# **ОГЛАВЛЕНИЕ**

# **ИНТЕРЬЕР ЖИВОТНЫХ**

**ГРУППЫ КРОВИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ**

ПОЛИМОРФНЫЕ СИСТЕМЫ БЕЛКОВ КРОВИ ЖИВОТНЫХ И ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИХ В СЕЛЕКЦИИ

ПОЛИМОРФИЗМ БЕЛКОВ КРОВИ И МОЛОКА В СВЯЗИ С УСТОЙЧИВОСТЬЮ КОРОВ К МАСТИТУ

# **Интерьер животных**

*Интерьер животных — это совокупность морфологических и физиологических особенностей его организма, выявляемых лабора­торными методами с целью уточнения оценки конституциональных, продуктивных и племенных качеств.* Слово «интерьер» обозначает «внутренний» (франц.). Интерьерные исследования в зоотехнии направлены на поиск и познание стабильных внутренних особен­ностей организма здорового животного, характеризующих их на­следственность и коррелирующих с хозяйственно полезными при­знаками. Это позволяет уточнить их племенную оценку, правиль­нее провести отбор, найти лучшие приемы для выращивания и эксплуатации. Особенно большая роль в учении об интерьере отводится прогнозированию будущей продуктивности животного или его потомства, то есть возможно ранней предварительной его оценке. Экономическая эффективность такого приема бесспорна, особенно при широком применении искусственного осеменения и организации животноводства на промышленной основе.

Изучение интерьера направлено на раскрытие связи между формой и функцией, а также между одной и другой функциями в онтогенезе животного. Оно основывается на генетических и он­тогенетических закономерностях — наследовании и развитии при­знаков. Выбирая показатель для оценки производителя, учитыва­ют, как наследуется этот признак потомством. Однако, рассматри­вая организм как единое целое, было бы ошибкой искать для характеристики того или иного хозяйственно полезного свойства какой-то показатель вне зависимости его от всех других особенно­стей организма. При прогнозировании будущей продуктивности животного изучают, как изменяется избранный для оценки интерьерный показатель с возрастом и под влиянием различных внеш­них факторов — кормления, содержания и эксплуатации.

Изучение молочной железы. В 1907 г. Е. Ф. Лискун провел изу­чение *гистологического* строения молочной железы у коров разных пород и установил различное соотношение в ней железистой и со­единительной тканей (табл. 1).

Таблица 1 Соотношение железистой и соединительной тканей в   
 молочной железе коров разных пород

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Порода | На долю деятель­ной ткани прихо­дится всей площади срезов (%) | Средний диаметр альвеол (мик­рон) | На каждые 10 аль­веол этого диаметра приходится эпите­лиальных клеток |
| Серая украинская | 38 | 54 | 6,0 |
| Красная степная | 80 | 106 | 4,2 |
| Ярославская | 90 | 144 | 3,2 |

Е. Ф. Лискун пришел к выводу, что между строением молочной железы и ее функцией существует определенная связь, заключаю­щаяся в степени развития соединительной ткани и в соотношении ее с железистой тканью, а также с диаметром альвеол. Вымя ко­ров молочных пород содержит железистой ткани больше, чем со­единительной. Но он отметил также, что на структуру молочной железы оказывают влияние возраст животных, период лактации или покоя, порода и тип нервной деятельности. После высказыва­ния А. В. Немилова о биологическом значении соотношения желе­зистой и соединительной ткани в вымени было проведено много ис­следований. В одной из своих работ Е. А. Арзуманян (1957 г.) показал, что оптимальным соотношением железистой и соедини­тельной ткани является 75 : 25. Поскольку соединительная ткань выполняет очень важную опорную, трофическую и защитную роль в процессе молокообразования, то лишь определенное соотношение этих тканей обеспечивает высокую функциональную актив­ность железы.

В последнее десятилетие проведены интересные гистохимические исследования вымени. Так, И. Я. Шиховым установлено, что функциональная активность вымени сочетается с содержанием в его железистой ткани нуклеиновых кислот. Соотношение ДНК и РНК меняется с возрастом, а также с течением лактации. Ко­эффициент корреляции между общим количеством нуклеиновых кислот и молочной продуктивностью составлял 0,881, между ко­личеством РНК и молочностью — 0,716. Однако практическое при­менение установленных закономерностей весьма ограничено. И ги­стологические, и гистохимические исследования молочной железы можно провести главным образом после убоя животного. Поэтому результаты подобных экспериментов, отражающие к тому же функ­циональное состояние молочной железы в момент их проведения, могут быть использованы в основном для характеристики пород, линий, семейств. Применение метода биопсии — прижизненного взятия проб — в данном случае мало приемлемо.

Изучение кожи. Основываясь на филогенетическом родстве молочных желез с потовыми, А. В. Немилов (1915, 1927) предпо­ложил наличие зависимости между количеством потовых желез на коже вымени и соотношением железистой и соединительной тканей в нем. В результате ряда исследований был сделан вывод, что у коров, имеющих в коже большое количество потовых желез, при прочих равных условиях, более благоприятное соотношение между железистой и соединительной тканями. Для изучения пото­вых желез можно пробу для гистологического среза брать не из кожи вымени, а на ухе, что осуществляется просто и безболезненно для животного. Н. М. Замятин и многие другие ученые установили корреляционную связь между количеством потовых желез в коже ушной раковины коров и содержанием железистой ткани в вымени.

Все исследователи отметили большую изменчивость количества просветов потовых желез. Однако установлено, что при хорошем развитии потовых желез можно ожидать хорошего развития мо­лочной железы. Подтвердилось это и исследованиями Г. В. Кры­лова (1957). Оказалось, что коровы, у которых в молодом возрасте более развиты потовые железы, отличались впоследствии более высокими удоями. Н. А. Кравченко, А. Г. Безносенко и другие (1960), проанализировав данные по стаду племенного завода «Тростянец», также установили зависимость между развитием потовых желез у телок и их молочной продуктивностью во взрослом со­стоянии (табл. 2).

Таблица 2 Связь между развитием потовых желез у телок и их молочной продуктивностью

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Число животных | Число просветов потовых желез | Удой молока по 3-й лактации (кг) |
| 10 | 30—40 | 5740 |
| 18 | 29—30 | 4366 |
| 11 | Меньше 20 | 4040 |

Поскольку число просветов потовых желез в коже — качество, наследственно обусловленное, по их развитию в коже быка можно судить о молочности его дочерей. Работами С. Н. Конькова (1930), Н. Д. Замятиной (1961), Г. В. Крылова (1957) и др. было доказа­но, что оценка «молочности» быка по развитию желез в коже сов­падает с молочностью его дочерей. Некоторые ученые вели поиск, основываясь на предположении связи уровня функциональной деятельности кожных и молочных желез. Действительно, коровы с более интенсивным потоотделением отличались лучшей молоч­ностью. Количество серки в ушах (свидетельство уровня функции кожных желез) издавна служило в народной селекции признаком молочности. Количество в серке липидов связано с другим важ­ным показателем продуктивности — жирномолочностью. По дан­ным К. К. Бакаловой (1960), у коров симментальской породы, в по­те которых было больше липидов, наблюдался и больший процент жира в молоке. В исследованиях Е. В. Эйдригевича у коров джерсейской породы, отличающихся жирномолочностью, содержание липидов в серке составляло в среднем 61,84% при жирномолочно­сти 4,5%, а у красных степных (жидкомолочных) —соответствен­но 51,07 и 3,78%. Известно также (Г. В. Крылов), что коровы с большим содержанием жира в молоке отличаются лучшим раз­витием сальных желез, большей их дольчатостью, чем коровы *с* низкой жирностью молока.

Особенно велико значение исследований кожи в оценке про­дуктивности овец. Досконально изучена зависимость между особен­ностями строения кожи, густотой и качеством шерсти. Н. А. Диомидова, Е. Н. Панфилова и другие показали, что тонина шерсти — ее важнейшее с технологической точки зрения свойство — зависит от строения и расположения волосяных фолликулов. Из крупных, глубоко расположенных волосяных луковиц развиваются более грубые волокна, чем из мелких и поверхностно расположенных. Тонина шерстинки также зависит от толщины стенки волосяной сумки. Установлена также прямая зависимость между густотой шерсти и развитием кровеносных сосудов кожи. В Литовском научно-исследовательском институте животноводства успешно про­водится ранняя оценка баранчиков по гистологическим показате­лям. Этот метод основан на корреляции между густотой фоллику­лов в коже при рождении и настригом шерсти во взрослом состоя­нии (г = +0,66+0,15). Для этого у баранчиков в области лопатки или бочка ножницами путем биопсии берут образцы кожи. Обра­зец заключают между двумя квадратиками картона, перевязыва­ют и помещают в раствор 10%-ного формалина на 24—48 часов.

Затем по соответствующим гистологическим методикам приготов­ляют срезы и препараты, которые исследуют.

Исследования мускульных волокон. Изучение скелетных мышц с целью найти различия по величине мускульной клетки между животными разного направления продуктивности было начато К. Мальсбургом (1911). Он полагал, что размер мускульного во­локна, зависящий в большой степени от количества в нем воды, должен давать представление об интенсивности обмена веществ, темпераменте, конституции и хозяйственных качествах пород и ин­дивидуумов. Исходя из большой роли в жизни клетки ядра, он считал, что ядро взаимодействует с меньшим количеством плазмы клетки в том случае, если клетка невелика, то есть обмен веществ в ней происходит интенсивнее. Таким образом, мясные флегма­тичные животные должны иметь крупные, с большим количеством воды клетки, вес которых сравнительно больше, а энергичные жи­вотные— мелкие, сухие клетки, небольшого веса. Своими исследо­ваниями К. Мальсбург частично подтвердил эти положения.

Однако очень быстро пришли к выводу, что оценка животного по размеру клетки и содержанию в ней воды неприемлема. Тем более, что обнаружилось много исключений и противоречий. У шортгорнов (классическая мясная порода), например, мускуль­ная клетка оказалась мельче, чем даже у животных молочных по­род. В дальнейшем также убедились, что размер клетки зависит от возраста, пола, внешних условий, в частности от особенностей выращивания. Со времени первых исследований мышечного волок­на с точки зрения оценки конституции и продуктивных качеств сделано очень много открытий в области морфологии и физиоло­гии мышц. Зоотехническую же науку интересуют главным образом вопросы, связанные с характером формирования отдельных мышц (особенно дающих мясо высших сортов) в онтогенезе: интенсив­ность их роста, химический состав и прочие особенности, обуслов­ливающие получение мяса высокого качества и в максимальном количестве. Проблема прижизненного прогнозирования мясной продуктивности ждет своего решения, которое ни простым, ни лег­ким быть не может. Ведь, несмотря на то, что теперь на вооруже­нии морфологов имеется электронный микроскоп, а биохимики владеют тончайшими методиками анализа, до сих пор нет единого мнения о росте скелетных мышц ни в утробный, ни в послеутробный периоды.

Наследуемость (h2) отдельных признаков, характеризующих мясные качества животных, отличается большой изменчивостью. Этими признаками являются вес при рождении, при отъеме, в кон­це откорма, вес туши, привес, оплата корма, качество мяса. Лишь последнее из них (качество мяса), для характеристики которого применяются лабораторные методы исследования, может считать­ся интерьерным. Однако методики прижизненной оценки или про­гноза этого свойства животных, разводимых с целью получения ценнейшего продукта в питании человека — мяса, пока нет.

Исследования костной ткани. Костной ткани в организме жи­вотного принадлежит не только опорная и двигательная функции. Об активной роли ее в минеральном обмене животного свидетель­ствуют результаты многих научных исследований. Состав ее не постоянен и отражает баланс электролитов в организме. Губчатое вещество кости наполнено кровообразующим красным костным мозгом, а в трубчатых костях взрослых животных содержится кост­ный мозг, который рассматривают как депо питательных веществ. Кость также резервирует минеральные вещества. Интересны рабо­ты, посвященные изучению физических и химических свойств кост­ной ткани животных различных видов и пород.

Известно, что на химический состав и крепость костей лошадей влияет минеральный состав почвы и кормов. Но независимо от этого в костях быстроаллюрных лошадей минеральных веществ больше, чем в костях лошадей шаговых пород. Рентгеновскими ис­следованиями у новорожденных жеребят установлена прямая связь ширины костномозговой полости с процентом гемоглобина. Прочность разных костей различна и зависит от возраста, породы, кормления животного. Прочность кости лошади на сжатие в 2—3 раза больше прочности гранита, а в отношении растяжения почти равна латуни и чугуну (П. Г. Алтухов). Методом рентгенографии И. Г. Шарабрин установил, что в организме высокопродуктивных коров во время интенсивного раздоя количество костного вещест­ва уменьшается. Этим методом начинают контролировать состоя­ние минерального обмена коров, поставленных на раздой.

Показатели температуры тела, частоты пульса и дыхания. Уро­вень продуктивности животных связан с интенсивностью окисли­тельно-восстановительных процессов, протекающих в организме. Более высокопродуктивные коровы отличаются учащенным пуль­сом, глубоким дыханием и высоким кровяным давлением. У лоша­ди по увеличению частоты пульса после испытаний судят о ее тре­нированности и работоспособности. Изменчивость этих показате­лей у здорового животного чрезвычайно высока и зависит от его возраста, пола, нервной и мускульной деятельности, полового со­стояния, уровня продуктивности, сезона года и многих других фак­торов. Поэтому их использование для оценки интерьера животного крайне ограничено, поскольку они в большинстве случаев отража­ют лишь колебания «в пределах нормы».

Исследование крови. От состава крови, от работы кровеносной системы зависит не только нормальная жизнедеятельность орга­низма, но и его продуктивность и воспроизводительная способ­ность. Поэтому при интерьерной оценке животных гематологиче­ские показатели имеют очень большое значение. Тем не менее не следует забывать, что состав крови может значительно изменяться в зависимости от возраста и пола животных, физиологического со­стояния организма (беременность, лактация, усиленная мышечная работа и т. д.), а также от типа кормления и сезона года. Поэтому связь между гематологическими показателями, типом конституции и особенностями продуктивности животных не всегда бывает до­статочно ясно выражена.

При изучении крови обращают внимание прежде всего на та­кие показатели, как количество эритроцитов и лейкоцитов, лейко­цитарная формула (содержание в процентах отдельных форм лей­коцитов), содержание гемоглобина, резервная щелочность крови, содержание белков, липидов, сахара и других веществ. Важным показателем является общее количество крови в организме, хотя определение его без убоя животного весьма сложно. Довольно хо­рошо изучены возрастные изменения гематологических показате­лей. По данным П. А. Акопяна (1939), у крупного рогатого скота общее количество крови увеличивается от первого месяца жизни до 7—8-летнего возраста в 9 раз. Процентное отношение крови к весу тела почти не изменяется. Количество эритроцитов и про­цент гемоглобина в крови новорожденных выше, чем в крови жи­вотных других возрастных групп. Диаметр эритроцитов с возра­стом увеличивается. На протяжении жизни животного происходят резкие изменения в процентном отношении нейтрофилов, лимфоци­тов и других форм лейкоцитов. Исследованиями Е. В. Эйдригеви­ча, X. Ф. Кушнера и других установлены довольно значительные половые различия в показателях крови. Так, у взрослых самцов содержание эритроцитов и гемоглобина выше, чем у самок.

Обнаружена связь между показателями крови и живым весом: по данным X. Ф. Кушнера и Е. В. Эйдригевича, А. П. Никольского и других исследователей, у крупного рогатого скота и овец в пре­делах породы более крупные животные имеют повышенное число эритроцитов, причем увеличивается и диаметр последних. Это свя­зано, по-видимому, с интенсивностью роста молодняка. В исследо­ваниях Е. В. Эйдригевича выявлена прямая зависимость между скоростью роста телят и ягнят и количеством эритроцитов в их крови.

Большой интерес представляет изучение показателей крови жи­вотных в связи с породными, конституциональными и продуктив­ными различиями. По данным В. И. Зайцева (1931, 1938), в крови лошадей верховых пород содержание эритроцитов выше, чем у тя­желовозов. В. И. Патрушев (1938) показал, что повышенная рез­вость у лошадей связана с большим содержанием в крови формен­ных элементов, сухих веществ, сахара, глютатиона, глобулинов, при пониженной частоте пульса и дыхания (в спокойном состоя­нии). Однако у крупного рогатого скота наблюдаются иные соот­ношения. В крови пород мясного направления число эритроцитов, содержание гемоглобина и сухого вещества выше, чем в крови мо­лочного скота. Опытами Е. В. Эйдригевича, И. С. Токаря, А. П. Ни­кольского, проведенными на животных симментальской, красной степной и тагильской пород, установлена аналогичная закономер­ность и внутри каждой породы: у животных узкотелого типа гема­тологические показатели ниже, чем у широкотелых. Однако это во­все не означает, что уровень окислительно-восстановительных процессов в организме молочных коров ниже, чем у мясного скота. Ведь жидкая фракция крови является тем материалом, из которо­го в организме коровы синтезируется молоко, и у молочной коро­вы этого материала должно быть очень много. Более низкая кон­центрация эритроцитов и гемоглобина в пробе крови компенси­руется большим объемом крови, лучшим кровоснабжением органов, тканей и клеток, хорошим развитием органов дыхания. П. А. Коржуев считает, что исследование состава «капли крови» без учета ее общего количества не может дать полного представления об уровне окислительно-восстановительных процессов в организме. Попытки многочисленных исследователей найти связь между ге­матологическими показателями и молочной продуктивностью коров дали весьма разноречивые результаты. Одни ученые (А. П. Ни­кольский, Г. А. Бондаренко и др.) установили определенную по­ложительную корреляцию между удоями и основными показате­лями крови, другие (С. Кронахер, X. Ф. Кушнер и др.) такой связи не обнаружили, а Л. Прохаска (1905) и Е. В. Эйдригевич (1949) нашли, что в крови высокопродуктивных коров содержание эри­троцитов и гемоглобина даже несколько понижено. Правда, по данным Е. В. Эйдригевича, существует достоверная корреляция между величиной годового удоя и показателями крови коровы пе­ред отелом, но во время лактации число эритроцитов снижается и начинает вновь увеличиваться лишь с уменьшением суточных удоев во второй половине лактации.

Жирномолочность является одним из важных показателей про­дуктивности. Неудивительно поэтому, что ученых особо интересу­ет вопрос о связи жирномолочности с содержанием тех или иных веществ в крови животных. В исследованиях Р. П. Жебенка и А. В. Вилунайте (1958), Г. И. Азимова (1971) довольно четко вы­явлена положительная корреляция между содержанием липидов в крови нетелей и их жирномолочностью в течение последующей лактации. В литературе имеются данные о связи гематологиче­ских показателей с шерстной продуктивностью у овец (Б. А. Плиев, 1947), с плодовитостью и молочностью у свиней (М. Д. Любец-кий, 1957), оплодотворяющей способностью спермиев у петухов (X. Ф. Кушнер и М. Д. Кондратюк, 1946), с качеством спермы у быков (Е. В. Эйдригевич).

**Группы крови сельскохозяйственных животных.**

В последнее десятилетие важное место в интерьерных ис­следованиях заняло изучение групп крови и других полиморфных систем крови (а также молока) животных. Начало учению о груп­пах крови было положено врачами-медиками, еще в прошлом сто­летии заметившими, что при переливании крови одного человека другому иногда происходит агглютинация (склеивание) эритроци­тов, приводящая к тяжелым осложнениям и даже смерти больно­го. В начале XX века Ландштейнер, Янский и другие ученые уста­новили, что это явление зависит от наличия в сыворотке крови осо­бых веществ белкового характера — антител. Дальнейшее изучение этого вопроса привело к возникновению науки иммунологии. С 1910 г. начали проводить изучение иммунологических явлений у крупного рогатого скота и у сельскохозяйственных животных других видов.

Учение о группах крови сводится в кратком изложении к сле­дующему. Когда в кровь животного попадают чужеродные (то есть не свойственные данному животному) белки или иные высо­комолекулярные соединения, то для их обезвреживания организм вырабатывает специфические защитные антитела. Вещества же, вызывающие образование антител, принято называть антигенами. У сельскохозяйственных животных наиболее хорошо изучены ан­тигены (или так называемые факторы крови), расположенные в оболочках эритроцитов, а также вырабатываемые против них ан­титела. Несмотря на то, что химический состав антигенов и анти­тел исследован еще недостаточно, взаимодействие между ними изу­чено весьма детально. Оно протекает чаще всего в виде реакций гемолиза и агглютинации. Если смешать в пробирке эритроциты одного животного с сывороткой крови другого животного, в кото­рой имеется одно или несколько антител против антигенов, нахо­дящихся в этих эритроцитах, то при соответствующих условиях ан­титело свяжется с антигеном, что вызовет разрушение оболочек эритроцитов. Произойдет гемолиз, то есть выход гемоглобина из разрушенных эритроцитов в сыворотку крови, вследствие чего она окрасится в интенсивно красный цвет. Такая реакция называется гемолитическим тестом (гемолитической пробой).

Для протекания гемолиза необходимы определенная темпера­тура (20—26°) и присутствие в пробирке комплемента — вещества не выявленного пока состава, содержащегося в большом количест­ве в сыворотке крови кроликов и морских свинок. Гемолиз является основным типом реакции между антителами и антигенами у круп­ного рогатого скота и овец. Взаимодействие антигена и антитела может приводить также к агглютинации (склеиванию) эритроци­тов. Реакция агглютинации применяется при исследовании групп крови у лошадей, свиней, кроликов и кур. Во всех случаях важней­шим свойством антител является их специфичность. Антитело всег­да реагирует только со «своим» антигеном, против которого оно выработано, и не реагирует ни с какими другими антигенами; то же можно сказать и об антигене. Такая высокая специфичность и дает возможность проводить анализ групп крови с большой точ­ностью.

Антитела делятся на естественные и иммунные. Естественные антитела содержатся в крови животных (а также человека) с са­мого рождения или образуются в течение короткого периода после рождения и присутствуют в организме большей частью в течение всей его жизни. К этой группе принадлежит несколько антител крупного рогатого скота, лошадей и свиней. Естественные антите­ла встречаются далеко не у всех животных данного вида, они не­многочисленны и поэтому играют в учении о группах крови весьма

ограниченную роль. Гораздо большее значение имеют иммунные антитела, которые удается получать посредством иммунизации жи­вотных, то есть введения эритроцитов одних животных (доноров) в кровяное русло или в мускулы других животных (реципиентов). После нескольких инъекций в сыворотке крови реципиента появ­ляются иммунные антитела, выработанные организмом против соответствующих антигенов донора. Конечно, антитела образуют­ся только против тех антигенов, которых нет в эритроцитах са­мого реципиента. Антигены донора, имеющиеся и у реципиента, не являются для последнего «чужими» веществами, и поэтому против них не вырабатываются антитела.

Донор и реципиент лишь в редких случаях отличаются друг от друга каким-либо одним антигеном. В большинстве случаев в эри­троцитах донора имеется несколько антигенов, которых нет у реципиента. Вследствие этого в организме реципиента вырабатыва­ется не одно антитело, а несколько, против всех «чужих» антиге­нов, и сыворотка его крови дает гемолитическую реакцию не с одним антигеном, а с несколькими. Такая сыворотка называется сырой сывороткой, и для анализа групп крови она непригодна. С целью удаления ненужных антител ее подвергают абсорбции, то есть последовательно смешивают с эритроцитами, содержащими соответствующие антигены, которые связываются с этими антите­лами (гемолиза при этом не происходит, так как к сыворотке не добавляют комплемент). После такой обработки в сыворотке оста­ется антитело только против одного фактора крови. Такая сыво­ротка называется специфической антисывороткой и является чув­ствительным реагентом, с помощью которого в эритроцитах любо­го животного данного вида (а иногда и других видов) можно об­наружить наличие соответствующего антигена. Специфические сы­воротки можно хранить в замороженном или высушенном виде в течение длительного времени.

До настоящего времени в эритроцитах крупного рогатого скота выявлено около 100 факторов крови, которые обозначаются боль­шими буквами латинского алфавита. Когда алфавит был исчерпан, стали обозначать факторы буквами с апострофом или штрихом (например, А') или цифрами (Хь Х2, Х3). Большинство этих фак­торов было открыто посредством иммунизации животных. У лоша­дей было найдено 8 антигенов, у свиней—30, у овец—26, у кур —60.

При изучении наследования групп крови установлена важная закономерность: потомки могут иметь только такие факторы кро­ви, которые есть хотя бы у одного из его родителей; если у потом­ка имеется хотя бы один фактор, которого нет ни у отца, ни у ма­тери, это означает, что происхождение данного животного установ­лено по записям неверно. К этому нужно еще добавить, что у потомка совершенно не обязательно должны быть все факторы, имеющиеся у родителей; если родители являются гетерозиготными по каким-либо из факторов, эти антигены потомок может и не

унаследовать. Если бы потомки наследовали все антигены родите­лей, то у всех особей данного вида имелся бы полный набор фак­торов крови и иммуногенетический анализ происхождения живот­ных был бы невозможен.

Указанная закономерность и лежит в основе проверки проис­хождения животных путем анализа групп крови. У потомка и его предполагаемых родителей берут небольшое количество крови (по 10 мл), отделяют при помощи центрифугирования эритроциты, готовят 2%-ную суспензию в физиологическом растворен произво­дят определение имеющихся в эритроцитах антигенов. Для этого каплю суспензии эритроцитов смешивают в отдельных пробирках с двумя каплями каждой специфической сыворотки и каплей ком­племента. Наличие гемолиза в пробирке свидетельствует о том, что в эритроцитах имеется этот антиген; если гемолиза нет, то эри­троциты данного антигена не содержат. После окончания анализа сравнивают наборы факторов крови потомка и его родителей и де­лают тот или иной вывод о происхождении животного. В настоящее время на многих зарубежных станциях искусственного осеменения используют быков, происхождение которых проверено путем анали­за группы крови. Если вспомнить, что от быка получают за год не­сколько тысяч потомков и что ошибки в племенных записях о про­исхождении быков могут привести к большим ошибкам в племен­ной работе, становится очевидной важность такой проверки.

Наследование факторов крови у каждого вида животных конт­ролируется несколькими генами. Большинство факторов крови наследуется по типу аллеломорфных признаков: наличие в хромосо­мах различных аллелей обусловливает наследование тех или иных антигенов. При этом факторы крови могут наследоваться как по­одиночке, так и целыми группами или комплексами, включающими от 2 до 8 антигенов каждая. Так, например, передается по наслед­ству как обособленная единица группа факторов BO1QT1 дающая гемолитическую реакцию со специфическими сыворотками: анти-В, анти-Q1 , анти-Q и анти-Т1 Такие, наследуемые как одно целое, факторы получили название групп крови. Группа крови может со­стоять из одного или нескольких факторов. Отсюда следует, что в иммунологии сельскохозяйственных животных понятие группы крови несколько отличается от привычного для нас понятия, при­нятого в медицине.

Каждый ген (точнее, группа аллелей, находящихся в определен­ном локусе определенной хромосомы) управляет наследованием од­ной системы крови, включающей от одного до нескольких десятков факторов крови, которые, как уже было сказано, могут образовы­вать комплексы или группы. У крупного рогатого скота выявлено 11 систем крови. Наиболее простые системы: J, L, N и Z; каждая из них состоит из одного фактора крови. Генотипически эти системы могут быть представлены в виде трех возможных комбинаций: жи-вотные-гомозиготы, имеющие в каждой из парных хромосом ген данного фактора (например, L/L); гетерозиготы с наличием гена в одной хромосоме и при отсутствии его в другой (обозначение L/—) и, наконец, животные, у которых данный ген полностью отсутствует (—/—). По существу к таким системам можно отнести и систему М, состоящую из двух подгрупп — mi и *М.2.* Система Z интересна в том отношении, что разработаны специфические антисыворотки, которые позволяют различить животных гомозиготных по фактору Z (Z/Z) и гетерозиготных (Z/—). Система FV состоит из двух факторов, ко­торые могут встречаться в комбинациях F/F, F/V, V/V. Из двух фак­торов состоит также система R'S'. Система А включает в себя че­тыре фактора, система SU — пять. Гораздо более сложной является система С, состоящая из десяти антигенов, комбинации которых мо­гут составлять 35 групп крови. Самая сложная система — это си­стема В, включающая свыше 40 антигенов, которые могут образо­вать около 300 групп крови; каждая из них содержит от ! до 8 фак­торов (например, BGK, BO2Y2, D').

Определение групп крови, входящих в систему Ви и С, дает боль­ше всего данных для племенного анализа и при установлении про­исхождения животных. Наличие многочисленных групп крови соз­дает возможность для образования огромного числа комбинаций аллелей, вследствие чего животные, у которых группы крови совер­шенно одинаковы, практически не встречаются. Исключение состав­ляют лишь однояйцевые двойни, имеющие одинаковый тип крови (то есть совокупность всех групп крови). В литературе принято обозначать ген соответствующей группы крови большой буквой сис­темы с обозначением аллеля, написанным рядом сверху. Например, аллель группы крови BO1YoD' системы В обозначается как BBOlY2D

У овец установлено семь систем крови, у свиней— 16, у лоша­дей — 8, у кур — 14. Поскольку учение о группах крови животных еще очень молодо, исследователи продолжают открывать новые ан­тигены и системы крови. Работа по изучению и практическому применению групп крови возможна только в условиях хорошо обо­рудованной лаборатории, при достаточно большом количестве жи­вотных (взрослых или молодых) для иммунизации и получения специфических сывороток. У иммунизированных животных прихо­дится брать много крови (4—5 л) для приготовления сывороток, поэтому с этой целью ценных маток и производителей стараются ие использовать.

В последние годы в СССР и за рубежом, кроме групп крови, стали уделять много внимания изучению полиморфизма белков крови, молока и яиц, выявляемого при помощи электрофореза на крахмальном геле. Оказалось, что многие белки (например, гемо­глобин) можно разделить электрофоретическим путем на несколь­ко типов, причем эти типы, подобно группам крови, контролиру­ются особыми генами. Так, у крупного рогатого скота выявлено четыре типа гемоглобина, десять типов трансферринов ((5-глобули-нов), несколько типов казеина, лактальбумина и лактоглобулина. В яйцах кур обнаружен генетически обусловленный полиморфизм альбуминов и других белков. Проводятся интересные исследования антигенных свойств спермы производителей. Установлено, что в некоторых случаях в организме самок образуются антитела, гу­бительно действующие на спермин некоторых производителей, что является одной из причин яловости.

Накопление знаний о группах крови и других полиморфных си­стемах привело к возникновению новой науки — иммуногенетики, данные которой все шире используются при разведении животных. Уже говорилось об уточнении происхождения животных путем анализа групп крови. Такое уточнение возможно и для животных, потерявших свой номер (конечно, если типы их крови были опре­делены еще до потери). Анализ групп крови дает возможность отличить однояйцевые (монозиготные) двойни, образовавшиеся из одной оплодотворенной яйцеклетки, от дизиготных однополых двоен. Во время эмбрионального развития разнополых двоен иног­да устанавливаются связи (анастомозы) между их кровеносными системами. При этом в организм телочки 'попадает вместе с кровью бычка мужской половой гормон, вследствие чего нарушается нор­мальное развитие ее половых органов. По группам крови можно в самом раннем возрасте выявить таких телок — фримартинов и не планировать их использование для размножения.

Весьма перспективно применение групп крови при анализе про­исхождения отдельных стад, линий и целых пород скота. Исследо­вания Л. Рендела (1958) и других ученых выявили значительные межпородные различия в группах крови крупного рогатого скота. Поскольку факторы крови (антигены) стойко передаются от роди­телей к потомкам, изучение групп крови должно сыграть в племен­ном деле важную роль, помогая установить происхождение пород и отдельных групп животных и взаимоотношения между ними. Так, после анализа групп крови у чешского красно-пестрого скота И. Матоушек пришел к выводу, что в образовании этого скота уча­ствовали многие породы. И. Р. Гиллер (1970) в результате изуче­ния групп крови у симментальского скота в племенных заводах «Тростянец» и «Терезино» выявил довольно значительные разли­чия между этими стадами по распространенности некоторых алле­лей системы В.

Чрезвычайно интересной является идея о возможности связи наследования групп крови и других полиморфных признаков с на­следованием продуктивных свойств животных, например жирно­молочности. Правда, гены, контролирующие наследование групп крови, по-видимому, не оказывают прямого влияния на развитие тех или иных признаков продуктивности. Но эти гены могут нахо­диться в одних и тех же хромосомах с генами, определяющими продуктивность животных. В этом случае те или иные группы кро­ви могут служить «генетическими маркерами», сигнализирующими о наличии у данного животного генов высокой жирномолочности или других генов, непосредственно связанных с продуктивными свойствами животных. Поскольку группы крови можно определить сразу же после рождения животного, то можно предполагать, что

по ним смогут предсказывать его будущую продуктивность. Успеш­ное решение этого вопроса привело бы к «революции» в племенной работе. Имеется довольно много сообщений о связи между отдель­ными группами крови (а также другими полиморфными признака­ми) и некоторыми признаками продуктивности животных. Однако далеко не всегда опубликованные данные потверждаются при по­вторении исследований в других стадах и группах животных.

Весьма обнадеживающими являются исследования И. Р. Гиллера (1970), который определил группы крови знаменитой коровы Воротки 5992 (племенной завод «Тростянец»), уникальной по жирности молока (6,04%). Оказалось, что потомки Воротки, унаследовавшие от нее высокую жирномолочность, одновременно унаследовали и аллель OiTG'K' системы В. Те же потомки Ворот­ки, у которых этот аллель отсутствовал, не имели и столь высокой жирномолочности. Конечно, эти данные еще требуют проверки на других животных, но они, во всяком случае, вселяют надежду на успешное разрешение данной проблемы. На основании приве­денного исследования значительно повысилась вероятность уста­навливать генетическое сходство между родителями и детьми не статистическими приемами («доли крови», генетическое сходство по формуле С. Райта), а по проценту повторений группы крови ро­дителя у потомка. Такое генетическое сходство не между группа­ми с большой численностью животных, а между индивидуумами было бы очень ценным при работе с линиями и семействами пле­менных животных для анализа сочетаемости, кроссов и скрещи­вания.

ПОЛИМОРФНЫЕ СИСТЕМЫ БЕЛКОВ КРОВИ ЖИВОТНЫХ И ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИХ В СЕЛЕКЦИИ

Разработка, освоение и внедрение в практику разведения сель­скохозяйственных животных новейших достижений генетики - реальный путь повышения эффективности селекции. На фермах сложились доста­точно обоснованные методы отбора и подбора животных, с оценкой их по происхождению, конституции, экстерьеру, живому весу, молочной продуктивности и качеству потомства. При бонитировке обеспечива­ется комплексная оценка каждого животного. Однако отдельные мето­да оценки и разведения животных не всегда обеспечивают ожидаемый эффект в селекции. А.И.Храповский и В.В.Павлов (1976 г.) сообща юг данные о том, что показатели продуктивности матерей и более далеких предков не могут гарантировать правильной предварительной оценки потомства.Они же сообщают о довольно противоречивых дан­ных, полученных при изучении связи экстерьера и молочной продук­тивности. Статистическая обработка обширных материалов показыва­ет, что корреляция между отдельными признаками телосложения коров и их уровнем продуктивности является функцией всего организма в целом и множества биохимических и физиологических процессов. Сложные биохимические процессы метаболизма контролируются в каж­дой клетке генами, генотипом. Проявление тех или иных признаков, свойств и уровня продуктивности животного, т.е. фенотипа, зависит от взаимодействия генотипа с условиями среды.Биохимическая при­рода животных, их наследственность и изменчивость - один из наи­более скрытых и сложных резервов повышения продуктивности. Для раскрытия этого резерва необходима разработка новых теорий и бо­лее совершенных методов генетического анализа, с использованием для характеристики животных различных биохимических показателей. "Сельское хозяйство - говорил Л.И.Брежнев (1974), - нуждается в новых идеях, способных революционизировать сельскохозяйственное производство, в постоянном притоке фундаментальных знаний о при­роде растений и животных, которые могут дать биохимия, генетика, молекулярная биология". В нашей стране и за рубежом ведутся иссле­дования генетической обусловленности биохимических показателей

крови, молока, яиц, тканей, изучаются их связи с уровнем продук­тивности, плодовитостью, жизнестойкостью, а также с заболевания­ми животных. Особый интерес представляют белки крови. Их много. Структура каждого белка кодируется одним или несколькими генами. Для целого ряда уже хорошо изученных белков характерны разные наследственно обусловленные фракции (формы), так называемые по­лиморфные системы. Явление наследственного полиморфизма обуслов­лено множественным аллелизмом соответствующего гена. Генетически обусловленные полиморфные системы могут быть выявлены серологи­чески (группы крови) или биохимическими методами (типы белков крови, молока, яиц и др.). Группы крови и системы полиморфных белков специфичны, индивидуальны для каждого животного и не из­меняются в течение жизни, не зависят от условий среда. Это позво­ляет использовать полиморфные системы белков для паспортизации животных по их сугубо индивидуальным группам крови и электрофоретическим типам белков. Определяют полиморфные системы белков и их типы (фракции) методом электрофореза в крахмальном геле по ме­тоду, разработанному в 1955 г. Смитисом и модернизированному дру­гими исследователями. Скорость и дальность миграции каждой фрак­ции зависит от величины ее электрического заряда и от размера макромолекулы белка. В электрическом поле молекулы одних фракций белков оказываются более подвижными ("быстрыми"), а другие менее подвижными ("медленными"). По скорости движения в электрическом поле на крахмальном геле зафиксированные и окрашенные фракции од­ной серии характеризуют фенотип исследуемого белка, специфичного для данного животного. Каждая из систем полиморфных белков насле­дуется по менделевским закономерностям, кодоминантно. При таком типе наследования ни одна из аллелей той или иной полиморфной системы белка не доминирует над другой и у гетерозигот на форе-грамме проявляются оба аллеля. При таком типе наследования фено­тип белка соответствует его генотипу, который имеет такое же бук­венное обозначение.

По Р.А.Хаертдинову, Л.А.Зубаревой (1977) в настоящее время у крупного рогатого скота известен полиморфизм по 20 системам белков и ферментов сыворотки крови, эритроцитов и молока. Наибо­лее широко изучались и изучаются такие полиморфные системы бел-

гемоглобин ( Нв ) - белок эритроцитов; он имеет два аллеля

Нв НВ , а в популяции (стаде, породе) возможны три комбинации этих аллелей, образующих фенотипы полиморфного белка - ВВ("быст­рый"), АА ("медленный") и АВ - две полосы (промежуточные). Карбо-ангидраза (Са) - белок эритроцитов, двухаллельный: сар и cаs, а в популяции можно встретить три фенотипа: FF ("быстрый"), SS -("медленный") и FS - две полосы (промежуточный); церулоплазмин (Ср) - ферментативный белок сыворотки крови, имеет два аллеля-: СрАи срв, а в популяции образует три фенотипа: АА, ВВ, АВ. Трансферин (Tf) - белок сыворотки крови. У европейских пород скота имеет три аллеля: ТFа , tfd, тfе , комбинации которых в популяции образуют шесть фенотипов (генотипов этого белка: АА, ДД,ЕЕ, АЕ, ДЕ, ad) Амилаза (Am) - ферментативный белок сыворотки крови, у евро­пейских пород двухаллельный: Am и АmC, образующий в популяции три фенотипа (генотипа) - ВВ, СС и ВС.

Постальбумин (Ра) к альбумин (Alb-) - двухаллельные белки сы воротки крови животных, каждый из которых в популяции образует по три фенотипа.

Целый ряд отечественных исследователей полиморфных систем белков крови: Л.В.Богданов и В.М.Обуховский (1967), В.А.Джумков (1970), Ю.О.Шапиро (1970), О.А.Иванова и др.(1971), Х.Ф.Кушнер и др. (1973), Н.Н.Колесник, В.И.Сокол (1972) и др., а за рубежом Эштон, Эбертус, Буш и др. считают, что полиморфизмы белков с ус­пехом можно и нужно использовать. практике селекции животных. Постоянствотипов полиморфных белков в онтогенезе, наследование по кодоминантному принципу позволяют использовать их в качестве маркеров отдельных животных для генетической характеристики по­пуляций, анализа происхождения пород, линий, семейств, установле­ния генетического сходства между отдельными животными, линиями, породами, контроля записей о происхождении. В последние годы ряд исследователей делают попытки установить связи различных типов белков крови и молока с биологическими особенностями и уровнем продуктивности животных, использовать их как биологические марке­ры при отборе и прогнозировании продуктивности животных в раннем возрасте. При этом исследования генетически обусловленных поли­морфных систем белков крови не отвергают сложившейся системы пле­менной работы, а дополняют и совершенствуют ее за счет введения объективных биохимических показателей.

ПОЛИМОРФИЗМ БЕЛКОВ КРОВИ И МОЛОКА В СВЯЗИ С УСТОЙЧИВОСТЬЮ КОРОВ К МАСТИТУ

Мастит - широко распространенное заболевание молочной железы коров, которое наносит заметный экономический урон (О.Ф.Сорокина, 1964). В основе профилактики маститов лежат мероприятия по норма­лизации кормления, содержания и эксплуатации коров, по строгому соблюдению всех санитарно-гигиенических правил (Мутовин В.И., 1974).Что же касается роли наследственных факторов в устойчивос­ти коров к маститу, то им до настоящего времени уделяется меньше внимания. Вместе с тем, как убедительно показано Ф.Хаттом (1969), мастит коров является лучшим примером уже доказанной, но все еще не используемой генетической изменчивости в отношении устойчивос­ти к заболеванию. Наследуемость резистентности к маститам, по дан­ным разных авторов, находится в пределах 23-32% (Кушнер Х.Ф.).

В последние года появились сообщения, в которых устойчивость коров к маститу рассматривается в связи с полиморфизмом молочного

белка - лактоглобулина ( Giesecke W.H.Osterhoff ).

По данным Ю.М.Кривенцова и др. разная устойчивость к суб­клиническому маститу коров с типами  *-* лактоглобулина АА, АВ и ВВ может быть связана с различной ингибирующей активностью молока у таких коров. В работе Е.Митчерлиха отмечается пониженная частота групп крови В, К, у коров черно-пестрой порода, больных стрептококковым маститом.

Учитывая не многочисленность исследований, относящихся к свя­зи генетических маркеров с устойчивостью к маститу и интерес этих данных для селекции, нами в племзаводе "Холмогорка" Московской области: проводились наблюдения за коровами двух экологических групп черно-пестрого скота голландской (п=246) и шведской (п=156) по­род. Подробная характеристика стада племзавода была сделана в недавно опубликованной статье П.Е.Полякова . Диагностика субклинического мастита осуществлялась ежемесячно с помощью *5%* димастина в соответствии с Методическими указаниями Главного управления ветеринарии (Мутовин В.И). Коровы, молоко кото­рых в течение периода наблюдений (апрель - сентябрь) не давало положительной реакции с димастином, были отнесены в группу здоровых. Наличие на 2-м-6-м месяцах лактации ре­акции с димастином, оцененной одним или двумя плюсами, классифи­цировали как слабое раздражение вымени, тремя-четырьмя плюсами -как сильное раздражение и субклинический мастит. Те же реакции

в начале и конце лактации, обозначали как неспецифическое раздражение вымени.

Методом горизонтального электрофореза на крахмальном геле по Смитису (smithies) определяли типы полиморфных белков кро­ви и молока; для электрофореза молочных белков использовали моди­фикацию метода, предложенную Д.И.Погоняйло и Л.В.Богдановым.

В таблице I представлены результаты реакции с димастином. В обеих экологических группах суммарное количество здоровых коров и коров со слабым раздражением вымени оказалось сходным и состав­ляло около 52%. У шведских коров сильное раздражение вымени и суб­клинический мастит наблюдались несколько чаще (25,0%), чем у гол­ландских коров (17,0%), однако неспецифическое раздражение вымени в начале и конце лактации у них отмечалось реже (23,1%), чем у голландских коров (30,5%).

Анализ полиморфизма белков крови и молока по шести локусам

( Tf,AM,ds'Cn, Cn,x-Cn, tg ) показал, что наибольшие разли­чия по устойчивости коров к маститу были связаны с локусом - . У коров с типами в lg АА и АВ устойчивость к субклиническому маститу была. выше, чем у коров с типами ВВ (Л.А.Зубарева, Н.И. Кузнецов). В группе голландских коров было выявлено 62 семьи, включаю­щих 157 кopoв, в шведской - 30 семей, включающих 86 коров. Коли­чество коров в семье составляло от 2 до 5 голов. Как видно из представленных в таблице 2 данных, почти в 60% семей голландских коров и в 40% семей шведских коров не наблюдалось случаев сильно­го раздражения вымени и субклинического мастита ("здоровые" семьи).

Шведские коровы из "здоровых" семей характеризовались досто­верно более высокой частотой гена (0,4865)пo сравнению с коровами из "больных" семей, в которых отмечался мастит (0,3776). Аналогичная тенденция повышенной частоты гена lgA в "здоровых" семьях по сравнению с "больными" отмечена и у голландских коров.

# 

# ЛИТЕРАТУРА

1. И.А. Кравченко « разведение с/х животных »

1. В.Ф. Красота и др. « разведение с/х животных »
2. Научные труды института им. В.В. Куйбышева

«Генетика полиморфных белков животных» Том 216