		ОМ (отец матери)		МО (мать отца)		ОО (отец отца)	
III ряд	МММ	ОММ	МОМ	ООМ	ММО	ОМО	МОО	ООО

Во всех странах при построении родословных племенных животных принято одно правило: отцов располагают справа, матерей — слева, ниже — их сыновей или дочерей. Первое слово читают в именительном падеже, а все последующие — в родительном, например, МММ — мать матери матери, ОММ — отец матери матери и т. д. Обычно родословные строят на 3—4 ряда предков. Для более глубокого анализа происхождения животных количество рядов увеличивают.

Знание родословной животного необходимо для того, чтобы изучить историю происхождения пробанда, а также сделать заключение о его наследственных особенностях. Кроме этого родословная позволяет установить, применялось ли родственное спаривание при получении данного животного, разобраться в генеалогии стада и породы, а также выявить эффективность подбора.

При отборе животных по происхождению большое значение имеет наличие с обеих сторон родословной предков, оцененных по качеству потомства, что увеличивает вероятность закрепления лучшей наследственности у пробанда.

Заключение о племенной ценности отбираемого животного будет более надежным, если при его оценке по родословной будут учтены данные о боковых родственниках — сестрах, полусестрах, братьях, полубратях.

Оценка и отбор животных по качеству потомства. Этим зоотехническим методом определяют племенную ценность животного по развитию хозяйственно полезных, морфологических и физиологических свойств его приплода. Оценка по потомству особенно важна для определения качества производи-

телей, которые дают потомков значительно больше, чем матки (при искусственном осеменении). Однако при широком применении метода трансплантации эмбрионов резко возрастает и значение доноров — коров-рекордисток.

Цель оценки по качеству потомства заключается в выявлении лучших в племенном отношении производителей, способных при спаривании со специально подобранными самками давать потомство желательного качества.

**Формы подбора.** В животноводстве под подбором понимают составление родительских пар с целью получения от них потомства с желательными качествами. С помощью направленного подбора накапливаются и закрепляются ценные наследственные качества животных, что обеспечивает при каждой смене поколений непрерывное совершенствование стада и породы. Для наиболее эффективного подбора необходимо иметь как можно больше сведений об особенностях отдельных животных, стада и породы в целом, а также данные племенного подбора прошлых лет. В практике племенной работы различают индивидуальный и групповой подборы.

*Индивидуальный подбор* заключается в том, что к матке подбирают определенного производителя, в сочетании с которым можно ожидать потомства с желательными качествами. Этот подбор основан на всестороннем знании индивидуальных качеств и происхождения родителей. При тщательном индивидуальном подборе с учетом оценки родителей по качеству потомства, как правило, получают наиболее ценное потомство. Индивидуальный подбор применяют в племенных хозяйствах и на племенных фермах.

*Групповой подбор* заключается в том, что к группе маток подбирают одного или нескольких производителей определенного качества и происхождения. Например, на станции по племенной работе и искусственному осеменению сельскохозяйственных животных за фермой или группой ферм молочного скота определенного качества и продуктивности закрепляют двух или трех быков-производителей определенных линий. Во избежание родственного спаривания их используют для осеменения коров в течение двух лет, а затем, когда дочери этих быков достигают случного возраста, производителей меняют.

В свиноводстве к маткам определенного семейства иногда подбирают одного хряка-производителя. В овцеводстве к отаре маток одного класса подбирают несколько баранов-производителей более высокого класса. В табунном коневодстве на весь случной сезон в косяк однородных по признакам маток пускают выбранного жеребца-производителя.

При групповом подборе следует стремиться, чтобы производитель по своим племенным качествам значительно превосходил маток.

**Методы подбора.** Различают два основных метода подбора: однородный и разнородный.

**При однородном (гомогенном) подборе** для спаривания подбирают производителя и матку, сходных по типу телосложения и характеру продуктивности, и часто по происхождению, с тем чтобы получить однородное и сходное с родителями потомство. При интенсивном отборе однородный подбор усиливает развитие желательных признаков. Однородный подбор дает особенно хорошие результаты в тех случаях, когда необходимо размножить потомство от ценных животных — родоначальников линий и семейств. Он способствует увеличению числа животных желательного типа и созданию у них более устойчивой наследственности. Этот метод подбора позволяет с большой гарантией усилить в последующих поколениях ценные качества родителей. Лучший результат при гомогенном подборе получают тогда, когда спаривают животных, сходных не только по фенотипу, но и генотипу.

**При разнородном (гетерогенном) подборе к определенному производителю** подбирают несходных с ним маток. Конечная его цель — получить потомков с измененными по сравнению с одним или обоими родителями типом или признаками. Достоинство гетерогенного подбора заключается в следующем: он обогащает у потомков разнородных животных наследственность; увеличивает их генетическое разнообразие; способствует возникновению не только межпородного, но и внутривидового гетерозиса.

Разнородный подбор применяют с целью исправления недостатков, характерных для одного из родителей; получения потомства промежуточного типа с качествами, часть из которых присуща одному родителю, часть — другому; повышения жизнеспособности потомства (явление гетерозиса).

В племенных хозяйствах применяют оба метода, чередуя их последовательность в зависимости от результатов спаривания.

**Возрастной подбор.** При возрастном подборе лучшие результаты получают при следующих вариантах: 1) за молодыми матками закрепляют производителей среднего возраста; 2) к маткам среднего возраста подбирают производителей молодого, среднего и старшего возрастов; 3) к маткам старшего возраста подбирают производителей среднего и молодого возрастов (с учетом других показателей маток и производителей).

Спаривание молодых маток с молодыми производителями и старых маток со старыми производителями может быть допущено в том случае, если молодые животные хорошо развиты, а старые имеют хорошее телосложение и происходят от полновозрастных, высокопродуктивных родителей. Придерживаясь определенной системы подбора, можно от животных любого возраста получить крепкое, хорошо развитое и долголетнее потомство.

Подбор животных с учетом родственных отношений. Производители, находящиеся в хозяйствах или на племпредприятиях, обслуживающих эти хозяйства, могут быть неродственными по отношению ко всем или какой-то части маток, но могут находиться с ними в родстве. Нельзя на товарных фермах допускать спаривания родственных между собой маток и производителей.

*Неродственное спаривание* способствует получению потомства с повышенной жизнеспособностью, плодовитостью, конституциональной крепостью, а также улучшению других хозяйственно полезных признаков.

*Родственное спаривание (инбридинг)* применяют для закрепления в потомстве наследственности выдающихся животных, создания однородного стада, выведения ценных заводских линий и семейств.

Отбор и подбор тесно связаны между собой и дополняют друг друга, они являются последовательными звеньями единой цепи качественного совершенствования отдельных групп животных, целых стад и пород. Поэтому отбор и подбор — главные творческие факторы совершенствования старых и создания новых пород, основа всей племенной работы в животноводстве. Сочетание целенаправленного отбора и обоснованного подбора составляет основу селекции.

**Использование гетерозиса.** В селекции животных особое внимание обращают на повышение скорости роста, увеличение продуктивности, плодовитости, устойчивость к болезням помесей или гибридов первого поколения. Наблюдаемое у гибридов первого поколения (F<sub>1</sub>) свойство превосходить по определенным признакам лучшую из родительских форм называют *гетерозисом*.

Ф. Добжанский делит гетерозис на следующие формы: приспособительную, пышного развития и мутационную. И. Гусставсон различает репродуктивную (отражающуюся на повышении многоплодности), соматическую (то же, что и пышное развитие) и приспособительную формы. В некоторых случаях наблюдают суммарный эффект этих трех форм гетерозиса, но иногда гетерозис проявляется односторонне. У мулов, например, сильно выражен соматический и приспособительный гетерозис, но резко подавлен репродуктивный (мулы бесплодны). Выраженность гетерозиса зависит и от условий жизни гетерозиготных животных. Приспособительный гетерозис позволяет животным лучше адаптироваться даже к очень неблагоприятным условиям, а соматический проявляется часто только в более благоприятных условиях.

Первое толкование биологического значения гетерозиса в эволюции животных и растений принадлежало Ч. Дарвину. Он обнаружил явление биологической полезности скрещивания и выска-

зал мысль о роли разнокачественности половых клеток как «основном законе жизни».

Научный анализ гетерозиса был дан в начале нашего столетия после вторичного открытия основных генетических закономерностей. Для объяснения причин гетерозиса был предложен ряд гипотез, объясняющих возникновение этого явления гетерозиготным состоянием организма по многим генам, взаимодействием благоприятных доминантных генов, сверхдоминированием, изменением генетического баланса.

По *гипотезе доминирования* (К. Давенпорт, 1908; Д. Джонс, 1917) гетерозис обусловлен накоплением и суммированием действия полезных доминантных неаллельных генов, имеющих у каждого родителя. Под влиянием отбора благоприятные гены становятся доминантными и полудоминантными, а неблагоприятные — рецессивными. Гипотеза доминирования связывает гетерозис с тремя эффектами доминантных генов: подавляющим действием на вредные рецессивные аллели, аддитивным эффектом и эпистазом. Исчезновение гетерозиса в последующих генерациях считают неизбежным, так как при образовании половых клеток у гибридных родителей хромосомы с этими генами оказываются в разных дочерних клетках.

По *гипотезе сверхдоминирования* (Г. Шелл, 1909; Е. Ист, 1907) внутриаллельные комплементарные взаимодействия генов приводят к повышенному развитию признака. Происходит это в силу того, что каждый аллельный ген выполняет в процессе биохимического синтеза функции, несколько отличающиеся от функций гомологичного гена. В гетерозиготе это различие обуславливает взаимодополняющий (комплементарный) эффект. Эту точку зрения отстаивал проф. Д. А. Кисловский. Важным свидетельством в пользу данной гипотезы служит так называемый моногибридный гетерозис. Д. К. Беляев установил моногибридный гетерозис у одомашненных норок. Гетерозиготные по генам алеутской и серебристо-голубой окрасок норки характеризуются более высокой плодовитостью и более жизнеспособным потомством, чем норки, гомозиготные по доминантным аллелям этих генов.

У местного населения ряда районов Африки и Индии встречаются доминантную мутацию, затрагивающую только одну аминокислоту в молекуле гемоглобина (гемоглобин типа *S*). У людей с таким типом гемоглобина эритроциты имеют серповидную форму. В гомозиготном состоянии такая мутация приводит к смертельному исходу, а в гетерозиготном — к повышенной устойчивости против губительных форм эндемической малярии.

Гипотеза гетерозиготности и сверхдоминирования дает приемлемое объяснение гетерозисному эффекту при четырехлинейной гибридизации и сохранению гетерозиса в последующих поколениях.

ях при переменном скрещивании. Главное возражение против этой гипотезы заключается в том, что она не дает детального объяснения причин инбредной депрессии.

Гипотеза генетического баланса (Ф. Добжанский, 1952) объясняет эффект гетерозиса сложным взаимодействием неаллельных генов и изменением баланса генов при повышении гетерозиготности организмов.

В последнее время большое значение приобретает *биохимическая гипотеза* гетерозиса, согласно которой скрещивание приводит к увеличению гетерозиготности по мутациям, регулирующим синтез белка. Проявление гетерозиса в этом случае происходит за счет стимулирования биохимических процессов в клетках и тканях гибридного организма.

Ни одна из перечисленных гипотез не может считаться единственно правильной. Вероятно, каждый из указанных генетических механизмов играет определенную роль в возникновении и проявлении гетерозиса, так как все гипотезы находятся в соответствии с определенными экспериментальными данными и содержат в себе элементы точного знания. Они могут рассматриваться как существенные фрагменты общей теории гетерозиса. Окончательный же вывод о природе гетерозиса будет сделан после того, как будет выяснено взаимодействие генов на молекулярном уровне.

При одновременном изучении аллельных и неаллельных взаимодействий генов (С. Г. Инге-Вечтомов, 1975) установлена зависимость характера аллельных взаимодействий от состояния аппарата трансляции — процесса синтеза молекул белка на рибосомах. Если явление межаллельной комплементации рассматривать как пример моногенного гетерозиса, то можно вычленять отдельные факторы в сложной системе генотипа, воздействующие на проявление гибридной силы. Для понимания характера функционирования всей системы генотипа необходимо выявление в организме пределов наследственной и ненаследственной изменчивости матричных процессов.

Селекция на получение эффекта гетерозиса непосредственно связана с теорией и практикой племенного отбора и подбора. Степень проявления гетерозиса у межвидовых гибридов зависит от определенного сочетания материнской и отцовской форм. На этом основано использование *реципрокного скрещивания*, то есть прямого и обратного сочетания одной породы или линии с маточным поголовьем другой породы или линии для определения влияния животных каждой исходной формы на качество потомства. Реципрокное скрещивание пород ведут до тех пор, пока не будет достигнут максимальный эффект гетерозиса, то есть пока не будет достигнуто селекционное плато при отборе. Например, от скрещивания лошади с ослом (кобыла х осел) получают высокогетеро-

зисный гибрид — мула. Он долговечен, вынослив и силен. От реципрокной комбинации (ослица х жеребец) получают лошака, у которого гетерозис полностью отсутствует.

В зоотехнической науке целесообразно использовать понятие *истинного гетерозиса*, при котором интересующий нас признак у гибридного (помесного) потомка превышает наиболее сильно выраженный признак у одного из родителей.

В настоящее время используют несколько методов прогноза истинного эффекта гетерозиса.

1. Для прогнозирования гетерозиса при различных методах племенной работы применяют формулу Я. Плесника:

$$SE_{\text{ч}} = 0,5(P_1 + (X_1 - P_1)h^2 + P_2 + (X_2 - P_2))h^2,$$

где  $SE_{\text{ч}}$  — ожидаемая продуктивность помесей;  $P_1$  и  $P_2$  — средняя продуктивность материнской и отцовской спариваемых линий, пород;  $X_1, X_2$  — средние данные по отобраным родителям популяции  $P_1, P_2$ , намеченным для подбора;  $h^2$  — коэффициент наследуемости прогнозируемого признака.

Используя эту формулу, можно прогнозировать эффект гетерозиса путем отбора и подбора соответствующих животных, линий, пород и др. Это необходимо делать уже при планировании методов племенной работы или скрещивания в популяции (стаде) для того, чтобы определить, какой из намеченных методов разведения можно использовать, чтобы получить гетерозис у потомства.

2. Для определения результатов, полученных от применения разных методов разведения молочного скота, применяют формулу К. Б. Свечина, в которой фактические показатели потомства сравнивают с показателями одной из лучших родительских форм:

$$SE_{\text{ч}} = 100E_{\text{п}}/E_{\text{рм}},$$

где  $E_{\text{п}}$  — показатель признака у потомства первого поколения;  $E_{\text{рм}}$  — показатель признака одной из лучших родительских форм.

3. При определении фактического эффекта гетерозиса путем сравнения показателей потомства со средними показателями родителей используют формулу Б. С. Москаленко:

$$SE_{\text{ч}} = 102E_{\text{п}}/(E_{\text{о}} + E_{\text{м}}),$$

где  $E_{\text{о}}$  — показатель признака у отца;  $E_{\text{м}}$  — показатель признака у матери.

При межпородных скрещиваниях гетерозисный эффект, как правило, проявляется превосходством у помесей среднего значения продуктивности родителей — *гипотетический гетерозис*.

Проведено много исследований по изучению физиологической и биохимической природы гетерозиса, определению корреляции между гетерозиготностью животных по группам крови и их жизнеспособностью и продуктивностью.

С явлением гетерозиса тесно связано понятие о генетической комбинационной способности родительских пар. Выявление и использование животных, обладающих высокой комбинационной способностью, имеет большое селекционное значение в связи с племенной препотенцией производителей.

В связи с возрастанием роли генетической сочетаемости в увеличении эффективности скрещивания уделяется много внимания созданию синтетических линий, каждая из которых уже совмещает в себе комплекс желательных признаков за счет предварительной гибридизации более узкоспециализированных линий.

Важнейшими условиями использования гетерозиса в животноводстве являются тщательный подбор пород при межпородном скрещивании, линий и семейств при внутривидовом разведении, а также создание соответствующих условий кормления и содержания для скрещиваемых пород и их приплода. Породы, используемые для скрещивания, должны быть высокопродуктивными и хорошо отселекционированными. При этом необходимо экспериментально установить наилучшую сочетаемость пород и породных типов.

При соблюдении вышеуказанных требований необходимо также создавать наиболее благоприятные условия для самого процесса оплодотворения, а также для развития гибридов в постэмбриональный период.

Гетерозис лежит в основе межпородного промышленного скрещивания сельскохозяйственных животных, кроссов родственных линий и «освежения крови». В свиноводстве экспериментально проведено 104 варианта промышленного скрещивания, где почти во всех случаях установлен эффект гетерозиса, который проявляется в повышении многоплодия, жизнеспособности приплода и улучшении его откормочных качеств. Необходимо учитывать, что эффект гетерозиса по отдельным хозяйственно полезным признакам возможен только при полноценном кормлении и благоприятных условиях содержания животных.

Кроме указанных форм проявления гетерозиса — истинного и гипотетического — существует *относительный гетерозис*, при котором продуктивность помесей (гибридов) превышает показатели только худшей родительской формы.

В птицеводстве разработаны методы направленного формирования наследственности исходных скрещиваемых форм, обеспечивающих проявление гетерозиса в их помесном потомстве.

Эффективность результатов межпородного скрещивания в молочном скотоводстве может быть определена не только путем

сравнений абсолютных показателей продуктивности помесных и чистопородных животных, но и с помощью коэффициентов трансгрессии. Они позволяют выделить в популяции долю животных, сохранивших свойства улучшаемой породы. Чем меньше процент таких животных среди помесей, тем эффективнее скрещивание. Следовательно, улучшающий эффект по отношению к материнской породе в первую очередь зависит от комплементарности (сочетаемости) пород. В некоторых случаях гетерозис проявляется в повышенном развитии признака, который является суммарным выражением двух других хозяйственно полезных качеств. Такое явление наблюдают при скрещивании пород скота с невысоким содержанием жира в молоке с джерсейской породой, улучшающей у помесных животных абсолютный выход молочного жира при промежуточном наследовании удоя и содержания жира в молоке.

Трудности с получением истинного гетерозиса (превосходства потомков над лучшей родительской формой) побудило ученых ряда стран считать гетерозисом достоверное превосходство помесей (или гибридов) над средними родительскими величинами продуктивности.

Истинный гетерозис и эффект скрещивания отождествлять нельзя. Превосходство показателей помесей (или гибридов) над средними показателями родителей можно объяснить комплементарным (взаимно дополняющим) действием доминантных аддитивных генов. Истинный гетерозис может быть объяснен такими редкими формами наследования, как сверхдоминирование, эпистаз.

Установлено, что гетерозис в большей мере проявляется по признакам с низкой наследуемостью. Это косвенно доказывает существенную роль в проявлении гетерозиса неаддитивного наследования, связанного с межallelельными взаимодействиями в геноме.

В птицеводстве разрабатывают методы гарантированного получения гетерозиса за счет использования неаддитивной наследственности, достигнуты значительные результаты в селекции генотипов на высокую комбинационную способность при кроссах.

Гибридизация в свиноводстве представляет собой систему разведения, основанную на выведении и скрещивании отселекционированных и проверенных на сочетаемость типов и линий одной или разных пород для производства товарных гибридов. Она обеспечивает использование эффектов селекции, скрещивания и гетерозиса.

## 1.6. МЕТОДЫ РАЗВЕДЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

Методы разведения — это система подбора животных с учетом их родственных связей, степени сходства или несходства, породной и видовой принадлежности для решения определенных зоотехнических задач. В настоящее время принята следующая классификация методов разведения: чистопородное и скрещивание.

### 1.6.1. ЧИСТОПОРОДНОЕ РАЗВЕДЕНИЕ

Чистопородное разведение — это система спаривания животных, принадлежащих к одной породе. Потомство от такого спаривания называют чистопородным. Главная задача чистопородного разведения — сохранить ценные свойства пород, увеличить их численность и в дальнейшем их совершенствовать.

Порода рассматривается как эволюционирующая группа сельскохозяйственных животных, состоящая из внутри породных (зональных) типов, наследственно различных генеалогических и заводских линий, многочисленных маточных семейств и выдающихся по продуктивности животных. Наследственная неоднородность животных в пределах породы обуславливает ее прогресс при целенаправленном отборе и подборе. Использование генетических особенностей чистопородного разведения позволяет селекционерам создавать выдающихся животных и целые стада высокой племенной ценности.

Чистопородное разведение заводских пород призвано обеспечивать производство высокоценного племенного материала для улучшения товарного животноводства.

Каждая порода имеет свой *стандарт* — минимальные требования по продуктивности, типу телосложения и происхождению, предъявляемые к животному при его оценке во время бонитировки. Стандарт периодически уточняют и дополняют. Это обеспечивает прогресс породы. Отбор лучших животных в породе для воспроизводства осуществляют путем сравнения их продуктивных и племенных качеств со стандартом породы. Чистопородность животных устанавливают по племенным записям и группам крови.

Инбридинг. Спаривание животных, находящихся в родстве, называют инбридингом. Родство устанавливают по родословной. Если в материнской и отцовской половинах родословной потомка встречается общий предок, то считают, что животное получено в результате инбридинга. Степень инбридинга определяют

по А. Шапоружу (1909): подсчитывают ряды родословной, в которых встречается общий предок. Первым считается ряд, в котором записаны отец и мать. Цифры, показывающие ряд повторяющихся предков в каждой стороне родословной, разделяют запятыми, а повторение в обеих половинах родословной — знаком тире.

В тех случаях, когда общий предок производителя и матки находится на уровне до V ряда родословной, спаривание считают родственным, а ниже VI ряда — неродственным. По А. Шапоружу различают следующие степени инбридинга:

<i>Степень родства</i>	<i>Общие предки</i>
Тесное родственное спаривание (кровосмешение)	I—II; II—I; I—III; II—II
Близкое родственное спаривание	II—III; III—II; I—IV; IV—I; III—III; II—IV; IV—I
Умеренное родственное спаривание	III—IV; IV—III; II—V; V—II; IV—IV
Отдаленное родственное спаривание	II—V; V—III; V—V; IV—V; V—IV

Если у животных общих предков несколько, степень родства указывают по каждому предку. Если один из родителей инбредный или в его родословной предки встречаются 2 раза и более, то ряды таких предков отделяют через запятую.

Впервые научное определение биологической сущности родственного разведения дал Ч. Дарвин, который отметил различную чувствительность к инбредной депрессии разных видов животных: высокую — у свиней, птиц, собак; более низкую — у крупного рогатого скота, овец, коз.

С начала XX в. биологическую суть и генетическую основу инбридинга начинают изучать генетики. С. Райт (1906—1920) в 30 поколениях морских свинок, Е. Кинг (1918—1919) в 25 поколениях крыс и другие исследователи не получили отрицательных результатов инбридинга даже при длительных спариваниях типа брат x сестра. Американские ученые (1909) создали линию мышей, которая на протяжении 50 лет не утратила врожденную восприимчивость к раку.

Степень инбридинга можно определить по формуле С. Райта. В ее основе — определение коэффициента возрастания гомозиготности. Д. А. Кисловский несколько видоизменил формулу С. Райта, и она приобрела следующий вид:

$$F_x = \sum [(1/2)^{n+n_1-1} (1 + f_a)] \cdot 100,$$

где  $F_x$  — коэффициент инбридинга, %;  $n$ ,  $n_1$  — ряды родословной, в которых встречается повторяющийся предок (со стороны матери  $n$  и отца  $n_1$ );  $f_a$  — коэффициент инбридинга для общего предка.

В мировой зоотехнической литературе приводится много противоречивых данных о роли инбридинга в пороодообразовании и племенном животноводстве. Среди них позитивных доводов имеется не меньше, чем примеров с негативными результатами. В каждом конкретном случае результаты зависят от методов работы и поставленных задач. Все наиболее ценные породы животных созданы и совершенствовались с применением инбридинга: шортгорнская и герефордская породы крупного рогатого скота, лейстерская и асканийская породы овец, орловский и русский рысаки, крупная белая и украинская степная белая породы свиней и др.

Эффективность применения инбридинга в племенном животноводстве необходимо рассматривать в связи со сроками хозяйственного использования животных, пожизненной их продуктивностью, консолидацией наследственности инбредных животных и продуктивностью их потомства.

Наряду с этим накоплен большой материал по отрицательному влиянию родственного разведения на жизнеспособность животных. Оно выражается в снижении плодовитости и продуктивности, ослаблении конституции, ухудшении здоровья, проявлении аномалий и уродств и сокращении продолжительности жизни.

На основании анализа продуктивных и племенных качеств 2 тыс. инбредных и аутбредных коров-аналогов черно-пестрой, курганской, костромской и холмогорской пород Е. А. Арзуманян (1977) установил, что инбридинг отрицательно влияет на воспроизводительную функцию коров (число осеменений для оплодотворения повышается на 10 %). Кроме того, долголетие коров уменьшается на 2 года. Вместе с тем инбридинг приводит к увеличению генетического сходства потомства с выдающимися предками. Высокопродуктивные инбредные коровы имеют явное преимущество перед аутбредными. Разница в их пользу составляет по удою 13,3, по продукции молочного жира — 12,6 %.

Последствия инбридинга зависят от степени применяемого родства. Умеренные и отдаленные родственные спаривания существенно снижают жизнеспособность потомства и могут быть использованы для усиления в нем наследственного влияния выдающегося производителя.

Шведские и голландские селекционеры применяли инбридинг, часто тесный и близкий (12,5%), для выведения высокоценных быков. При достижении в породе высоких показателей по удою и содержанию жира в молоке использовали инбридинг умеренных степеней (1,56 и 0,78 %) и кроссы линий.

Значительное повышение молочной продуктивности инбредных коров (на 1515—1929 кг выше надоя матерей) связано с увеличением в генотипе коров генетического сходства с ценным произ-

водителем, на которого проводился инбридинг. Удои и жирность молока дочерей инбредных коров повторяют, а часто и превосходят высокие показатели матерей.

При выведении препотентных быков наиболее эффективен тесный и близкий инбридинг, а при получении высокопродуктивных коров — отдаленный инбридинг на нескольких выдающихся предков.

До настоящего времени биологическая сущность инбридинга до конца не выяснена. Спаривание животных, состоящих в разной степени родства, приводит к различным генетическим последствиям. Так, при отдаленных степенях инбридинга или при инбридинге на гетерозиготного родителя гомозиготность почти не возрастает. При близком инбридинге гомозиготность значительно повышается. Полезные и вредные последствия инбридинга обусловлены возрастанием степени гомозиготности по всем генам. Однако для каждого вида и породы имеется свой оптимум допустимого возрастания гомозиготности, обусловленный биологией породы, спецификой ее выведения, характером продуктивности.

Для преодоления инбредной депрессии чрезвычайно важны строгий отбор и размножение только тех животных, которые имеют крепкую конституцию, хорошее здоровье, высокую продуктивность. Такой отбор должен сочетаться с умелым подбором родительских пар.

Особенно опасен стихийный (неплановый) инбридинг, возникающий при широком использовании одного производителя. Для ликвидации процесса стихийности необходимы тщательный учет при проведении осеменения животных и иммуногенетический контроль происхождения племенных животных. При широком распространении искусственного осеменения роль и значение ценных в племенном отношении инбредных производителей неизмеримо возросли, поэтому рациональное их использование — весьма актуальная задача. В этой ситуации существенный эффект дает спаривание инбредных самцов с неродственными им аутбредными самками той же породы (топкросс).

**Разведение животных по линиям.** В зоотехнической науке и практике разведение животных по линиям оценивают как наиболее эффективное средство совершенствования пород. Селекционное значение линий состоит в расчленении породы на разнокачественные группы (линии, семейства), создании ее структуры и получении нового и более совершенного материала. В животноводстве различают генеалогические и заводские линии.

Родоначальник линии должен быть препотентным производителем, что обеспечивает более полное наследование потомством признаков основателя линии. Ценные производители (родоначальники линии) могут быть получены целенаправленным подбо-

ром пар, при межлинейных кроссах, создании новых пород, использовании вводного скрещивания в улучшаемой породе с выдающимися по продуктивности родственными породами.

Гомогенный подбор по ведущим признакам и инбридинг на лучших дочерей и внуков производителя позволяют закрепить ценные качества родоначальника линии в потомстве.

Успешное размножение и дальнейшее совершенствование линии зависят от выбора ее продолжателя среди лучших сыновей, внуков и правнуков родоначальника линии. При соответствующих системах отбора и подбора создается ценный консолидированный племенной материал, способный существовать в течение длительного времени.

Число заводских линий в породах может быть различным, но зависит от длительности существования пород и уровня селекционно-племенной работы, ареала и численности животных в породах. В условиях крупномасштабной селекции и промышленной технологии производства многолинейность пород сельскохозяйственных животных затрудняет работу — снижает интенсивность отбора и усложняет организацию искусственного осеменения. Для узкоспециализированных молочных пород крупного рогатого скота оптимальным следует считать примерно шесть линий с наличием в каждой из них не менее четырех ветвей.

В каждой линии необходимо создавать свою структуру с выделением ветвей и родственных групп. Ветвь — это часть линии. Лучшие ветви в дальнейшем могут перерасти в новую линию. Наличие ценных ветвей в линии расширяет возможности для внутрилинейного подбора и исключает вынужденный близкий инбридинг.

Все линии в породах в определенной мере специализированы. В молочном скотоводстве животные одной линии отличаются большими удоями, другой — жирномолочностью. В свиноводстве линии различаются по многоплодию и молочности маток, по скороспелости и откормочным качествам потомства. В овцеводстве одни линии характеризуются большой длиной шерсти, другие — тониной, третьи — густошерстностью. Для размножения и совершенствования линий используют не всех животных, а лишь лучшую их часть. Лучших животных, отвечающих требованиям стандарта линии, называют *модельными*.

Эффективность массового подбора в товарных стадах, основанного на ротации линий или родственных групп, определяют генетической дифференциацией используемых линий.

В составе отечественных молочных пород в настоящее время насчитывается большое число мелких генеалогических линий (до 40—50) и очень мало отселекционированных заводских. Такая структура пород при централизованной системе селекции приво-

дит к уменьшению ее эффективности из-за снижения интенсивности отбора быков.

Важное значение имеет внутрелинейная структура как основа совершенствования линии. Чтобы применять линейный подбор без вынужденного тесного инбридинга и систематических кроссов, необходимо в каждом поколении удваивать и утраивать число производителей в каждой ветви линии. Разветвленная структура линий позволяет проводить эффективный внутрелинейный подбор и увеличивать продолжительность существования конкретных линий.

*Кросс линий* — это спаривание животных, принадлежащих разным линиям. Лучшие результаты при кроссировании линий получают при сочетании хорошо отселекционированных линий, консолидированных гомогенным подбором. В этом случае ценные качества одной линии дополняются характерными особенностями другой. Удачные сочетания линий необходимо повторять. Наиболее часто самых выдающихся по продуктивным качествам животных получают в результате кроссов линий. Проверка линий на сочетаемость обеспечивает успех кроссирования.

Комбинационная способность является генетическим свойством, зависящим от большого числа генов со слабым индивидуальным действием.

Животных ценных линий можно интенсивно использовать и при межпородных скрещиваниях для улучшения существующих пород вводным скрещиванием и создания новых пород воспроизводительным скрещиванием.

**Синтетические линии.** Синтетические линии выводят на основе чистопородного разведения и скрещивания животных разных пород. Созданию синтетических линий предшествует целенаправленная селекционная работа по формированию в породах специализированных линий определенного стандарта и их консолидации. На следующем этапе ведут селекцию этих линий на сочетаемость и выявляют линии с высокой комбинационной способностью. Завершается работа отбором лучших материнских и отцовских форм и созданием гибридных типов животных.

В нашей стране и за рубежом синтетические линии широко используют в промышленном птицеводстве и свиноводстве. Установлено, что для производства свинины на промышленной основе наиболее экономичными являются гибриды от скрещивания специализированных линий.

Ростовский мясной тип свиней был создан методом сложного воспроизводительного скрещивания крупной белой, белой короткоухой пород, пьетрен и уэльс. Одна из специализированных линий выведена с привлечением генотипа северокавказской породы. Синтетические линии 1 и 2 были получены на основе скрещива-

ния помесных маток (крупная белая х пьетрен) с хряками крупной белой породы; синтетические линии 3 и 4 — от сочетания помесных маток (белая короткоухая х пьетрен) с хряками белой короткоухой; синтетические линии 5 и 6 — от скрещивания помесных маток (крупная белая х пьетрен) с хряками породы уэльс. В дальнейшем помесей разводили «в себе» с использованием умеренных степеней инбридинга. Характерными особенностями ростовского мясного типа являются высокие воспроизводительные свойства при сохранении мясных и откормочных качеств: многоплодие — 11 — 11,3 головы; молочность — 52—54 кг; выход мяса — до 63%. Животные хорошо приспособлены к условиям промышленного производства, при которых необходима высокая резистентность организма.

Таким образом, скрещивание специализированных, предварительно отселекционированных на сочетаемость линий позволяет в максимальной степени использовать биологические возможности животных.

**Разведение семейств.** Семейства представляют собой структурную единицу стад и пород. Основная цель работы с семействами — развитие у дочерей, внучек и правнучек родоначальницы ее ценных качеств путем подбора к ним лучших производителей из ведущих линий. Из ценных заводских семейств отбирают родоначальников и продолжателей линий. В племенной работе со стадом главным является накопление у животных ценных наследственных качеств за счет сочетаемости лучших семейств и линий.

Ценные семейства в стадах молочного направления продуктивности необходимо формировать не только в племенных, но и в промышленных хозяйствах. Важно сохранять телок от высокопродуктивных матерей до выявления их собственной продуктивности. Всех коров каждой родственной группы следует интенсивно раздаивать. Те семейства, в которых удерживаются и усиливаются в поколениях потомков ценные качества родоначальниц, считают препотентными.

В настоящее время при внедрении новых методов воспроизводства животных (трансплантации эмбрионов) родоначальницами ценных семейств становятся высокопродуктивные матки-доноры. В странах с высокоразвитым молочным скотоводством путем трансплантации эмбрионов за короткие сроки уже созданы многочисленные семейства, родоначальницами которых являются коровы с продуктивностью более 8—10 тыс. кг молока за лактацию. Это позволяет получать от одной коровы-донора за пересадку до 12 стельных реципиентов, а за весь период ее репродуктивной жизни — до 80 телят.

Большой эффект дает разведение по семействам в свиноводстве. Наиболее ценными качествами маточных групп являются многоплодие, молочность и масса гнезда.

## 1.6.2. СКРЕЩИВАНИЕ

Скрещивание — система спаривания животных разных пород или помесных групп. Его применяют для создания новых и улучшения существующих пород, повышения породности и продуктивности стад. В результате скрещивания особей разных пород получают помесных животных.

Биологическая сущность скрещивания заключается в обогащении наследственности и повышении изменчивости и гетерозиготности помесного потомства. В первом поколении такое потомство обычно обладает интенсивным ростом, скороспелостью, повышенной плодовитостью и продуктивностью (гетерозисом). Биологическую природу этих явлений Ч. Дарвин связывал с наличием у родителей определенной разнокачественности мужских и женских половых клеток. Более точное определение истинного гетерозиса дал Г.Шелл (1911), понимая его как свойство гибридов  $F_1$  (или помесей) превосходить по определенным признакам родительские формы. При отсутствии возможности сравнения помесей с обеими родительскими породами положительные результаты правильнее называть эффектом скрещивания.

Скрещивание в животноводстве наиболее широко стали использовать для создания новых пород в конце XVIII — начале XIX в. Большой вклад в разработку научных основ скрещивания внесли классики русской зоотехнической науки — П. Н. Кулешов, М. Ф. Иванов, Е. Ф. Лискун, Д. А. Кисловский и др.

При скрещивании улучшающей породой, как правило, являются самцы. На формирование наследственности помесей влияют не только породные, но и линейные, семейные и индивидуальные особенности.

Скрещивание бывает межпородным и межвидовым. В зависимости от намеченной цели выделяют следующие основные виды *межпородного скрещивания*: воспроизводительное — для выведения новых пород; поглотительное — для преобразования худших пород в лучшие; вводное — частичное улучшение одной породы путем однократного «прилития крови» животных другой породы; промышленное — для получения помесей первого поколения с гетерозисным эффектом; переменное — для удержания гетерозиса в ряде поколений.

При *межвидовом скрещивании* гибриды первого поколения часто бывают бесплодны, но если они плодовиты, при их разведении применяют все пять видов межпородного скрещивания.

Степень наследственности пород, которые использовались при скрещивании, определяют у помесей методом вычисления долей крови (складываются доли крови матери и отца животного и полученная сумма делится пополам). Например, животное,

полученное от спаривания пород с долями крови женской особи  $У_2 + {}^3Д$  мужской особи, будет иметь кровность по этой породе  $(\frac{1}{2} + \frac{3}{4})/2 = \frac{5}{8}$ -

При скрещивании чистопородных животных улучшающей породы обозначают единицей, а животных улучшаемой породы — нулем. Кровность потомства выражают по улучшающей породе. В каждом конкретном случае фактическая наследственная доля крови колеблется весьма значительно. Как величина статистическая, она верна лишь для больших групп животных, полученных в результате скрещивания одного типа. Для двухпородного скрещивания применяют наряду с этим способ отсчета помесных поколений. Тогда помесей первого поколения обозначают буквой  $F_1$ , помесей второго —  $F_2$  и т. д.

**Воспроизводительное (заводское) скрещивание.** Воспроизводительным называют такое скрещивание, в котором используют две или несколько исходных пород для получения новой породы, сочетающей в себе наиболее ценные признаки исходных форм и обладающей рядом новых качеств. Оно является наиболее сложным видом скрещивания, поэтому его применяют в племенных хозяйствах под методическим руководством научных учреждений.

Методом воспроизводительного скрещивания создана преобладающая часть современных заводских пород животных. Этим методом были выведены орловская рысистая и донская породы лошадей; тагильская, бестужевская, красная горбатовская, красная степная породы крупного рогатого скота; ставропольская порода тонкорунных овец и ряд других ценных пород животных.

М. Ф. Иванов разработал научную основу этого метода разведения, что позволило ему создать асканийскую породу тонкорунных овец и украинскую степную белую породу свиней. Овцы асканийской породы характеризуются выдающейся продуктивностью. Настриг шерсти у маток составляет 6,5—8,0 кг, у баранов— 16—19, максимальный — 31,7 кг, что является мировым рекордом для овец всех пород.

Принципы и методы М. Ф. Иванова стали своеобразным эталоном в работе других селекционеров, создавших десятки новых пород животных.

Применение воспроизводительного скрещивания предусматривает соблюдение следующих основных условий:

разработку стандарта новой породы (тип телосложения, направление продуктивности, ареал и т. д.);

обоснованный выбор исходных пород, отбор большого маточного поголовья для спаривания с лучшими производителями другой породы;

четкое обоснование схемы выведения новой породы — особенностей племенной работы с каждым поколением;

применение для консолидации породы родственного спаривания в сочетании со строгим отбором, создание в новой породе линий и семейств;

обеспечение надлежащих условий кормления и содержания для ремонтного молодняка и взрослого поголовья, способствующих развитию ценных признаков новой породы.

**Поглотительное (преобразовательное) скрещивание.** Погложительным (преобразовательным) скрещиванием, или гредингом, называют такое скрещивание, при котором в течение нескольких поколений низкопродуктивную группу животных преобразуют в высокопродуктивную заводскую породу. Маток улучшаемой породы, а затем их дочерей, внучек, правнучек и т. д. из поколения в поколение скрещивают с чистопородными производителями улучшающей заводской породы. В результате улучшающая порода поглощает улучшаемую, а начиная с пятого поколения животных считают чистопородными по улучшающей породе.

Для увеличения живой массы, многоплодия и улучшения мясных качеств аборигенных пород свиней широко использовали поглотительное скрещивание с хряками крупной белой породы.

Методом поглотительного скрещивания создана сычевская порода крупного рогатого скота на основе преобразования местного скота Смоленской области симментальской породой. Этим методом созданы также костромская (местный скот х альгаузская х швицкая) и другие породы.

При поглотительном скрещивании у помесей разных поколений происходит увеличение доли крови улучшающей породы:  $F_1$  —  $\frac{1}{2}$  РГ —  $^3$ Д;  $F_2$  —  $^7$ Д;  $F_3$  —  $^{15}$ /16;  $F_4$  —  $^{31}$ /32. Перед селекционерами стоит задача — добиться сочетания у высококровных помесей III—IV поколений ценных качеств улучшаемого скота (выносливости, адаптивности, жизнеспособности) с высокой продуктивностью заводской, улучшающей породы. Помесных животных, отвечающих этим требованиям, разводят «в себе». Это может быть  $F_2$ ,  $F_3$  и  $F_4$ . Ценных помесных производителей  $F_1$  и  $F_2$  можно оставлять для племенных целей.

**Вводное скрещивание («прилитие крови»).** Вводное скрещивание применяют для улучшения продуктивных и племенных качеств существующей заводской породы. Решающее значение при данном скрещивании имеет выбор близкой по типу улучшающей породы. Чистопородных маток улучшаемой заводской породы однократно скрещивают с производителями другой заводской породы, имеющей нужные признаки, недостающие улучшаемой породе. В последующем получают несколько поколений животных от возвратного скрещивания помесных маток с лучшими производителями материнской породы. В каждом поколении на племя оставляют помесных животных с хорошо выраженными жела-

тельными новоприобретенными признаками. Животных с кровностью  $7D^{15}/16^{10}$  основной породе разводят «в себе». При вводимом скрещивании не происходит коренного преобразования породы. Этим методом достигают лишь частичного улучшения качеств существующей заводской породы. Чем больше родство взятых для вводимого скрещивания пород и сходство, тем меньше требуется поколений для получения животных нужного типа.

Вводное скрещивание применяли для улучшения многих современных пород животных. Мясные формы молочного скота большинства западноевропейских пород были улучшены в результате «прилития крови» мясных пород, главным образом шортгорнов. Лошадей легкоупряжного типа улучшали путем «прилития крови» чистокровной верховой породы. Для повышения скороспелости, живой массы и мясных качеств калмыцкой породы скота применяют вводное скрещивание с производителями казахской белоголовой, герефордской, шортгорнской и других пород.

**Промышленное скрещивание.** Промышленное скрещивание применяют для получения помесей с ярко выраженным гетерозисом, приводящим к повышению продуктивности животных. Существует простое и сложное промышленное скрещивание. При простом (двухпородном) скрещивании маток одной породы спаривают с производителями другой. Полученное помесное потомство используют для хозяйственных целей. В сложном промышленном скрещивании участвуют три (триплекроссинг) и более пород. Помесных маток первого поколения покрывают производителями третьей породы. Потомство откармливают и сдают на мясо.

Промышленное скрещивание широко применяют при разведении всех видов животных. Наибольшую эффективность оно дает в свиноводстве и мясном птицеводстве (см. соответствующие разделы).

Для увеличения в стране производства говядины часть низкопродуктивных молочных, молочно-мясных коров и сверхремонтных телок скрещивают с быками мясных пород. Помесные бычки дают значительно больше мяса лучшего качества. Телок используют для формирования маточных стад мясного скота. Высокая результативность скрещиваний достигается при использовании следующих мясных пород: шароле, казахской белоголовой, лимузин, герефордов и санта-гертруда.

Промышленное скрещивание молочных коров с быками мясных пород широко применяют в Великобритании, Франции, Швеции, Дании, Германии, Венгрии, Болгарии, США и других странах. Помесный молодняк откармливают, а часть лучших телок используют для комплектования стад мясного скота. В мясном скотоводстве ряда стран (Великобритания, США, Канада, Австралия и др.) для откорма получают помесных животных от промыш-

ленного скрещивания мясных пород: абердин-ангусская, санта-гертруда, шароле, шортгорнская, герефордская и др.

**Переменное скрещивание.** Основная цель переменного скрещивания — получение животных, обладающих свойствами и признаками исходных пород. Оно может быть двух- и трехпородным. Эта разновидность промышленного скрещивания имеет особенность, состоящую в том, что гетерозис при переменном скрещивании не только создается, но и удерживается в ряде поколений. При удачном подборе пород помеси от переменных скрещиваний часто превосходят гетерозисных потомков первого поколения.

При двухпородном переменном скрещивании помесных маток первого поколения (АВ) осеменяют сначала чистопородными производителями одной из исходных пород, а полученных  $74\text{-}^{\text{к}}\text{Р}^{\text{овн}}$  (или  $\frac{3}{4}$ -кровных) маток осеменяют производителями другой исходной породы. При трехпородном переменном скрещивании помесных маток первого поколения (АВ) осеменяют чистопородными производителями третьей породы (В). Полученных маток осеменяют чистопородными производителями одной из исходных пород.

Трехпородное скрещивание обычно результативнее двухпородного, но организовать его сложнее. Эффективность использования трехпородных помесей обуславливается их интенсивным ростом.

Переменное скрещивание дает хорошие результаты, если для него подобраны сочетающиеся породы, а чистопородных производителей, используемых в скрещиваниях с помесными матками, отбирают после их оценки по потомству. Переменное скрещивание широко применяют в свиноводстве, птицеводстве и мясном скотоводстве.

### 1.6.3. ГИБРИДИЗАЦИЯ

Гибридизацией называют скрещивание животных, принадлежащих к разным видам или даже родам. Потомство от такого скрещивания называют гибридами. В настоящее время гибридами также называют животных, полученных от скрещивания генетически различных исходных форм — специализированных линий и пород (см. синтетические линии). В животноводческой практике гибридизацию применяют для получения пользовательных животных и создания новых пород. Однако этот вид скрещивания связан с рядом трудностей — нескрещиваемостью отдельных видов между собой и частичным или полным бесплодием некоторых гибридов. Из-за различий в наборе и структуре хромосом половых клеток, морфологических и биохими-

ческих особенностей гамет указанные различия приводят к образованию нежизнеспособной зиготы. Гибель гибридного зародыша часто связана с иммунной активностью материнского организма, обуславливающей белковую несовместимость матери и эмбриона.

Примером гибридизации может служить скрещивание кобыл с ослами, в результате которого получают мулов. Мул — достаточно крупное животное, характеризующееся выносливостью, долголетием и хорошей работоспособностью. При скрещивании ослиц с жеребцами получают лошаков. Эти животные мельче мулов и менее работоспособны.

Домашних лошадей скрещивают с куланами и зебрами. Кулан имеет больше сходства с лошады, чем зебры и ослы. Скрещивание домашней лошади и ее дикого предка лошади Пржевальского приводит к получению плодовитых самок и бесплодных самцов (вследствие неполноценного сперматогенеза).

Большую хозяйственную ценность представляют плодовитые в обоих полах гибриды между крупным рогатым скотом и зебу. В результате такой гибридизации в США выведены новые породы мясного скота — санта-гертруда, бифмастер, чарбрей, брафорд; в Бразилии — сан-пауло; на Ямайке — молочная порода, хоуп-голштин; на Кубе — сибонья, которые хорошо переносят жару и устойчивы к гемоспоридиозам.

Весьма эффективны для производства говядины многопородные гибриды. Бычки от кубинского зебу, галловейского и кавказского бурого скота в 18-месячном возрасте имеют живую массу более 500 кг.

Повышенной продуктивностью характеризуются плодовитые межвидовые гибриды верблюдов — одnogорбого (дромедара) и двугорбого (бактриана). Гибридов первого поколения (нары) успешно используют как в зоне распространения дромедаров (Туркменистан), так и в зоне разведения бактрианов (Казахстан). По величине нары превосходят более крупных бактрианов на 14 %.

Для высокогорных районов Алтая важное народно-хозяйственное значение имеет скрещивание яка с симментальским скотом. Гибриды приспособлены к разведению на альпийских пастбищах, характеризуются хорошей молочностью и высокой жирностью молока (5—7 %).

Получены гибриды от скрещивания крупного рогатого скота с бизонами, гаялами, африканским скотом ватуси, а также гибриды зубров с бизонами.

На основе скрещивания тонкорунных овец и дикого барана муфлона создана порода горный меринос. Путем скрещивания маток новокавказских мериносов, прекос и рамбулье с диким бараном архаром в Казахстане выведена порода казахский архаромеринос.

Домашние овцы и домашние козы между собой не скрещиваются: эмбрионы погибают в первый месяц развития. Домашние свиньи свободно скрещиваются с диким европейским и индокитайским кабанам и дают плодовитое потомство.

В птицеводстве наибольший интерес представляют гибриды обыкновенного фазана с диким кавказским; домашней утки с мускусными; курицы с павлином, цесарки с фазаном; индейки с цесаркой и др.

В последние десятилетия при внедрении индустриальных технологий в свиноводстве и птицеводстве широко используют прогрессивные методы разведения животных. Ведутся работы с изолированными генетическими группами как внутри пород, так и полученными на основе скрещивания ряда пород и линий. Так, в Нидерландах широкое распространение получили гибриды гипор. Работу по их созданию вели более 10 лет. Для выведения гибридов использовали животных 20 лучших пород мира.

Гибридное происхождение имеют также животные химеры, полученные от объединения (слияния) эмбрионов двух, четырех и более пород животных. В этих генетических мозаиках могут одновременно сочетаться ценные молочные и мясные признаки исходных пород крупного рогатого скота.

В перспективе предусмотрено получение большого числа потомков животных от генетически ценных маток путем применения методов суперовуляции, клонирования и трансплантации. Разработана методика получения генетически идентичных близнецов у крупного рогатого скота путем деления 4-клеточного зародыша пополам или бластоцисты на две равноценные части с последующими трансплантацией и приживлением в организме коров-реципиентов. Этим методом уже получены десятки идентичных телят-близнецов.

## **1.7. ВЕТЕРИНАРНАЯ СЕЛЕКЦИЯ В РАЗВЕДЕНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ**

Благодаря целенаправленной селекции, проводившейся в последние десятилетия, значительно повысился генетический потенциал животных по многим хозяйственно полезным признакам. Вместе с тем все чаще возникают проблемы, связанные с плодовитостью животных и резистентностью их к болезням. Эти проблемы невозможно решить только за счет улучшения кормления, технологии содержания или средствами ветеринарной терапии. На практике фармацевтические средства и препараты, повышающие иммунитет, очень часто недостаточны для лечения и профилактики болезней.

Результаты исследований отечественных и зарубежных ученых подтверждают немаловажное значение наследственности в проявлении резистентности или восприимчивости животных к определенным болезням, устойчивости к неблагоприятным факторам внешней среды. Известный ветеринарный генетик Ф. Б. Хатт, подчеркивая значение генетической профилактики болезней, отмечал, что внутри вида находятся индивидуумы, способные жить с возбудителями болезни, в то время как другие заболевают. Он считал, что в результате накопления благоприятно действующих генов резистентных индивидуумов можно создать резистентные к болезням линии и породы.

В настоящее время используют генетические методы для поиска и анализа причин, обуславливающих снижение уровня воспроизводительной функции и жизнеспособности, распространение аномалий, а также ведется разработка научно обоснованной системы их профилактики.

Многие формы патологий животных имеют генетическую основу и связаны с мутациями и рекомбинациями наследственного материала — генов и хромосом.

**Роль мутаций и рекомбинаций генов в возникновении патологии у животных.** Мутации, представляющие собой стойкие изменения в структуре ДНК, хромосом и количественном составе кариотипа, постоянно и с определенной частотой возникают в популяциях животных.

Фенотипически мутации нередко проявляются в виде врожденных уродств (аномалий), смертности, снижении жизнеспособности и устойчивости к болезням, нарушении воспроизводительной функции. В популяциях сельскохозяйственных животных в процессе длительного их существования накоплен определенный груз вредных рецессивных мутаций и аббераций хромосом. Для профилактики распространения вредных мутаций прежде всего необходима организация учета всех форм патологии животных.

Генетический контроль (мониторинг) вредных мутаций должен включать тщательный клинический анализ болезней и уродств, экспертизу происхождения аномальных животных, выяснение роли наследственности в их этиологии. Значение проблемы генетического мониторинга в современном животноводстве связано с рядом обстоятельств. Так, в связи с использованием искусственного осеменения постоянно сокращается число производителей. Следовательно, степень влияния каждого из них на генофонд стада, распространение наследственных дефектов значительно увеличилась. Поэтому при организации крупномасштабной селекции важное значение приобрела оценка генотипов быков, хряков, баранов, используемых в интенсивном воспроизводстве. Контроль воспроизводительных способностей производителей обще-

принятыми методами по качеству потомства не дает полных сведений о возможности генетического влияния их на оплодотворяемость, эмбриональную смертность, рождение аномального и нежизнеспособного, подверженного заболеваниям потомства. Ситуация осложняется тем, что большинство аномалий и уродств — это рецессивно наследуемые генные мутации, фенотипически проявляющиеся только в гомозиготном состоянии. Такие наследуемые хромосомные аномалии проявляются лишь у взрослых дочерей производителей в виде гибели эмбрионов.

Для проверки производителей на носительство скрытых генетических дефектов и элиминации их из воспроизводства необходимы регистрация всех случаев уродств и аномалий, контроль состояния структуры и функции хромосом.

Организация мониторинга в животноводстве позволяет контролировать уровни мутагенов в окружающей среде, их влияние на хромосомный аппарат, рост, развитие и продуктивность животных, осуществлять профилактику распространения генетической патологии.

Генетический груз популяций животных представлен широким спектром не только генных мутаций, но и aberrаций хромосом в виде количественных изменений в кариотипе — анеуплоидия (полиплоидия, гиперплоидия, гипоплоидия) и структурных перестроек (транслокации хромосом, инверсии, делеции, нехватки, дубликации и др.). Избыток или недостаток хромосом у индивидуума, как правило, приводит к его гибели еще в период эмбрионального развития. Исключения составляют носители моносомии, трисомии и некоторых других вариантов анеуплоидии по половым хромосомам, которые выживают, но являются бесплодными.

Сами живые носители структурных перестроек хромосом не имеют выраженных фенотипических отклонений. Однако в гаметогенезе у них формируются половые клетки с несбалансированным набором хромосом, дающие начало нежизнеспособным эмбрионам, что является причиной снижения уровня воспроизводительной функции. Эти aberrации, являясь сбалансированной частью хромосомных мутаций, передаются по наследству.

**Особенности распространения генетических аномалий у животных.** В современных условиях разведения животных, когда генотип производителя за короткое время может быть репродуцирован тысячами его потомков, ущерб от рождения аномального приплода, снижения его плодовитости и жизнеспособности может быть больше улучшающего эффекта по продуктивности, если производитель является носителем вредных генов или aberrаций.

При интенсивном использовании в разведении производителей гетерозиготных носителей вредных мутаций, а затем быков,

содержащих в кариотипе вредные гены, их самих, а также их сыновей и внуков частота генетической аномалии быстро возрастает. Например, в костромской породе интенсивно использовали быка Бурхана 6083, в потомстве которого было зарегистрировано несколько типов уродств (укорочение нижней челюсти, мопсовидность и пучеглазие, водянка, слепота, уродства конечностей и др.). Если частота этих аномалий в приплоде Бурхана составила 4,37 %, то у его внука быка Жетона 3501 уже 17,3 % потомков имели уродства головы.

При анализе 14 линий костромского скота выявлено большое число уродств в линии Ладка. Причиной такого явления обычно служит насыщение родственной группы животных (линии) рецессивными мутациями при отсутствии браковки. Влияние дрейфа генов, усиление концентрации вредного аллеля возрастают при повышении нагрузки на одного производителя. Скорость протекания генетико-автоматических процессов (дрейфа) зависит от эффективной численности популяции.

Зависимость интенсивности генетико-автоматических процессов от размера популяции определяют по формуле

$$K = 1/2N_e,$$

где  $K$  — доля, на которую изменяется концентрация аллеля;  $N_e$  — эффективная численность популяции.

Так, если на поголовье 1000 маток будут использовать пять быков, значение  $A'$  составит 2,0 %, а при использовании одного быка  $S$  будет равна 10 %. Особенно резко может повыситься частота мутантного аллеля в популяции, если при разведении линии генотип гетерозиготного родоначальника будет репродуцироваться с применением инбридинга, как это имело место в линии Ладка и его продолжателя Бурхана. В пяти поколениях этой линии зарегистрировано 117 телят-уродов. В большинстве случаев родословные отцов и матерей замыкались на трех предков — быках Бурхане, его отце Ладке и деде Салате. В ряде случаев инбридинг был комплексным — одновременно на указанных производителей или усиливающимся, что повышало вероятность перехода мутантных генов в гомозиготное состояние.

При интенсивном использовании ограниченного контингента производителей в товарных хозяйствах генетическое разнообразие популяции суживается даже при своевременной ротации линий. Такое положение может привести к сочетанию родственных по генотипам (гетерозиготных носителей вредных генов) производителей и маток и, как следствие этого, рождению аномального потомства. С другой стороны, интенсивное кроссирование линий в

племенных хозяйствах неизбежно будет приводить к стихийному родственному спариванию в товарных хозяйствах и массовому проявлению инбредной депрессии, в том числе повышению частоты уродств и аномалий в популяциях.

Инбредная депрессия может возрасти в результате миграции. Под миграцией в животноводстве понимают импорт производителей, маток или гамет (спермиев, а также яйцеклеток и эмбрионов), закупки племенных животных из других зон страны. При использовании завезенных животных в местную популяцию могут быть введены не только желательные гены, повышающие продуктивность, но и аллели, обуславливающие летальные и полуметальные аномалии.

Известно немало случаев генетических аномалий вследствие миграций. Чтобы не допустить массового распространения наследственной патологии, необходимы проверка генотипов производителей на носительство вредных генов и исключение из интенсивного использования носителей мутаций.

### **1.8. ПРОФИЛАКТИКА РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЛЕТАЛЬНЫХ И ПОЛУЛЕТАЛЬНЫХ АНОМАЛИЙ У СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ**

Причина летальных и полуметальных аномалий в основном связана с переходом в гомозиготное состояние мутантных рецессивных генов. Для того чтобы вредные рецессивные мутации не распространялись в конкретном стаде или породе, необходима организация генетического контроля (мониторинга) за проявлением патологии у животных.

В каждом стаде должна быть налажена система учета рождения уродливого и аномального приплода. На основании этого учета проводят генетический анализ для установления роли наследственности в возникновении аномалий. Такой анализ должен подкрепляться сведениями из литературы относительно причин данной патологии.

Если в стаде животных появляется врожденная аномалия и установлено, что она контролируется аутосомным рецессивным геном, это значит, что оба родителя, от которых получен аномальный потомок, являются скрытыми (гетерозиготными) носителями данной мутации. При искусственном осеменении рецессивные мутации могут быстро распространиться в породе, если будут использованы проверенные на мутацию производители. Особенно недопустимо использование гетерозиготных по вредным рецессивным генам производителей в племенных хозяйствах.

Если аномалии возникают у высокопродуктивных родителей в племенных стадах, то мужских потомков целесообразно проверять

на гетерозиготное носительство путем родственных спариваний. Для интенсивного использования производителей в последующем отбирают только тех из них, у которых при инбридинге не было получено аномального приплода. Проверка производителей по качеству потомства должна предусматривать учет не только продуктивности потомства, но и его жизнеспособности.

**Влияние генетических факторов на мертворожденность и постнатальную смертность молодняка.** Мертворожденность и гибель молодняка в первые дни после рождения причиняют значительный ущерб животноводству. Подсчитано, что в общем доходе, получаемом от коровы, 10—12 % составляет доход от теленка. Мертвыми рождаются от 1 до 10 % телят. Причины рождения нежизнеспособных телят могут быть различными. Значительную долю (около 20 %) перинатальной смертности приплода крупного рогатого скота составляют трудные отелы.

На частоту мертворожденности оказывают также влияние генетические и средовые факторы, порода и методы разведения. Установлено влияние отцов на частоту мертворождений и смертности телят после рождения. Перинатальная смертность может быть связана с применением инбридинга.

При проверке производителей по качеству потомства необходимо вести строгий учет заболеваемости и смертности, а также вынужденного убоя молодняка. Быков, имеющих преимущество по ряду селекционируемых признаков, но характеризующихся повышенной смертностью потомков (более 5 %), следует использовать очень ограниченно.

Для определения генетических и средовых причин смертности приплода в товарных хозяйствах необходимо одновременно использовать сперму не одного, а нескольких производителей. В этом случае достоверно повышенную частоту смертности в потомстве определенного быка при прочих равных условиях надо рассматривать как проявление генотипа данного производителя.

### **Контрольные вопросы и задания**

1. Дайте определение породе. 2. Что такое онтогенез? 3. Перечислите основные показатели учета и оценки роста и развития. 4. Какие факторы влияют на рост и развитие? 5. Назовите методы оценки экстерьера и конституции и дайте им характеристику. 6. Назовите основные принципы и методы отбора. 7. Назовите методы подбора животных, используемые в племенных хозяйствах. 8. Что такое гетерозис? 9. Дайте характеристику основным методам разведения сельскохозяйственных животных. 10. Что такое гибридизация?