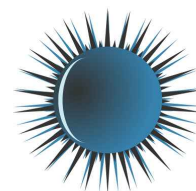
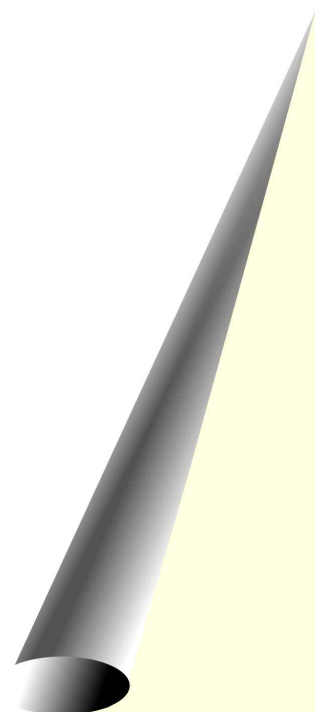


Разведение
сельскохозяйственных
животных
с основами частной зоотехнии



Разведение с.-х. животных

*19. Селекция животных
на устойчивость
к заболеваниям*



СЕЛЕКЦИЯ ЖИВОТНЫХ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К ЗАБОЛЕВАНИЯМ

1. Факторы селекции с. – х. животных на устойчивость к заболеваниям
2. Оценка эффективности с. – х. животных на резистентность к болезням
3. Проведение селекции с. – х. животных на резистентность к болезням

Болезни наносят животноводству огромный ущерб. В разных странах и районах удельный вес тех или иных болезней в общей заболеваемости различен. Так, из 267 тыс. больных коров в Норвегии маститом заболело 33,5%, кетозом — 21 %, молочной лихорадкой—11,6%, задержка последа отмечена у 4,5% животных, тихая течка — у 3 %, киста яичников — у 2,5 %, метриты — у 2,2%, расстройство пищеварения — у 1,8%, ламиниты— у 1 % коров и т. д. Из всех коров ежегодно выявляется: больных маститом—18%, кетозом— 11,2 и молочной лихорадкой— 6,5 %.

Данные о заболеваемости коров голштинской породы в 32 стадах США свидетельствуют о большом удельном весе мастита и болезней, влияющих на воспроизводительную способность животных. Ниже приведена заболеваемость коров голштинской породы в 32 стадах в Онтарио (США) (по DoHoо и др., 1984), %:

Мастит (легкая форма)	14,2	Травмы сосков	1,9
Мастит (тяжелая форма)	2,6	Болезни пищеварительной системы	1,4
Метриты	18,2	Респираторные болезни	1,4
Кисты яичников	10,4	Аборты	1,4
Задержка плаценты	8,6	Смещение сычуга	1,2
Кетоз	7,4	Травматический ретикулоперитонит	0,9
Болезни конечностей	5,0		
Трудные отелы	4,2		

Кроме прямого ущерба, наносимого животноводству вследствие снижения продуктивности, увеличения затрат на лечение, обслуживание животных и т. д., болезни значительно снижают темпы генетического прогресса при селекции. Поэтому наряду с ветеринарными мерами борьбы с болезнями

необходимо разрабатывать и внедрять генетические методы повышения устойчивости животных разных видов к заболеваниям. В связи с этим верна мысль Н. И. Вавилова о том, что среди мер защиты растений от разнообразных заболеваний, вызываемых паразитическими грибами, бактериями, вирусами, а также различными насекомыми, наиболее радикальным средством борьбы является введение в культуру иммунных сортов или создание таковых путем скрещивания.

Однако селекция животных на резистентность к болезням

затрудняется рядом факторов:

- 1) сложной генетической обусловленностью устойчивости;
- 2) сложной генетической природой самих макро- и в меньшей степени микроорганизмов и сложными взаимоотношениями между ними;
- 3) невозможностью широкого использования заражения (как у растений) для выявления резистентных и восприимчивых индивидуумов;
- 4) отсутствием надежных косвенных критериев (генетических и биохимических маркеров) устойчивости или восприимчивости;
- 5) быстрой изменчивостью патогенов и возникновением новых резистентных штаммов, преодолевающих устойчивость животных;
- 6) часто большим интервалом между поколениями и необходимостью длительной селекции;
- 7) невозможностью использования индуцированного мута-генеза;
- 8) наличием в некоторых случаях отрицательной корреляции между устойчивостью и признаками продуктивности.

Установлено, что генетическая устойчивость к одному виду патогенов не сопровождается резистентностью к другим видам. Однако не выяснено существование отрицательной связи между устойчивостью к разным болезням. Остается открытым вопрос, может ли селекция на резистентность к одному заболеванию привести к увеличению восприимчивости к другому?

Изменчивость паразитов усложняет выполнение селекционных программ, направленных на повышение устойчивости. В растениеводстве из-

вестно много примеров, когда сорта с хорошей устойчивостью, например к стеблевой ржавчине, впоследствии сильно поражались новой расой гриба-возбудителя. Это вызывает необходимость снова проводить селекцию на резистентность. Тем не менее известны примеры длительной устойчивости. Так, сорт яблони Северный разведчик оставался устойчивым против кровавой тли более 100 лет и только недавно был поражен новым биотипом кровавой тли в Австралии (Рассел, 1982).

Подобная длительная устойчивость возможна и у животных. В исходной популяции мышей-альбиносов внутрибрюшинное введение $1 \cdot 10^7$ клеток салмонелл приводило к гибели через 7—8 дней почти всех животных. Отбор мышей в течение 11 поколений резко повысил устойчивость к салмонеллам. Прежняя летальная доза вызывала гибель только 40 % животных к 20-му дню. После прекращения отбора достигнутая устойчивость сохранялась в течение 63 поколений (Goven, 1964). Эти эксперименты указывают на возможность создания и поддержания длительной устойчивости к болезням и у сельскохозяйственных животных

Оценка генофонда пород и линии

Оценка генофонда пород по устойчивости к десяткам и сотням различных заболеваний — важная задача. Однако довольно полная такая оценка, видимо, не проведена ни по одной породе. Тем не менее известны многочисленные примеры породной устойчивости к различным болезням. Эта устойчивость возникла в результате естественного отбора, так как целенаправленная селекция по этому признаку в масштабе породы до настоящего времени практически не проводилась. Знание генофонда пород позволяет более эффективно их использовать в реализации селекционных программ.

Местный зебувидный скот Индии более резистентен к чуме крупного рогатого скота, ящуре и сибирской язве, чем британские породы. По данным

М. Рчеулишвили и др. (1980), зебу обладает комплексной устойчивостью к ящуру, пироплазмидо-зам, трихостронгилидозам и некоторым болезням органов пищеварения и дыхания.

Скот породы н'дама — один из наиболее устойчивых к пироплазмозу. Поскольку пироплазмоз представляет серьезную проблему для многих стран Африки, то породу н'дама планируют использовать для повышения устойчивости скота к этому заболеванию. Скот породы н'дама во много раз меньше поражается трипаносомозом и анаплазмозом по сравнению со шви-цами, голштинами и скотом других пород. Он более устойчив также к нематодам семейства *Trichostrongylidae*.

Однако порода н'дама очень восприимчива к чуме крупного рогатого скота. Поэтому животные этой породы были очень сильно поражены в XIX в. во время пандемии чумы крупного рогатого скота (Murray и др., 1982). Это один из примеров того, когда высокая устойчивость породы или линии к одной болезни сочетается с сильной восприимчивостью к другой.

В Индии у крупного рогатого скота назальный шистосомоз регистрируется в 20 раз чаще, чем у буйволов. Домашний водяной буйвол и желтый скот о. Тайвань устойчивы к туберкулезу, бруцеллезу, анаплазмозу и гриппу. Водяной буйвол устойчив также к чуме крупного рогатого скота.

Западноафриканские аборигенные овцы относительно устойчивы к анаплазмозу и бабезиозу. Летняя экзема реже встречается у овец бурула, чем у овец ромни-марш.

У лошадей известны межпородные различия по салмонел-лезу. Лошади исландской породы отличаются высокой чувствительностью к летней экземе.

Собаки боксеры, терьеры, эрдельтерьеры и бульдоги очень устойчивы к чуме, тогда как немецкие овчарки, ньюфаундленды, борзые и мопсы легко заболевают.

Таким образом, всесторонняя оценка генофонда пород позволяет выявить их устойчивость и восприимчивость к различным болезням. Селекционер может использовать генофонд некоторых пород как источник повышения

устойчивости животных к болезням.

Наследуемость и повторяемость устойчивости

Знание доли генетической изменчивости в общей изменчивости необходимо для выбора плана селекции на устойчивость к заболеваниям. Генетическое разнообразие устойчивости к лейкозу, маститу, атрофическому риниту, остеохондрозу, болезни Марека и другим болезням в некоторых стадах наряду с отбором семейств и производителей достаточно для проведения массового отбора на повышение резистентности к этим болезням. Однако массовый отбор не дает эффекта при снижении бесплодия и пренатальной смертности у скота, смертности у кур, вследствие малого генетического разнообразия этих признаков и сильного влияния многочисленных факторов среды.

Для селекционера важно также изучение повторяемости в генетической взаимосвязи признаков. Коэффициент повторяемости (в течение нескольких лактации) кетоза равен 0,50, мастита - 0,36, родильного пареза —0,37. Генетическая корреляция между трудными отелами у первотелок и взрослых коров довольно высокая и колеблется в пределах 0,5—0,94. Отрицательная высокая генетическая корреляция существует между легкостью отелов у коров и выживаемостью телят (—0,8). Коэффициент генетической корреляции между содержанием иммуноглобулинов G₁, G₂, M и A колеблется от 0,5 до 0,9. Изучение корреляций необходимо при поиске критериев отбора на резистентность. Так, у овец между количеством яиц гемонхов и оценкой гематокрита коэффициент корреляции равен 0,52. Высокая связь выявлена у кур между иммунным ответом к ньюкасл-ской болезни и иммунным ответом к *E. coli* ($r=0,77$).

Массовый отбор на резистентность

Генетический эффект (селекционный сдвиг) зависит от коэффициента наследуемости, интенсивности отбора и интервала между поколениями. Поэтому массовый отбор на устойчивость к болезням, которые имеют низкую наследуемость, неэффективен. Низкий относительный эффект массовой селекции получают и при низкой частоте заболеваемости животных в стаде.

Д. В. Карликов (1984) приводит данные, что при заболеваемости около 10 % поголовья и коэффициенте наследуемости по нормальной шкале, равном 50 % (0,5), генетический эффект при массовом отборе (выбраковка всех больных животных) не превышает 2 % на одно поколение; при частоте заболевания 5 % генетический эффект равен 0,5 % (заболеваемость потомства от отобранных здоровых родителей составит 4,5%). Если общая заболеваемость в стаде ниже 2 %, то эффект селекции за поколение составит только 0,07 % (заболеваемость потомства будет 1,93%).

При заболеваемости, например, лейкозом, 30 % животных от всего поголовья можно путем выбраковки больных коров и всех их потомков за два поколения снизить пораженность до 8—10 %.

Однако при любой величине генетического эффекта массового отбора необходимы проведение семейного отбора и оценка производителей по устойчивости потомства к болезням. Эффективность селекции еще больше может возрасти при использовании отбора по косвенным признакам, которые коррелируют с резистентностью.

Комплексная оценка генофонда семейств, линий и производителей

Массовый отбор, отбор семейств и оценка производителей являются прямой селекцией на устойчивость к болезням. При низких значениях h^2 устойчивости к тем или иным заболеваниям необходим отбор семейств и оценка производителей по резистентности потомства.

Нами (В.Л. Петухов, 1978) предложена комплексная оценка генофонда

семейств по признакам продуктивности, длительности продуктивного использования, устойчивости к десяткам различных болезней и распространению наследственных аномалий.

Здоровые особи из двух семейств могут иметь разные генотипы по устойчивости к болезням. Частота заболеваемости животных семейства в сравнении со средней по стаду может служить характеристикой среднего генотипа семейства и с определенной вероятностью характеризует генотип каждой особи этого семейства. Поэтому только о здоровых животных из устойчивых семейств с большей вероятностью можно сказать, что они обладают резистентностью. Если в отношении каждого отдельного животного это заключение может быть ошибочным, то в общем оценка всех особей этих семейств окажется правильной.

Комплексная оценка позволяет выявить семейства с высокой продуктивностью, крепкой конституцией, комплексной резистентностью к нескольким болезням, стрессоустойчивостью, с низким генетическим грузом, характеризующиеся длительностью хозяйственного использования и спокойным нравом. Селекция должна быть направлена на создание таких семейств. Матери будущих производителей и продолжателей линий должны, как правило, происходить из таких семейств. Коровы-доноры для трансплантации эмбрионов должны также отбираться из этих семейств, а к ним следует подбирать производителей-улучшателей с комплексной устойчивостью к заболеваниям и проверенных на носительство вредных рецессивных генов и хромосомных нарушений. Конечно, матери производителей и коровы-доноры должны также подвергаться цитогенетическому контролю.

В результате комплексной оценки генофонда семейств выявлено семейство № 2866, отличавшееся высокой продуктивностью, резистентностью к лейкозу, туберкулезу, отсутствием пренатальной смертности, наследственных аномалий, долголетием и продолжительностью продуктивного использования.

Семейство № 121 было устойчиво к туберкулезу, бруцеллезу, характе-

ризовалось средней резистентностью к лейкозу, отличалось долголетием и высокой продуктивностью.

Нежелательно разведение таких семейств, как 3734, особи которого были очень восприимчивы к лейкозу (44%) и туберкулезу (63,6%), не отличались долголетием и имели среднюю продуктивность.

Вот некоторые примеры. При оценке быка № 152 черно-пестрой породы выяснено, что его дочери были относительно устойчивы к туберкулезу (10%), но очень восприимчивы к лейкозу (29%), болезни конечностей зарегистрированы у 14% потомков, болезни половых органов — у 10%. В связи с предрасположенностью дочерей этого быка к лейкозу не рекомендуется использовать его как производителя. Широкое использование таких производителей, как № 1406, позволит повысить в популяции процент животных с «резистентными генотипами». Дочери этого быка отличались высокой продуктивностью, были устойчивы к лейкозу (1,2%), бруцеллезу (13,8%), болезням конечностей (1,4%), половых органов и т. д.

Такая же комплексная оценка необходима и для линий. Правда, без целенаправленной селекции в пределах породы крупного рогатого скота вряд ли могут быть линии, устойчивые к маститу, туберкулезу, бруцеллезу, лейкозу и т. д.

Если оценить тысячи животных в пределах линий, то различия между линиями будут небольшие, хотя в некоторых стадах они могут быть более существенными. Это и понятно. Без целенаправленного отбора и подбора не может возникнуть линий, устойчивых к болезням, тем более в результате кроссов генетические различия между линиями сглаживаются.

Показатели отбора при селекции на устойчивость к болезням

Для обеспечения селекции на устойчивость нужно выявлять резистентных и восприимчивых особей. Без искусственного заражения можно диффе-

ренцировать родственные группы и отдельных животных по устойчивости и восприимчивости к маститу, лейкозу и другим болезням, потому что естественное заражение животных трудно исключить.

Устойчивость к туберкулезу, бруцеллезу, лептоспирозу и другим болезням можно определить только в неблагополучных по заболеваемости стадах. Следует помнить, что по фенотипу отдельных животных трудно определить наследственную устойчивость или восприимчивость из-за сложной генетической обусловленности этих признаков и влияния факторов среды. Частота заболеваемости животных в родственной группе в сравнении со средней по стаду или по другим родственным группам может быть критерием резистентности или восприимчивости. Поэтому, кроме массового отбора, используют оценку семейств и генотипа производителей по устойчивости и восприимчивости потомства к болезням.

Для выявления устойчивости и восприимчивости проводят искусственное заражение животных клещами, гельминтами и т. д.

В Австралии устойчивость скота к клещам оценивают путем надевания ошейника с 20 тыс. личинок и подсчета числа клещей после определенного промежутка времени. Устойчивость оценивают также путем подсчета клещей на определенной площади (один или несколько участков) поверхности тела животных.

Wharton и др. (1973) измеряли уровень резистентности путем заражения скота, находящегося на свободном от клещей пастбище, 20000 личинками через 14 дней и подсчитывали полунапившихся женских особей клещей длиной 4,5—8 мм на одной стороне тела животных через 17—30 дней после заражения. Резистентность выражалась как средний процент личинок клещей, не достигших зрелости, когда полунапившихся женских особей оценивали в соотношении 1:1. Скот, который имел 0, 100 или 1000 созревших самок клещей, имел резистентность соответственно 100, 99 или 90 %. Эти методы интенсивно используются в Австралии. Utech и др. (1978) относили животных с 98%-ной резистентностью к высокоустойчивым, с 95—98 %-ной —

к среднеустойчивым, с 90—95 %-ной— к низкоустойчивым, а с резистентностью менее 90 % — к очень низкоустойчивым.

В качестве оценки устойчивости и восприимчивости к нематодам предлагают использовать число яиц в 1 г фекалий, число гельминтов, скорость выведения гельминтов, а также длину гельминтов (у резистентных животных гельминты короче). В качестве дополнительной оценки можно привлекать уровень антител в сыворотке крови.

Резистентность к туберкулезу, например семейств кроликов, можно оценивать после введения стандартной дозы возбудителя по продолжительности жизни и среднему числу возбудителей, необходимых для образования одного бугорка.

Резистентность свиней к бруцеллезу можно определить после искусственного заражения с помощью реакции агглютинации. Отсутствие реакции агглютинации указывает на резистентность, а наличие — на чувствительность к бруцеллезу.

Косвенные признаки могут быть показателями отбора на резистентность. Титр антител может быть одним из признаков, селекция по которому позволяет повысить устойчивость к некоторым заболеваниям. Устойчивость к синдрому стресса у свиней можно выявить с помощью галотанового (фторотанового) теста.

К сожалению, для большинства болезней пока неизвестны надежные показатели, по которым возможна успешная селекция на резистентность, не требующая больших затрат.

Селекция животных на устойчивость к болезням

В опытах на мышах и крысах была показана возможность селекции на резистентность к различным болезням. Выведены мыши, устойчивые к лейкозу, салмонеллам и т. д. Созданы линии со 100 %-ной устойчивостью к воз-

будителю желтой лихорадки к линии со 100 %-ной восприимчивостью. Следует обратить внимание на тот факт, что достигнутая в результате отбора резистентность может длительно сохраняться. Например, возникшая во время эпидемии в Бомбее (Индия) устойчивость крыс к возбудителю чумы оставалась высокой с 1931 по 1959 г., хотя эпидемия чумы в Бомбее в этот период отсутствовала. У сельскохозяйственных животных высокая резистентность может поддерживаться путем отбора и подбора. Например, при спаривании резистентных к лептоспирозу свиноматок и хряков заболеваемость потомства в 30 раз меньше, чем при подборе восприимчивых родителей.

Большим достижением в подходе к проблеме селекции на устойчивость к болезням является картирование у мышей генов резистентности. L. Bassalik-chabielska (1981) приводит данные о локализации в хромосомах мышей некоторых генов, обуславливающих резистентность. Ген Lsh, контролирующий рост *Leishmania donovani* внутри печени и селезенки, расположен в проксимальном конце 1-й хромосомы. Лocus Ric контролирует летальную инфекцию, вызванную *Reckettsia tsutsugamushi*, расположен в средней части 5-й хромосомы и тесно сцеплен с геном деградации сетчатки глаз (rd). Лocus Ну, контролирующий резистентность к летальной инфекции, вызываемой *Salmonella typhimurium*, расположен в 1-й хромосоме рядом с локусом Lsh. Чувствительность к *Leishmania tropica* у мышей кодируется одним аутосомным доминантным геном. Эти примеры свидетельствуют о возможности открытия некоторых генов резистентности и у сельскохозяйственных животных.

Ниже рассмотрены примеры успешной селекции на устойчивость к некоторым болезням.

Селекция скота на устойчивость к клещам и жаре.

Первым и пока единственным примером успешной селекции крупного рогатого скота на устойчивость к клещам и жаре является выведенная в течение 25-летней работы новая порода для тропиков австралийский молочный зебу. Ее создание было продиктовано необходимостью выведения скота,

устойчивого к паразитам и условиям тропиков, как зебу, и высокопродуктивного, как европейские породы, которые в условиях тропиков не могли дать высокую продуктивность.

Новая порода получена путем скрещивания зебу с европейскими породами и несет около 20—40 % крови зебу. Животные породы отличаются выносливостью, крепостью, устойчивостью к жаре и клещам, а продуктивность находится на уровне сверстниц европейских пород.

На первом этапе создания австралийского молочного зебу скрещивали джерсейских коров с быками породы скота *B. indicus* (красный синдхи и сахивал).

На втором этапе (с 1962 г.) коров различных европейских пород осеменяли спермой быков, полученных от высокопродуктивных коров с 50 % крови *B. indicus*.

С 1964 г. ввели дополнительно два селекционируемых признака. При селекции скота оценку на устойчивость к жаре проводили в помещении с регулируемым климатом. В последующем испытания в таком помещении показали, что в течение месячного стрессового периода при температуре 36 °С удои фризских коров упал на 30%, а австралийского зебу при температуре 40 °С — меньше, чем на 5 %.

Для проверки на устойчивость к клещам каждому быку с месячным интервалом надевали ошейник, содержащий 40 тыс. личинок клещей. Перед созреванием самок клещей быков каждое утро загоняли в помещение и подсчитывали насосавшихся клещей. Быков с меньшим числом клещей проверяли по качеству потомства. Использование только резистентных быков позволило ежегодно улучшать резистентность к клещам на 2 %. Установлено, что быки с 7д крови зебу имели такую же устойчивость к клещам, как и чистопородные зебу.

На третьем этапе (с 1968 г.) сперму быков, проверенных по качеству потомства по селекционируемым признакам, использовали в кооперативных стадах.

В настоящее время австралийский молочный зебу — единственная в мире порода скота, которую селекционируют по молочной продуктивности, устойчивости к жаре, клещам.

Селекция на устойчивость к гельминтам.

Гельминтозы травоядных и птиц, вызываемые нематодами рода *Trichostrongylus*, паразитирующими в сычуге и тонких кишках, называются три-хостронгилезами. Возможность селекции на устойчивость к три-хостронгилезам была доказана на модельном объекте — морских свинках. Аутбредные морские свинки различаются по индивидуальной чувствительности к нематодам *Trichostrongylus columbriformis*. Каждое животное инвазировали 2000 личинок и вели селекцию на устойчивость и восприимчивость в течение пяти поколений. Резистентность определяли по относительной плодовитости гельминтов (число яиц в 1 г кала, умноженное на число дней). У животных исходной популяции средняя относительная плодовитость гельминтов была около 6350 яиц. Селекция оказалась успешной.

В восприимчивой линии в III и IV поколениях изгнание гельминтов происходило на 14-й и 21-й день позже, чем в резистентной линии. Показана роль иммунной системы в определении устойчивости к гельминтам. После тимэктомии и обработки антилимфоцитарной сывороткой в двух линиях наблюдалась повышенная восприимчивость к гельминтам.

Выдвинуто предположение о том, что быстрый прогресс в селекции морских свинок на восприимчивость к инвазии свидетельствует о контроле иммунных механизмов освобождения от гельминтов доминантными генами. В опытах на мышах также показано, что высокая устойчивость к *T. muids* (более быстрое освобождение от гельминтов) наследуется как доминантный признак. При этом самая устойчивая линия мышей реагирует на более низкий порог инвазии. Это говорит о том, что контроль уровня инвазии, при котором узнается антиген, генетически обусловлен (Уэйклин, 1983). Эти данные указывают на возможность селекции сельскохозяйственных животных на устойчивость к гельминтам.

Селекция кур на устойчивость к пуллорозу.

В птицеводстве большой экономический ущерб приносит пуллороз (тиф). Это инфекционная болезнь куриных, вызываемая бактериями *Salmonella pullorum*, характеризуется поражением кишечника, паренхиматозных органов у молодняка и яичников у взрослой птицы.

Роберте и Кард (1935) в течение 4 лет проводили селекцию на резистентность к пуллорозу путем искусственного заражения кур двух линий породы белый леггорн. В селекционируемых линиях выживаемость после заражения стандартной дозой возбудителя была 61 и 70 %, а в контроле — 28 %. В линии, селекционируемой 9 лет, выживаемость цыплят после заражения стандартной дозой возросла до 74 %.

Селекция на резистентность возможна без заражения животных, если известны косвенные признаки (маркёры), указывающие на устойчивость или восприимчивость животных к болезни. Ф. Хатт с сотр. показал эффективность непрямой селекции кур на устойчивость к пуллорозу. Устойчивость связана со скоростью повышения температуры тела цыплят с 38,9 °С (при вылуплении) до температуры тела взрослой птицы 41—42°С (в возрасте 10 дней). Наиболее устойчивы цыплята, у которых температура тела повышается быстро.

Предполагают, что повышение температуры тела ускоряет образование антител. У цыплят породы белый леггорн температура тела повышается более быстро, чем у плимутроков и род-айландов. Этот критерий был использован для создания двух линий. В течение двух поколений одну линию селекционировали на быстрое, а другую — на медленное повышение температуры тела у цыплят. В I поколении у цыплят линии, селекционируемой на быстрое повышение температуры, средняя температура за первые 6 дней была выше на 0,23 °С, чем у цыплят линии, селекционируемой на низкую температуру. Во II поколении различия возросли до 0,33 °С. После экспериментального заражения цыплят двух линий стандартной дозой *S. pullorum* выяснилось, что цыплята линии, селекционируемой на высокую температуру

тела, более устойчивы к болезни.

Пуллороз является хорошим примером, показывающим влияние среды на наследственную резистентность. Цыплята были здоровыми, когда в первую неделю жизни выращивались при температуре 35 °С. Некоторые из них, генетически резистентные к *S. pullorum* при 35°С, заболели, если выращивались при температуре 30 °С. Наоборот, многие цыплята, восприимчивые к (пуллорозу при температуре 35 °С, были резистентными, когда выращивались при 40 °С (Hutt, 1982).

Селекция кур на устойчивость к эймериозу (кокцидиозу).

Проведено большое число экспериментов по селекции кур на устойчивость к эймериозу. В качестве критерия устойчивости использовали способность цыплят раннего возраста к выживанию в течение более 10 дней после заражения определенным числом ооцист. Во всех случаях селекция была успешной. Например, в линии, отселекционированной на устойчивость к эймериозу, заболело 15% особей, в линии, отселекционированной на восприимчивость, — 72%, а в неотселекционированной популяции — 34%. В другом селекционном эксперименте за три года удалось снизить заболеваемость с 62,1 до 14,1 %.

В одном из опытов по селекции на резистентность к эймериозу заражали цыплят породы белый леггорн *S. tenella*. Смертность потомства разных петохов колебалась от 29 до 90 %, а в среднем была 60,7%. В течение 3—4-летней селекции смертность в группе резистентных птиц снизилась до 22,1 %

Живая масса у резистентных цыплят была выше (115 г), чем у восприимчивых (94 г). Выявлена положительная корреляция между выживаемостью цыплят у отдельных несушек и средней массой цыплят ($r=0,43$). В процессе селекции генетическая изменчивость между группами возрастала, а внутри групп уменьшалась.

Селекция кур на устойчивость к болезни Марека.

Некоторые исследователи считают, что только три или четыре поко-

ления нужно для создания линий кур со 100%-ной устойчивостью или со 100%-ной восприимчивостью к развитию болезни Марека при средней смертности в исходной популяции, равной 51%.

Селекцию двух линий кур породы белый леггорн на устойчивость и восприимчивость к болезни Марека проводили следующим образом. Цыплятам в возрасте 2 дней инокулировали стандартную дозу вируса штамма JM, вызывающего болезнь Марека. В линии N выявили семейства более резистентные, а в линии P — восприимчивые к болезни. Производителей, от которых произошли эти семейства, вторично спаривали с большим количеством устойчивых или восприимчивых матерей. В результате селекции в течение четырех поколений заболеваемость в резистентной линии jV составила 3,6 %, а в восприимчивой линии P — 96%. Такая быстрая дифференциация двух линий свидетельствует о том, что устойчивость и чувствительность к болезни Марека контролируется немногими генами. В последующем было установлено, что в VI поколении особи линии N были гомозиготны по аллелю Ви-системы групп крови B, а в линии P большинство членов имели аллель B19. Можно считать, что аллель B21 является генетическим индикатором (маркером) резистентности кур к болезни Марека. Известно, что, кроме аллеля Vz1, аллели 2, 6, 7 и 14 определяют умеренную резистентность к болезни Марека, а аллели 1, 3, 5, 13, 15 и 19 обус* ловливают высокую восприимчивость.

В одном из опытов селекция на скорость роста у кур привела к увеличению чувствительности к болезни Марека. Между массой взрослых кур породы леггорн и резистентностью к этой болезни обнаружена отрицательная генетическая корреляция ($r_G = -0,40$).

Селекция овец на устойчивость к скрепи.

Эффективность селекции овец английской породы свейлдейл на снижение чувствительности к агенту скрепи была продемонстрирована в работе D. Davies и др. (1985). Овец заражали путем подкожного введения 5 мл суспензии 10 %-ного гомогената головного мозга, полученного от больных скре-

пи животных. В течение 7-летних наблюдений заболело 85 % овец из 294. Выявлено 80 % случаев раннего заболевания через 287 дней (93—495 дней) после заражения и 20 % случаев позднего проявления болезни через 1207 дней (870—2115 дней).

Ягнят от незаболевших родителей снова заражали суспензией головного мозга естественно больных овец. Наблюдения вели в течение 2120 дней. Заболеваемость ягнят составила 27 %, а в контрольной группе — 64%. Установлено, что от больных родителей 100 % потомков также заболело скрепи. Если был болен один из родителей, то заболело 33 % потомков.

В случае выживания обоих родителей после заражения среди потомства не было больных скрепи. В результате селекционного эксперимента была создана группа племенных животных с пониженной чувствительностью к скрепи. В дальнейшем планируется использовать баранов из созданной отары в стадах с высокой заболеваемостью скрепи. В породах овец хердвик и шевиот созданы линии, устойчивые против агента скрепи штамма SSBPfl.

Селекция животных по поведению.

Индивидуальные различия в поведении животных обусловлены генетическими факторами и условиями среды. Животные разных генотипов по-разному реагируют на содержание в условиях промышленной технологии. Существует высокая корреляция между типом нервной деятельности и способностью животных к адаптации. Коровы с высокой и средней стрессоустойчивостью характеризуются лучшей молочной продуктивностью и лучшей приспособленностью к машинному доению.

Г. А. Стакан и др. показали генетическую обусловленность типов поведения овец. Между типом поведения овец—матерей и их дочерей — существует положительная связь. Овцы спокойного типа имеют большую продуктивность и устойчивы к стрессорным факторам.

Под руководством академика Д. К. Беляева были проведены длительные эксперименты по селекции серебристо-черных лисиц на усиление агрес-

сивности и спокойного по отношению к человеку поведения (приручаемость). Степень приручаемости и агрессивности оценивали в баллах (от 1 до 4). Исходная популяция имела оценку 0,96 балла. Отбор на приручаемость в течение 18 поколений привел к созданию популяции вполне ручных лисиц. Средняя оценка приручаемости равна +2,4 балла. В результате отбора на агрессивность в F7 средняя агрессивности стала —2,2 балла.

Непрямая селекция на резистентность

Заражение животных возбудителями болезни для выявления устойчивых и восприимчивых особей в большинстве случаев неприемлемо. Поэтому изучается возможность использования непрямой селекции по генетическим или биохимическим маркерам (индикаторам) для повышения резистентности к болезням. Маркерные признаки должны характеризоваться: 1) достаточно высокой (для практического применения) генетической корреляцией с резистентностью к болезни; 2) высокой наследуемостью; 3) высокой повторяемостью; 4) ранним проявлением — для оценки устойчивости животных в раннем возрасте; 5) независимым от условий среды наследованием (кодоминирование и т. д.). Некоторые генетические маркеры, обладающие этими свойствами, вам уже известны. Это антигены B21 и B19 5-системы групп крови у кур, коррелирующие с устойчивостью и восприимчивостью к болезни Марекка, галотановый тест, с помощью которого можно выявить свиней, чувствительных к злокачественной гипертермии.

Один из индикаторов устойчивости к раку глаз и глазных век у скота геррефордской породы — пигментация вокруг глаз. В условиях интенсивной солнечной радиации животные с пигментацией на веках и вокруг глаз меньше заболевают раком глаз, чем белоголовые особи с непигментированными веками. Генетическую устойчивость или восприимчивость по пигментации можно определить в 3-месячном возрасте. Предлагают вести селекцию у ге-

рефордского скота на тип животных, имеющих пигментированное кольцо вокруг глаз. Если оба родителя не поражены раком после 4 лет, то заболеваемость их потомства в 3 раза ниже по сравнению с потомками больных родителей.

Маркерами резистентности к бактериальным болезням может быть интенсивность продукции антител, титр иммуноглобулинов (общий или определенных классов), пик сывороточных антител после стимуляции бактериальными антигенами.

Установлено, что концентрация сывороточных иммуноглобулинов выше у герефордских и герефордХангусских телят, чем у симментальских и пинцгаузских.

Выявлено значительное генетическое разнообразие некоторых механизмов резистентности у быков. Коэффициенты наследуемости этих признаков были от 0,14 до 0,56.

Селекция на иммунный ответ. Основой непрямой селекции на резистентность к болезням может быть селекция на иммунный ответ. Но селекционеру следует при этом учитывать и признаки продуктивности. Для этого надо определить генетические корреляции между иммунным ответом и резистентностью к болезням с продуктивностью животных.-

Таким образом, генетический эффект непрямой селекции-животных по иммунному ответу или другому коррелирующему с резистентностью признаку зависит от интенсивности селекции, наследуемости иммунного ответа, генетической корреляции между иммунным ответом и резистентностью к заболеванию и среднего квадратического отклонения к болезни, обусловленного аддитивными генами. .

Эффективность селекции на иммунный ответ доказана во многих исследованиях. Биози в пяти селекционных экспериментах на мышах путем иммунизации различными антигенами вывел линии, различающиеся по титру агглютининов в 85—310 раз. Так, в XX поколении линии мышей различались в 90 раз по титру агглютининов против /-антигена салмонелл. Образование

антител к различным антигенам у мышей — количественный признак и контролируется 2—18-м локусами. Коэффициент наследуемости силы иммунного ответа равен 0,20, наследуемость общей иммунной реактивности — 0,16—0,36.

В результате селекции кур (с генотипами В1В1 по В-системе групп крови) на высокий и низкий иммунный ответ к *S. pullo-gum* наибольшие различия между этими группами по титру антител были получены в III поколении (Pevzner, 1981). Однако чувствительность к заражению вирусом болезни Марека и общая смертность (с 8 недель до 10 мес) были выше в популяции с высоким иммунным ответом. Сделан вывод, что иммунный ответ контролируется полигенно. В III и IV поколениях сублиний с высоким и низким иммунным ответом к *S. pullo-gum* были иммунизированы синтетическим полипептидом (ГЛУ-АЛА-ТИР).

Предполагают, что генетический контроль общей смертности кур, резистентность к болезни Марека, регрессия опухоли саркомы Рауса и иммунный ответ осуществляется ВL-локусом главного "комплекса гистосовместимости В (Nordskog, 1984).

Таким образом, селекция на иммунный ответ к некоторым антигенам (в том числе и к искусственным) может повысить устойчивость к ряду заболеваний. Важно выявить такие антигены, которые могут быть использованы для непрямой селекции животных на резистентность к болезням. При этом устойчивость может быть к нескольким заболеваниям. Но к каким? Ответ на эти и другие вопросы могут дать дальнейшие исследования.

Активность иммунной системы и факторов неспецифической резистентности способствует продуктивному долголетию животных. По данным Ш. А. Мкртчян (1979), у высокорезистентных овец горноалтайской породной группы живая масса была выше на 18,3 %, а настриг шерсти — на 25,2 %, чем у низкорезистентных. Выявлены и межпородные различия по неспецифической резистентности. Показатели естественной резистентности были выше у овец горноалтайской породной группы, чем у животных алтайской тонкорун-

ной породы.

Ю. Г. Павел, А. Н. Федотовский, Э. К. Вальдман и др. (1985) при селекции кур на устойчивость к болезням предлагают использовать генотипические индексы естественной резистентности производителей и фенотипические индексы естественной резистентности их дочерей. В эти индексы включают бактерицидную активность сыворотки крови, фагоцитарную активность псевдоэозинофилов, лизоцимную активность сыворотки крови, содержание гемоглобина в крови и общего белка в сыворотке крови. При этом они отмечают, что универсальных главных признаков общей резистентности, вероятно, не существует. Удельный вес факториальных признаков, составляющих индекс естественной резистентности, в разных линиях кур значительно варьирует.

Обнаружена генетическая изменчивость лизоцимной активности у скота и концентрации интерферона у кур. Выявлены различия между селекционируемыми линиями по этим показателям и их связь с резистентностью к болезни Марека.

Мероприятия по повышению устойчивости к болезням

Устойчивость к болезням должна стать одним из важных селекционных признаков. Как уже говорилось, болезни наносят большой ущерб животноводству. Так, в США в 1980 г. потери только от болезней крупного рогатого скота составили 5 млрд долларов.

Знание роли наследственности в этиологии болезней необходимо для разработки селекционных программ повышения устойчивости животных. В связи с невозможностью выведения абсолютно резистентных животных необходим комплексный подход к борьбе с болезнями, включающий методы ветеринарии, селекции и обеспечения оптимального уровня кормления и содержания. Относительная наследственная устойчивость животных создает

благоприятные условия и для получения большего эффекта от вакцинации.

Для повышения устойчивости животных к болезням селекционер должен выполнять

следующие мероприятия:

1) организовать диагностику болезней. Все данные о болезнях и причинах выбытия животных должны учитываться в племенных карточках, а также в закодированном виде в каталогах производителей и государственных племенных книгах. При этом учитываются и описываются все аномалии;

2) проводить генеалогический анализ стада и давать комплексную оценку генофонда семейств. Выявлять семейства, устойчивые и восприимчивые к болезням. Необходимо размножать резистентные и высокопродуктивные семейства (особенно с комплексной устойчивостью). Прекращать разведение лейкозных семейств. Не следует использовать потомство лейкозных животных независимо от того, из какого семейства они происходят;

3) отбирать молодняк на племя по возможности от матерей, отличающихся устойчивостью к болезням и длительностью продуктивного использования;

4) постоянно оценивать производителей по устойчивости и восприимчивости потомства к болезням и признакам продуктивности и т. д. Для точной оценки быков-производителей по устойчивости нужно иметь 100—250 потомков. Широко использовать производителей с комплексной резистентностью к болезням. Результаты оценки производителей вносятся в каталоги и ГПК;

5) получать производителей следующего поколения от высокопродуктивных матерей из семейств, обладающих комплексной устойчивостью, и отцов, оцененных по резистентности потомства;

6) применять трансплантацию эмбрионов как один из методов повышения эффективности селекции на устойчивость к болезням. Матки-доноры должны происходить из семейств с комплексной резистентностью. Наряду с продуктивностью крепкое здоровье должно быть одним из показателей при

отборе доноров для трансплантации;

7) обязательно включать в планы племенной работы разделы, освещающие вопросы повышения устойчивости животных к болезням и меры профилактики распространения наследственных аномалий;

8) включать в селекционные индексы информацию о резистентности животных к болезням;

9) применять в комплексе прямого и непрямого отбора, включающего массовый отбор, отбор семейств и в пределах семейств, оценку производителей по устойчивости потомства к болезням, использовать маркеров;

10) проводить комплексную оценку иммунной системы организма, включающей показатели гуморального и клеточного иммунитета и неспецифической резистентности;

11) обрабатывать информацию о заболеваниях и причинах выбраковки животных с помощью ЭВМ;

12) выявлять показатели отбора, в том числе генетических и биохимических маркеров устойчивости, позволяющих вести селекцию без заражения животных;

13) использовать в будущем методы биотехнологии, в том числе генетической и клеточной инженерии, что позволит успешно проводить селекцию на устойчивость к болезням, стрессо-устойчивость и длительность продуктивного использования животных.

Для осуществления программ селекции на устойчивость необходимо творческое сотрудничество селекционеров-зооинженеров, ветеринарных врачей и генетиков.

Видимо, верна мысль Г. Э. Рассела (1982): «Никакие затраты не принесут большего дохода в повышении жизненного уровня и здоровья во всем мире, чем дальнейшее создание устойчивых сортов культур». Следует добавить — и устойчивых пород животных.

Контрольные вопросы и задания.

1. Каково значение селекции в повышении устойчивости животных к болезням'
2. Какие факторы затрудняют селекцию животных на устойчивость к болезням'
3. Каково значение оценки генофонда пород и линий при повышении устойчивости животных к болезням'
4. Что вы можете рассказать о наследуемости и повторяемости устойчивости к болезням?
5. Устойчивость к каким болезням можно повысить путем массового отбора?
6. Каково значение комплексной оценки генофонда семейств, линий и потомства производителей при селекции на устойчивость к болезням'
7. Назовите показатели отбора при селекции на устойчивость.