

Разведение собак в питомниках – автор авторитетный судья и разведенец В.А. Калинин, судья всесоюзной категории

Введение

Многое изменилось в нашей стране...

Огромные перемены произошли и в любительском собаководстве. Появились новые для России породы собак. Возникли многочисленные клубы, объединяющие любителей-собаководов по породам и интересам.

Изменились взаимоотношения между собаководами и руководством клубов. Стиль руководства перестал быть командно-административным. Исчезла масса запретов, существовавших ранее. Владельцы породных собак получили право самостоятельно решать как использовать в племенном отношении принадлежащих им животных.

Приобретенная свобода накладывает на собаководов и определенные обязательства, одним из которых является повышение общебиологической, кинологической и зоотехнической грамотности.

Наиболее активные собаководы обзавелись собственными, пусть небольшими, питомниками. Перед ними встали еще более сложные проблемы, чем перед владельцем одной собаки.

И для них значение специальной образованности еще более возросло.

Вспоминается один семинар, который проводил судивший выставку эрдельтерьеров американский эксперт.

На вопрос, существуют ли в США какие-нибудь запреты на вязки собак, он ответил так: «Америка – свободная страна, и каждый может повязать любую принадлежащую ему собаку с кем хочет. Но согласится ли на получение потомства от вашей собаки владелец выбранного вами партнера, зарегистрирует ли это сочетание и потомство Американский Кеннел-Клуб, и будут ли проданы щенки за тысячи долларов или же отданы за бесценок в зоомагазин – это уже другой вопрос. Поэтому любой владелец породистой собаки десять раз подумает, прежде чем получить от нее потомство».

Кстати и за рубежом, прежде чем заняться разведением собак, человек должен быть определенным образом аттестован.¹

1 Как становятся заводчиками, а в последствии и владельцами питомников породистых собак

Все обычно начинается с того, что человек заводит собаку любимейшей породы. Приобретает он собаку через клуб, получает на нее «щенячью карточку», а потом и родословную, в которой записаны предки в трех коленах, со всеми званиями, завоеванными на выставках и соревнованиях.

Чаще всего эта собака оказывается женского пола. По достижении ею определенного возраста владелец решает показать ее на выставке клуба и, к его удивлению, успех превосходит ожидание. Заинтересовавшись выставками, владелец выставляет свою любимицу еще на нескольких, и она опять получает высокие оценки судей.

Постепенно крепнет желание получить от своей собаки потомство.

Проконсультировавшись с кинологом клуба, послушав противоречивые советы «опытных собаководов», владелец суки связывается с владельцем кобеля и к определенному сроку везет свою собаку к брачному партнеру.

Иногда не только в другой город, но и за рубеж.

Совершив бракосочетание и возвратившись домой, владелец суки в муках проводит два месяца.

Здорова ли собака? Все ли идет как надо? Не дай Бог, что-нибудь случится? Родит или не родит? Что делать, когда собака рождает? Опять волнения, опять консультации с клубом, собаководами, ветеринарным врачом.

Наконец наступает счастливый день. Роды приняты.

Под животом уставшей матери копошатся семеро щеночков. Первые две недели, до того как щенки откроют глаза, оказываются самыми легкими для владельца. Но дальше становится сложнее.

На четвертой неделе жизни щенят заводчик совсем сбивается с ног. Щенки расползаются по всей квартире, до конца высосанная мамаша прячется от них. Среди щенят начинаются первые столкновения в борьбе за лидерство.

¹ Сдача экзамена и специальное образование не требуется. Контролируется санитарное состояние и качество содержания собак. Регистрация производится для любого желающего после уплаты определенного взноса и регистрации названия питомника.

А заводчик мечется между необходимостью беспрерывно подтирать лужицы и регулярными подкормками щенков. Рацион щенкам еще нужно приготовить, да и мать забывать нельзя. Так что дел у заводчика – владельца племенной суки – невпроворот.

Но вот щеночки обретаю новых хозяев, а заводчик отдыхает от трудов праведных. Многие владельцы сук, пригодных для разведения, на этом и заканчивают заводческую деятельность. Но энтузиасты получают потомство от своей суки несколько раз, следят за судьбой своих бывших щенков, помогают их владельцам и объединяют их. Многие заводчики оставляют у себя лучших щенков из разных пометов своей суки и получают от них потомство.

Так постепенно складываются небольшие питомники.

Владельцам кобеля создать питомник сложнее.

Дело в том, что в племенной работе участвуют далеко не все кобели. Даже лучшие из них не все оставляют потомство.

Племенной кобель должен быть не только высококлассным по экстерьеру, иметь хорошее здоровье и здоровую психику, но и подходить данному контингенту сук по происхождению.

Некоторые любители завозят кобелей из-за границы и начинают широко их рекламировать. Вскоре они получают значительное число потомков ввозного кобеля. Некоторые из потомков разного пола могут оказаться в руках владельца ввозного кобеля, который начинает вести с ними племенную работу.

Работа с питомником – дело интересное, кропотливое, требующее затраты всех физических и нравственных сил и определенных финансовых вложений. Обогатиться за счет содержания питомника нельзя. Лишь в случае правильно поставленной работы питомник начнет окупать вложенные затраты через несколько лет.

Немало усилий требуется, чтобы добиться общественного признания питомника, чтобы качество собак, выпускаемых из питомника, соответствовало требованиям, предъявляемым стандартом. Эти требования касаются не только экстерьера, но и психики, а значит и поведения животных.

Владелец питомника обязан заниматься селекцией своего поголовья и его потомства.

2 Селекция и разведение – это разные понятия

Разводить, то есть размножать собак, можно, спаривая разнополых особей и получая от них потомство, не ставя перед собой никаких задач по улучшению породы.

Так обычно делают владельцы собак, принадлежащих к породе, но отбракованных клубами или не имеющих родословных. Встретились на прогулке два владельца разнополых собак, поговорили и решили их повязать.

Потомство, полученное от такой вязки, скорее всего, будет хуже родителей, а главное – разнотипно. Если такие неплановые вязки будут продолжаться три-четыре поколения, то потомство значительно отклонится от желаемого типа породы, среди него будут встречаться как переростки так и недомерки, мохначи и жесткошерстные, яркие и бледные по окрасу, собаки с нормальной зубной системой и с отклонениями от нее. Еще более разнообразным по проявлению будет и характер таких собак.

Селекция или же отбор на племя и выбраковка непригодных для этой цели животных – дело жестокое и беспощадное. Ведь выбраковке подлежат не только гомозиготы по нежелательным рецессивам, но и вполне здоровые, соответствующие стандарту собаки, не нужные данному питомнику для разведения. Не следует оставлять в питомнике не используемых в разведении животных «из жалости», ибо их все равно некуда девать². Для каждой собаки, оставленной в питомнике, требуется «жилплощадь», уход, корм и затрата дополнительных средств.

Питомник не должен быть перегружен лишними животными если у владельца нет средств на прокорм и содержание «балластных» собак.

В животноводстве существует понятие интенсивности селекции.

Чем меньшее число потомков оставляется для дальнейшего разведения – тем выше интенсивность селекции.

Индекс интенсивности селекции можно вычислить.

Так, например, в питомнике от четырех племенных сук получено 28 щенков. В дальнейшее разведение вошло 10 животных.

Индекс интенсивности селекции равен:

$$10:28=0.36.$$

Значит, в разведение вошло 36 % рожденного поголовья. Это довольно много.

Вот если бы мы оставили в разведении не десять, а четырех, лучших из этой десятки, собак, то индекс интенсивности селекции был бы:

$$4:28=0.14.$$

² Если средства не позволяют держать просто домашнего любимца, его следует пристроить в хорошие руки. В противном случае, нередко возникает соблазн повязать неудачную, в смысле экстерьера собаку. Такие вязки вредят и качеству разведения и репутации питомника.

В данном случае около 14 % рожденного потомства остается для дальнейшего разведения. А так как оставлены лучшие из лучших, то возможен большой прогресс в осуществлении целей, поставленных питомником.

Вычисляя пропорцию оставляемых на племя животных по отношению к рожденным в каждом поколении, мы получаем индексы интенсивности селекции в каждом поколении, а также усредненные индексы для нескольких поколений, по которым можно судить об интенсивности селекции в данном питомнике.

Чем ниже индекс интенсивности селекции, тем более вероятен прогресс приближения потомства к желаемому типу.

Здесь руководитель питомника находится даже в лучшем положении, чем руководитель породы в старом клубе ДОСААФ. Ведь в те времена право на участие в разведении получали суки, получившие оценку «очень хорошо» на выставке.

И реализовать это право, прежде всего, стремились владельцы сук, получивших очень далекие места в оценке «очень хорошо». «Ведь потом собака может получить и «хорошо», поэтому лучше повязать ее пока не поздно», - рассуждали владельцы таких собак. Поэтому индекс интенсивности селекции был высок, и практически отбор был минимален, медленным был и прогресс в развитии породы.

Руководитель частного питомника этой неприятности может избежать.

Главнейшими критериями при отборе на племя являются:

- физическое здоровье. Собака должна быть абсолютно здорова, физически крепка и закалена. Состояние здоровья собаки должно полностью удовлетворять целям, ради которых выведена порода. Желательно, чтобы оставляемые на племя животные находились под постоянным наблюдением внимательного ветеринарного врача;

- психическое здоровье. Собака должна быть психически здоровая, без отклонений в поведении, с уравновешенными тормозным и возбуждающим процессами, приближаясь к сильному типу ВНД. Собака не должна быть труслива, должна не бояться громких и резких звуков. Психика и поведение собаки должны соответствовать требованиям, предъявляемым к породе. Племенные собаки должны дрессироваться и проходить определенный тренинг. Мнение вдумчивого дрессировщика должно обязательно учитываться;

- высокие экстерьерные качества. Безусловно, племенная собака должна обладать хорошим экстерьером, соответствующим требованиям стандарта. Кроме того, экстерьер племенной собаки должен соответствовать целям, поставленным питомником. Если питомник борется за жесткую текстуру шерсти, то оставляемая на племя собака не должна иметь мягковатую шерсть. Кроме того, как говорят опытные селекционеры: «Хорошие генотипы нужно искать среди хороших фенотипов». Значит, на фенотип племенной собаки следует обращать особое внимание.

Это главные первичные требования к племенной собаке. Но кроме этих требований существуют и другие, выявить которые можно, только повязав собаку:

- так оставленный на племя кобель должен обладать высокой потенцией, хорошим качеством спермы, готовностью и умением осуществить вязку;

- племенная сука должна регулярно пустовать, легко совокупляться, обладать развитым материнским инстинктом и нормально рожать здоровое потомство в количестве среднем для породы.

Таковы главнейшие требования к производителям.

Нужно помнить, что рождение потомства – природный акт, требующий огромной работы всех систем организма суки. Родами никаких заболеваний не вылечишь, и здоровья суке роды не прибавляют.

Что же касается кобелей, то в дикой природе (например, у вольно живущих собак-париев) в размножении участвуют далеко не все. Для того чтобы получить благосклонность суки, кобель должен выйти победителем из множества схваток с соперниками и быть действительно лучшим, наиболее подходящим для данной суки.

Таким образом, селекция предполагает оставление на племя лучших, с точки зрения разведенца, животных и, в связи с этим, улучшение качества следующего поколения по сравнению с родительским.

3 Как понимать «улучшение качества»

Улучшение качества предполагает получение животных, наилучшим образом приспособленных к потребностям человека.

А потребности человека могут абсолютно не совпадать с потребностями собаки, как вида.

Например, ахондроплазия такс и бассетов, карликовый рост цвергов и тойтерьеров, уродливая лицевая часть черепа пекинесов, мертвая хватка бультерьеров абсолютно не нужны собакам как виду. Родись подобные уродцы в дикой природе, они очень скоро погибли бы.

Даже такая безобидная вещь, как структура шерстного покрова и окрас, имеют огромное значение для выживания.

Носители любого вида искусственной шерсти, ослабленных и белых окрасов – не жильцы без участия и помощи человека.

Человеку по ряду причин получение таких собак интересно и даже выгодно, а собаке как биологическому виду – нет.

В XX веке кинологи много поработали над, так называемым, улучшением экстерьера пород собак, в том числе и служебных.

Но вспомним, когда доберманы или эрдельтерьеры были выдающимися служебными собаками?

Это было в первые два десятилетия века, еще до того, как под влиянием шоу-выставок начали шлифовать и оттачивать их экстерьер. Потом эти породы в службах заменила немецкая овчарка, ныне на глазах подвергающаяся капризам выставочной моды.

В наше время и умный самостоятельный чуть грубоватый деревенский конюшенный шнауцер идет по проторенному пути, постепенно приобретая облик сухого высоконогого терьера. Этому способствует преклонение перед стандартами Англии и США и политика руководства РКФ, безоговорочно принявшего выставочную систему, принятую в англоязычных странах.

Поэтому вдумчивый разведенец, наблюдая за перипетиями моды, должен решать вопрос, следовать ли ему в племенной работе за модой или бережно сохранять ценные качества породы, не приносящие вреда собаке, как биологическому виду.

Надо сказать, что собаководство много хуже, чем разведение сельскохозяйственных животных, обеспечено в научном плане. Нет достоверной информации по разведению отдельных пород собак.

Книги о породах носят скорее рекламный характер, с восторгом рассказывают о выдающихся производителях, родивших многих чемпионов, но умалчивают об общем числе их потомков и соответствующем племенном браке. Примером такой книги может служить П. Ньюман «Цвергшнауцер».

В свое время мы по крупницам собирали необходимые сведения из отчетов, публикуемых в журнале “Der Hund”, издаваемом в ГДР.

И ныне в Германии издаются журналы по породам, например “Pinscher – Schnauzer”, откуда можно черпать достоверную информацию.

Из-за недостатка информации современный заводчик и организатор питомника оказывается даже в более сложном положении, чем руководитель породы в клубе ДОСААФ в советские времена.

Да, тогда в страну попадали лишь редкие, часто случайные, собаки из-за рубежа. Но оценку на выставке получали 85 – 90 % рожденного поголовья, а уж предков руководитель породы лично знал на 4 – 5 поколений назад.

Сейчас же выставку проходят лишь отдельные животные, имеющие шанс бороться за победу.

Причиной этому явился переход от сравнительного метода экспертизы, традиционно существовавшего в России, к принятому на Западе оценочному методу, с отбором лучшей собаки выставки Best-in-Show.

Оценочный метод экспертизы нацелен на отбор одного, наиболее эффектного животного, при полном безразличии к остальным, менее соответствующим племенному эталону породы у судьи.

Сравниваются между собой лишь четыре лучших участника ринга, но для прохождения дальнейшего конкурса выбирается лишь победитель.

Победитель сравнивается с победителем противоположного пола, и собака, признанная лучшей, соревнуется дальше, уже в группе родственных пород. Так эрдель сравнивается со скотч- и керн-терьерами, а миттельшнауцер с молоссами.

Разведенцу это сравнение ничего не дает. Ринги групп пород, а также выбор лучшей собаки среди победителей групповых рингов, являются чисто спортивным мероприятием и к племенной работе никакого отношения не имеют.

Иностранные судьи, особенно из стран английского языка, оценивают собаку по трем главным пунктам: телосложению, ухоженности и умению вожатого ее показать (conformation, grooming, handling). Очевидно, что две из трех составляющих этой формулы непосредственно к качеству собаки не относятся, так как ухоженность (обработка шерсти) и умение демонстрировать животное на выставке, полностью относятся к человеку.

Иностранные судьи больше смотрят на внешний вид собаки, ее ухоженность и, по сравнению с отечественными традициями, меньше обращают внимания на недостатки зубной системы, например на отсутствие отдельных зубов.

В нашей стране всегда обращали большее внимание на пользовательную ценность собаки. Выдающиеся русские кинологи всегда боролись с излишней декоративностью, мешающей пользовательным качествам собаки.

Ведущие русские кинологи боролись за самобытность отечественного собаководства. Борьба касалась не только исконно русских пород, таких как лайки и борзые, но и пород западного происхождения. Ведь условия жизни и работы собак, требования к ним в России отличались от европейских.

У русских кинологов складывалась своя трехзначная формула оценки собаки: породность, целесообразность, работоспособность.

В соответствии с этой формулой в России стремились разводить собак, отличающихся сочетанием красоты с высокими пользовательными достоинствами. Однако так называемая красота может оказаться несовместимой с пользовательными достоинствами. Например, излишне развитая оброслость на морде и конечностях, на которую налипают снег, мешающий нормально двигаться. Или переразвитая складчатость кожного покрова, благодаря которой в складках заводятся паразиты, вызывая воспалительный процесс.

От такой псевдокрасивости нужно избавляться.

В нашей стране правила проведения выставок собак были установлены в 1925 году. Наперекор западному (вернее англо-американскому) оценочному методу судейства, правила требовали от судьи расстановки всех собак ринга по качеству экстерьерера, с полным описанием каждой, и обоснованием в отчете оценки и занятого места.

Так у нас традиционно утвердился сравнительный метод экспертизы собак на выставках, несомненно, более точный и зрелищный. Этот метод требовал много времени и длительного пребывания и движения собак на ринге, часто под дождем или палящим солнцем. Этот метод, поэтому, являлся для собак дополнительным испытанием силы нервной системы и выносливости. И очень часто изнеженная собака теряла свое место в ринге в борьбе с более сильным и закаленным конкурентом.

В советские времена выставки собак были действительно настоящим племенным смотром, так как в них участвовало почти все рожденное поголовье.

С введением западного оценочного метода экспертизы, принятого в FCI, выставки собак потеряли значение племенного смотра пород и уже не могут дать информацию, которую черпали из выставочных отчетов руководители пород советского периода.

Современные выставки, немногочисленность выставляемых собак одной породы, стремление некоторых собаководов-шоуменов любой ценой быть best of breed и best in show, угрожает расчленить рабочие породы на выставочное и рабочее поголовье. До каких крайностей здесь можно дойти показывает американская действительность, когда охотничье и выставочное направления пойнтеров разошлись настолько, что трудно поверить, что их представители принадлежат к одной породе.

Хотелось бы, чтобы экстерьер и нервно-психические качества пород собак развивались гармонично. Любое совершенствование экстерьера в идеале должно контролироваться уровнем нервно-психической деятельности, крепостью ВНД, работоспособностью собак, пригодностью их для целей, определяемых стандартом породы.

Что касается дрессировки, то в старых клубах служебного собаководства ДОСААФ дрессировка не требовалась на выставках только для собак младшей возрастной группы (10 – 18 месяцев). Собакам средней возрастной группы (19 – 30 месяцев) нужен был диплом по общему послушанию (ОКД), а для старшей возрастной группы (старше 2.5 лет) уже необходим был диплом по спец. службе.

Недрессированные соответственно возрасту собаки могли участвовать в выставках, но лишались медалей, а недрессированная собака старшей возрастной группы, занявшая первое место в ринге, лишалась звания победителя. В этом случае звание победителя не присваивалось никому.

Ходили всякие слухи о покупке дипломов и продажности судей. Но я таких случаев не знаю. Во всяком случае, плохо ли, хорошо ли, но основная масса поголовья служебных пород была отдрессирована по двум и более службам.

Ежегодно, перед составлением плана разведения на следующий год, в клубах ДОСААФ проводилась бонитировка племенного поголовья.

4 Бонитировка – это оценка собаки в баллах по четырем показателям

4.1 Происхождение

Происхождение оценивалось в баллах по наличию всех предков в четырехколенной родословной, выставочной оценке и наличию дипломов по дрессировке у родителей.

Высший балл за происхождение – 20 баллов.

Таблица 1 - Бонитируемая собака

Наличие отца и матери	Наличие второго ряда предков	Наличие третьего ряда предков	Наличие четвертого ряда предков
Наличие отца – 1 балл, оценка экстерьера отца не ниже «очень хорошо» - 2 балла, оценка диплома по дрессировке 2 балла	1 балл	0.5 балла	0.125 балла
			0.125 балла
	1 балл	0.5 балла	0.125 балла
			0.125 балла
		0.5 балла	0.125 балла
			0.125 балла
Наличие матери – 1 балл, оценка экстерьера матери не ниже «очень хорошо» - 2 балла, оценка диплома по дрессировке - 2 балла	1 балл	0.5 балла	0.125 балла
			0.125 балла
	1 балл	0.5 балла	0.125 балла
			0.125 балла
		0.5 балла	0.125 балла
			0.125 балла
<i>Итого 10 баллов</i>	<i>Итого 4 балла</i>	<i>Итого 4 балла</i>	<i>Итого 2 балла</i>

При отсутствии в родословной одного из предков, другой предок данной пары и его дальнейшие предки не учитываются.

4.2 Экстерьер и конституция

При бонитировке оценка собаки по экстерьеру и конституции определялась по высшей выставочной оценке, полученной в старшей возрастной группе.

За оценку «отлично» собака получала 40 баллов, за оценку «очень хорошо» - 30 баллов.

В младшей возрастной группе в те времена оценку «отлично» не присуждали. Высшей оценкой было «очень хорошо».

4.3 Дрессированность

Оценка собаки по рабочим качествам определялась по высшей оценке, присужденной на испытаниях и соревнованиях по дрессировке.

За диплом I степени присуждалось 40 баллов, за диплом II степени – 30 баллов.

Причем в средней возрастной группе было достаточно наличия диплома по ОКД, в старшей возрастной группе требовался диплом по спецслужбе (ЗКС).

4.4 Качество потомства

Оценка по потомству определялась на основе данных о качестве детей бонитируемой собаки, независимо от их местонахождения, а также погибших детей, успевших получить оценку по экстерьеру и дипломы по дрессировке.

За каждого потомка, независимо от его пола начислялось:

– при оценке «отлично»

кобелю-производителю – 4 балла, суке-производительнице – 6 баллов;

– при оценке «очень хорошо»

кобелю-производителю – 2 балла, суке-производительнице – 4 балла;

– за дрессировку каждого потомка

кобелю начислялось 2 балла, суке также 2 балла.

При подсчете количества баллов за потомство указывалось общее количество потомков, полученное от бонитируемой собаки, но учитывались только потомки, имеющие оценку по экстерьеру и конституции не ниже «очень хорошо» и дипломы по дрессировке. При этом, количество учитываемых потомков должно было быть не менее шести.

Таблица 2 - Минимальные требования для определения классности при бонитировке

Класс бонитировки	Происхождение (родословная), баллы	Конституция и экстерьер, баллы	Служебные качества, баллы	Качество потомства, баллы
Элита	18	30 (в старшей возрастной группе)	40 (наличие дипломов I степени по спецслужбе и ОКД)	50
I класс	17	30 (в старшей возрастной группе)	30 (наличие дипломов II степени по спецслужбе и ОКД)	30
II класс	16	30 (в старшей или средней возрастной группе)	20 (один диплом II степени и один III степени)	15
III класс	16	30 (в средней или младшей возрастной группе)	10 (диплом III степени по ОКД)	Без потомства

Для присуждения класса «Элита» собака должна была иметь не менее 30 % потомков с оценкой не ниже «очень хорошо» и не менее 50 % из них дрессированных по ОКД.

«Элита» - это высший племенной класс собаки, присуждаемый на основе бонитировки.

На основании бонитировки, на выставках служебных собак племенным собакам, отдельно по полу в каждой породе, занявшим первые места по сумме баллов в классе «Элита» при наличии не менее 80 баллов за потомство присваивалось звание «Чемпион».

Собаке, получившей звание «чемпиона» два года подряд, при условии увеличения баллов за потомство присуждалось звание «Чемпион породы» данного клуба.

Таким образом, звание «Чемпион» было званием, полученным собакой за племенные заслуги.

Чемпионы могли иметь оценку «очень хорошо» на выставке, но зато иметь полный набор дипломов I степени по ОКД и ЗКС (спецслужбе) и высокое качество рожденного потомства.

Чаще всего выдающийся производитель получал звание чемпиона уже во второй половине жизни.

Но оценку на ринге не ниже «очень хорошо» необходимо было подтвердить на выставке, к которой была приурочена бонитировка.

При всех своих недостатках, бонитировка племенного поголовья была необходима.

Она помогала выявить лучших, наиболее ценных производителей и стимулировала собаководов к постоянной работе с собственными собаками и наблюдению за их потомками.

Подобную бонитировку своих собак и их потомков должен проводить и руководитель любого, даже небольшого питомника, независимо от того, проводится она породными клубами или нет.

Руководитель питомника может разработать свою собственную шкалу баллов и уже по ней оценивать результаты своей работы.

В наше время звание «Чемпион» - не племенное, а выставочное. Оно дается за трехкратное подтверждение первых мест на разных выставках и у разных судей, за определенный короткий отрезок времени.

Современное звание «чемпиона» говорит только об экстерьерной красоте его носителя. И больше ничего. За рубежом полно чемпионов, которых никто не использует в разведении. И блеск чемпионского звания не должен нас завораживать и обманывать. Будет ли чемпион хорошим производителем еще надо посмотреть.

Хорошо если он таковым окажется, но скорее всего нет. Потому что к выставочному победителю и к племенному производителю предъявляются разные требования.

Однако человек, посвятивший себя разведению породистых собак, должен не хуже судьи-эксперта разбираться в экстерьере. А может быть даже лучше, для того чтобы улавливать малейшие отклонения от желаемого в экстерьере и поведении своих собак и при помощи селекции и тщательного подбора пар положительно влиять на исправление недостатков.

Таким образом, необходимо, прежде всего, оценить собственных собак по многим признакам.

Можно конечно сконцентрировать свое внимание на каком-то одном признаке, например на жесткости шерстного покрова. Добившись успеха можно перейти к другому признаку и работать над ним. Но такой «тандемный» способ селекции очень мало продуктивен.

Работая над улучшением одного признака, можно потерять достигнутое ранее по другим признакам, потому что сохранять достигнутое очень трудно.

Можно использовать в разведении только тех особей, которые превосходят определенный вами стандарт по ряду уровней, которые оцениваются по балльной системе. Это так называемый «способ независимых уровней».

Он позволяет одновременно следить за несколькими признаками. Если уровень оценки признака слишком низкий, то прогресса в разведении не будет, так как все собаки будут проходить через сито отбора. Если уровень оценки завышен, то мы можем оказаться перед необходимостью выбраковки всех собак.

Допустим, мы отобрали 12 важных для разведения признаков и каждый из них оцениваем по десятибалльной системе. Но для каждого признака определяем допустимый проходной уровень.

Таблица 3

Признаки	Проходной уровень
1) состояние здоровья (Зд)	10
2) психофизиологические черты поведения (Псих)	10
3) тип сложения (ТС)	7
4) форма головы (Г)	6
5) формат (Ф)	6
6) аппарат движения (АД)	6
7) структура шерсти (Ш)	5
8) окрас (О)	5
9) кондиция (К)	4
10) постав и форма шеи (ПШ)	3
11) величина и постав ушей (У)	2
12) длина и постав хвоста (Хв)	2

Наиболее высоки требования к здоровью, как физическому, так и психическому, поэтому они имеют высший проходной балл. Для шнауцеров, например, важен тип сложения, так стандарт требует массивности, а

не терьерной облегченности. Поэтому проходной балл здесь «7». Далее следуют главные породные признаки: форма головы, формат и очень важный признак – качество аппарата движения. У этих признаков проходной балл «6». Структура шерсти и окрас оцениваются одинаково, проходной балл здесь – «5». Далее следуют еще менее значимые признаки и у них низкие проходные баллы. Определить баллы проходных уровней мы можем, опираясь на свой опыт.

В большом животноводстве зоотехники для определения проходных баллов используют методы биологической статистики (дисперсионный анализ).

Собаки, отдельные стати которых оцениваются ниже проходного уровня, исключаются из разведения и их необходимо убрать из питомника.

Так у нас есть пять собак и каждая оценивается по методу независимых уровней.

Таблица 4

	Баллы за каждый признак											
	Зд	Псих	ТС	Г	Ф	АД	Ш	О	К	ПШ	У	Хв
<i>Проходной балл</i>	10	10	7	6	6	6	5	5	4	3	2	2
Альма	10	8	10	9	7	8	10	6	3	3	4	6
Бетти	10	10	8	8	8	7	8	8	6	8	8	5
Ванда	10	8	10	7	10	8	6	10	10	8	8	6
Грейс	5	6	6	6	8	7	5	6	4	3	2	5
Дотти	10	10	10	8	6	6	10	9	10	8	10	4

Согласно методу независимых уровней отбора из разведения необходимо убрать собак, получивших оценку ниже проходного балла по какому-либо из признаков. Таким образом, придется расстаться с Альмой, Вандой и Грейс.

Можно ли изменять уровни отдельных признаков, если мы видим, что они не работают?

Да можно, но делать это надо редко.

Может случиться, что особь, обладающая рядом превосходных признаков, окажется исключенной из разведения, как, например, Ванда или Альма, исключенные из разведения за чуть повышенную робость. Но, работая по методу независимых уровней селекции, нельзя допускать исключений.

Более прогрессивный метод селекции заключается в вычислении индекса селекции для каждой собаки. Здесь каждая собака бонитируется по каждому из признаков, как и в методе независимых уровней. Число признаков может быть и большим. Обычно их число не превышает 20.

Рассмотрим, как вычисляются бонитировочные коэффициенты на примере вышеприведенной таблицы. Каждую собаку мы оцениваем по десятибалльной системе, и для каждого признака был установлен проходной балл. Это дает возможность вычислить общую оценку для каждой собаки.

Максимальная оценка, которую может получить собака, равна:

$$10Зд+10Псих+7ТС+6Г+6Ф+6АД+5Ш+5О+4К+3ПШ+2У+2Хв$$

Но у каждой собаки каждый признак оценивается по десятибалльной системе.

Так у Альмы общая оценка будет:

$$10 \cdot 10 + 10 \cdot 8 + 7 \cdot 10 + 6 \cdot 9 + 6 \cdot 7 + 6 \cdot 8 + 5 \cdot 10 + 5 \cdot 6 + 4 \cdot 3 + 3 \cdot 3 + 2 \cdot 4 + 2 \cdot 6 = \\ = 100 + 80 + 70 + 54 + 42 + 48 + 50 + 30 + 12 + 9 + 8 + 12 = 515$$

У Бетти:

$$10 \cdot 10 + 10 \cdot 10 + 7 \cdot 8 + 6 \cdot 8 + 6 \cdot 8 + 6 \cdot 7 + 5 \cdot 8 + 5 \cdot 8 + 4 \cdot 6 + 3 \cdot 8 + 2 \cdot 5 = \\ = 100 + 100 + 56 + 48 + 48 + 42 + 40 + 40 + 24 + 24 + 16 + 10 = 548$$

У Ванды:

$$10 \cdot 10 + 10 \cdot 8 + 7 \cdot 10 + 6 \cdot 7 + 6 \cdot 10 + 6 \cdot 8 + 5 \cdot 6 + 5 \cdot 10 + 4 \cdot 10 + 3 \cdot 8 + 2 \cdot 8 + 2 \cdot 6 = \\ = 100 + 80 + 70 + 42 + 60 + 48 + 30 + 50 + 40 + 24 + 16 + 12 = 572$$

У Грейс:

$$10 \cdot 5 + 10 \cdot 6 + 7 \cdot 6 + 6 \cdot 6 + 6 \cdot 8 + 6 \cdot 7 + 5 \cdot 5 + 5 \cdot 6 + 4 \cdot 4 + 3 \cdot 3 + 2 \cdot 2 + 2 \cdot 5 = \\ = 50 + 60 + 42 + 36 + 48 + 42 + 25 + 30 + 16 + 9 + 4 + 10 = 372$$

У Дотти:

$$10 \cdot 10 + 10 \cdot 10 + 7 \cdot 8 + 6 \cdot 8 + 6 \cdot 6 + 6 \cdot 6 + 5 \cdot 10 + 5 \cdot 9 + 4 \cdot 10 + 3 \cdot 8 + 2 \cdot 10 + 2 \cdot 4 = \\ = 100 + 100 + 56 + 48 + 36 + 36 + 50 + 45 + 40 + 24 + 20 + 8 = 563$$

Таковы общие суммарные оценки наших собак.

Для того, чтобы получить селекционные индексы каждой собаки, нужно общую суммарную оценку разделить на высшую возможную оценку, равную:

$$10 \cdot 10 + 10 \cdot 10 + 7 \cdot 10 + 6 \cdot 10 + 6 \cdot 10 + 6 \cdot 10 + 5 \cdot 10 + 5 \cdot 10 + 4 \cdot 10 + 3 \cdot 10 + 2 \cdot 10 + 2 \cdot 10 = \\ = 100 + 100 + 70 + 60 + 60 + 60 + 50 + 50 + 40 + 30 + 20 + 20 = 660$$

Селекционные индексы наших собак составляют:

- Альма $515:660=0.780$
- Бетти $548:660=0.830$
- Ванда $572:660=0.866$

– Грейс 372:660=0.563

– Дотти 563:660=0.853

Селекционный индекс, высшее и недостижимое значение которого равно единице, помогает уравнивать отдельные недостатки, дает представление о собаке в целом, позволяет включить в разведение животных, обладающих некоторыми недостатками при многих других положительных качествах.

Так, исключенная из разведения методом независимых уровней Ванда, обладает многими положительными качествами экстерьера и имеет самый высокий селекционный индекс. Ее главный недостаток – некоторая робость. Это надо учесть при подборе пары для нее. Нельзя выбраковывать собаку с самым высоким индексом.

Альма, кроме робости, обладает переразвитой кондицией, низко поставленной шеей, хотя имеет ряд положительных качеств. Ее селекционный индекс менее 0.8, и ее можно исключить из разведения.

Безусловному исключению подлежит Грейс. Обладая слабым здоровьем, она уступает почти по всем показателям.

Оставленные для разведения Дотти, Бетти и Ванда имеют высокие селекционные индексы (более 0.8).

Пограничный индекс, ниже которого собаки подлежат отбраковке, устанавливается руководителем разведения на основании изучения собственного поголовья.

Основная сложность здесь – это установление проходного балла по каждому признаку (статю) и объективная оценка собственной собаки. Излишняя мягкость, равно как и излишняя строгость здесь не нужны.

Ну, а что касается возможных партнеров для ваших сук, то их баллы за каждый признак, как и селекционный индекс, должны быть не ниже чем у сук.

К кобелю-производителю всегда предъявляются повышенные требования, так как от него можно получить многочисленное потомство от многих сук.

В наше постсоветское время собаководы пошли по наиболее легкому и довольно позорному пути. Все наше старое поголовье служебных пород, такие как немецкие овчарки, колли, доберманы, эрдельтерьеры было объявлено «восточноевропейским», не пригодным для дальнейшего племенного использования. Породы стали строиться заново, при помощи ввезенных из-за рубежа импортных производителей.

Причем каждое поколение перекрывается новыми импортными производителями. Родословные напоминают слоеный пирог, в котором мелькают места происхождения импортных собак: Англия, США, Швеция, даже Австралия и Новая Зеландия.

Это прямое использование чужой работы, по сути своей – плагиат. Ведь получить хорошее потомство первого поколения, от двух хорошо отселекционированных импортных собак, легче и быстрее, чем медленно улучшать наше старое поголовье.

Человек, решающий посвятить себя разведению, а значит и селекции, любой породы собак, должен быть готов к тому, чтобы отдать ей несколько десятков лет, а то и всю жизнь.

Целью его работы должна быть не слава владельца и заводчика собаки Best-in-Show, а авторитет серьезного владельца питомника, из которого выходят собаки здоровые, без генетических пороков, добротного экстерьера, с крепкой нервной системой и психикой, соответствующие стандарту породы по поведению и экстерьеру, близкие друг к другу по типу.

А уж получит ли кто-нибудь из них Best-of-Breed или Best-in-Show – это уж как повезет.

Нужно помнить, что владельцы собак гораздо острее переживают, когда их питомцы не оправдывают ожиданий по поведенческим и рабочим качествам, чем неудачи на экстерьерном ринге.

Чем более длительный срок работает разведенец в своем питомнике, тем ему становится все сложнее. Полагаться только на память и интуицию нельзя: нужны точные, подробные записи, четкая документация. Ведь описывая собаку сегодня, вы не знаете, какая информация о ней понадобится через три поколения (около семи лет). Таким образом, фиксировать нужно все, и чем больше данных и наблюдений вы занесете в личную карточку собаки – тем лучше.

Такие личные карточки должны быть заведены на каждую рожденную в питомнике собаку независимо от того, становится она производителем или нет. В такую карточку должны заноситься все данные о жизни собаки, о ее болезнях. Особое внимание должно уделяться характеру и поведенческим особенностям.

В карту заносятся результаты выводов, выставок, испытаний и соревнований по рабочим качествам.

Кроме того, должны быть даны подробные описания экстерьера в разные периоды жизни собаки. Все эти данные понадобятся разведенцу при необходимости проведения статистических исследований, без которых невозможна правильно поставленная племенная работа.

5 Не секрет, что современная селекция, то есть отбор животных на племя, является наукой

Как наука селекция связана со многими биологическими дисциплинами: физиологией разводимого вида животных, диетологией вида, зоотехнией, ветеринарией и, конечно же, с генетикой вида.

Но ведь временем создания многих пород современных домашних животных был XVIII и, особенно XIX век, когда генетики еще не существовало.

В те времена породы домашних животных создавались талантливыми людьми, очень наблюдательными, с прекрасной зрительной памятью, с определенными финансовыми ресурсами, которым сопутствовала удача.

Пионером и даже революционером в деле выведения пород сельскохозяйственных животных (лейстерские овцы, крупный рогатый скот – лонгхорн, лошади-тяжеловозы Шайр) был Роберт Беквелл (1725 – 1795).

Беквелл как бы видел животное, чувствовал его племенные возможности и чрезвычайно умело и удачно подбирал пары.

В своем стаде он первым начал применять тесные родственные пары (отец × дочь, брат × сестра) и добился больших успехов. У Беквелла были удачливые последователи, но очень многие животноводы, применяя его методы родственного спаривания, потерпели крах.

По существу с Беквелла началась эпоха животноводства позднего догенетического периода.

Старые животноводы догенетического периода вывели несколько общих правил, не потерявших своего значения и в наши дни.

Говоря о подборе пар, они отмечали:

- потомство от любых производителей всегда приближается к среднему уровню породы. Отсюда следует, что потомство плохих по качеству родителей оказывается несколько лучше их. Рождение экстраклассных по экстерьеру и рабочим качествам животных - явление достаточно редкое, и тем важнее его не пропустить;

- у старых животноводов существовала формула: «Подобное с подобным дает подобное». Говоря современным языком, это означает, что подбор пары должен быть гомогенным, то есть однородным. Нежелательно спаривать двух резко различающихся по типу животных одной породы. Спариваемые животные должны иметь больше общего, чем различий. Это касается как экстерьера, так и элементов поведения, необходимых для служебного использования. Но ведь подобное может быть и плохим. Отсюда следует, что спаривать можно только хороших животных, желательного экстерьера и поведения. Все нежелательное, плохое должно быть отбраковано;

- вот еще одна формула старых животноводов: «Лучшее с лучшим дает лучшее». Однородность подбора должна быть соблюдена и при спаривании лучших животных. Однако, оценивая эту формулу с современных позиций, необходимо учитывать не только однородность фенотипа спариваемых лучших животных, но и их генотипы, возможность наличия у производителей скрытых рецессивных генов. Выявлению этих генов может помочь изучение генеалогии животных, качества не только прямых (родители, потомки), но и боковых (братья, сестры) родственников. Если среди предков и однопометников спариваемых лучших животных имеются;

- корифеи разведения животных прошлого подчеркивали, что лучше использовать в качестве производителя яркого представителя породы с одним или двумя незначительными недостатками, чем серенького, невпечатляющего середнячка породы без явных недостатков. Середнячок даст такое же невыразительное потомство, как и сам. А яркий представитель породы может оказаться отцом победителя выставки и родоначальником заводской линии. В случае необходимости потомков с выраженными недостатками, унаследованными от родоначальника, можно будет отбраковать. В принципе это верно. Весь вопрос в том, что считать допустимым незначительным недостатком. Характерный пример с отсутствием одного или нескольких премоляров. Западные судьи весьма спокойно относятся к этому недостатку, и собака без одного или даже нескольких премоляров может получить оценку «отлично» и интенсивно использоваться в разведении. Имея рецессивный характер наследования, этот недостаток скрытно быстро распространится по популяции, и избавиться от него полностью будет практически невозможно.

Кроме гомогенного (однородного) подбора пар, существует и гетерогенный (разнородный) подбор. При этом чаще всего возникают сочетания неродственных или весьма отдаленно родственных друг другу животных.

Конечная цель гетерогенного подбора – изменить тип или отдельные существенные признаки у потомства.

Например, вводя в разведение чужекровного производителя желаемого современного типа, исправляют недостатки, свойственные местному старотипному поголовью. Так спаривание иностранного производителя современного облика с местными суками традиционного разведения позволяет несколько улучшить, осовременить облик потомства, сохранив при этом положительные качества, свойственные местному поголовью.

Повторяясь, напомним, что, к сожалению, разведенцы некоторых пород, забыв 70-летнюю историю советского собаководства, перешли на работу только с ввозимыми собаками, в основном англо-американского происхождения, занявшись, таким образом, эксплуатацией чужих достижений.

При гетерогенном подборе пар в пометах наблюдается разнообразие типов, так как рождаются щенки фенотипически приближающиеся то к одному, то к другому родителю. Кроме того, здесь возможно появление щенков резко отличающихся по типу от обоих родителей.

Поэтому и при гетерогенном подборе желательно не спаривать особей, резко различающихся по отдельным статьям.

Спаривать суку с недостатком можно лишь с кобелем правильного сложения, у которого отсутствует данный недостаток. Нельзя спаривать животных, имеющих противоположные недостатки, например, мелкую суку спаривать с кобелем-переростком.

Владельцу даже маленького питомника требуются определенные знания как по общей генетике, так и по частной генетике собак. Получить эти знания сейчас вполне возможно, если в качестве введения в науку, прочитать популярные книги Шарлоты Ауэрбах («Генетика», 1966; «Генетика в атомном веке», 1968; «Наследственность», 1969).

Затем следует перейти к книге П. М. Бородина «Кошки и гены», 1995 и обобщающей работе Н. Н. Московкиной и М. Н. Сотской «Генетика и наследственные болезни собак и кошек», Москва, 2000.

Кроме того, в нашей стране издана книга английского генетика и собаковода М. Уиллиса «Генетика собак», Москва, Центрполиграф, 2000.

Отсылая любознательного собаковода к книгам, написанным учеными, остановлюсь лишь на главном.

В ядрах клеток живых организмов содержатся особые образования – хромосомы. Они видны в микроскоп при окрашивании красителем клетки, находящейся в одной из стадий деления. Хромосомы различны по форме, размерам и характеру поперечной полосатости. По этому их можно различать и классифицировать.

В клетках тела (соматических) хромосомы представлены многими парами. Хромосомы каждой пары гомологичны друг другу, то есть являются идентичными копиями. Выяснено, что у млекопитающих хромосомный набор самок весь состоит из таких гомологичных пар.

У самцов же одна пара не является гомологичной. Она состоит из одной большой хромосомы, не отличимой от одной из пар хромосомного набора самок, и одной маленькой, присутствующей только у самцов. Маленькая получила название Y-хромосомы, а большая – X-хромосомы.

Таким образом, в соматических клетках содержится двойной или диплоидный набор хромосом.

У собак в соматических клетках 39 пар хромосом, то есть всего 78 хромосом.

В половых клетках – сперматозоидах самцов и яйцеклетках самок (гаметах) содержится одинарный (гаплоидный) набор хромосом, по одной из каждой пары.

В гаплоидных наборах яйцеклеток самок присутствует X-хромосома.

В гаплоидных наборах сперматозоидов самцов в равной вероятности могут присутствовать как X-, так и Y-хромосома. X и Y хромосомы носят название половых хромосом, так как участвуют в определении пола. Совокупность генов, содержащихся в гаплоидном (одинарном) наборе хромосом, называется геном.

Внутри каждой хромосомы лежит спиральная, состоящая из двух цепочек, структура дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК), на которой закодирована вся жизненная программа жизни и развития живого существа.

ДНК ответственна за передачу наследственной информации следующему поколению.

Отрезок ДНК, кодирующий синтез определенного фермента, необходимого для построения молекулы конкретного белка, носит название гена.

На каждой хромосоме расположено много генов.

Участок хромосомы, на котором размещен тот или иной ген, называется локусом.

В одинаковых локусах гомологичных хромосом расположены одинаковые гены.

Такие гены носят общее название аллелей.

ДНК и, соответственно хромосомы, обладают способностью к самокопированию и самовоспроизведению в процессе деления клеток.

В результате многократно повторяющегося деления клеток в ходе биологической истории жизни, при самокопировании ДНК возникают ошибки и неточности – так называемые мутации.

Гены, как отрезки ДНК, мутируют по-разному.

Одни из них мутируют крайне редко и мутации в них несовместимы с жизнью.

Другие гены оказываются подвержены мутациям чаще и по несколько раз, не очень влияя на жизнеспособность, но изменяя признак.

Обычно мутирует один из генов аллельной пары.

В большой популяции животных кроме немутантного аллеля может встречаться несколько мутантных аллелей одного гена, но отдельная особь может нести в своем генотипе только два аллеля одного гена, один из которых получен от отца, а другой - от матери.

Так существует несколько генов серии агути, контролирующих окрас шерсти. Это A , a^d , a^y , a^{ja} , a^t , но отдельная особь может нести только любую пару из них.

Соматические клетки делятся при помощи способа, носящего название митоз. В процессе митоза каждая хромосома удваивается, построив свою точную копию. Этот процесс называется редупликацией. В ходе дальнейшего деления клетки хромосомы, родительская и дочерняя, расходятся по двум образовавшимся клеткам.

Если хромосомы несут мутантные гены, то страдают только соматические клетки их конкретного носителя. Животное может оказаться больным, уродливым, даже погибнуть. Но следующему поколению мутации соматических клеток не передаются.

Половые клетки, то есть сперматозоиды и яйцеклетки образуются из диплоидных клеток-предшественников при помощи процесса деления клеток, называемого мейоз.

Это деление происходит в половых органах: в яичниках и семенниках животных.

Главным в процессе мейоза является редукционное деление, сокращающее число хромосом в ядре клетки вдвое. Таким образом, образованные из одной диплоидной клетки, две гаплоидные содержат лишь по одной хромосоме из каждой пары.

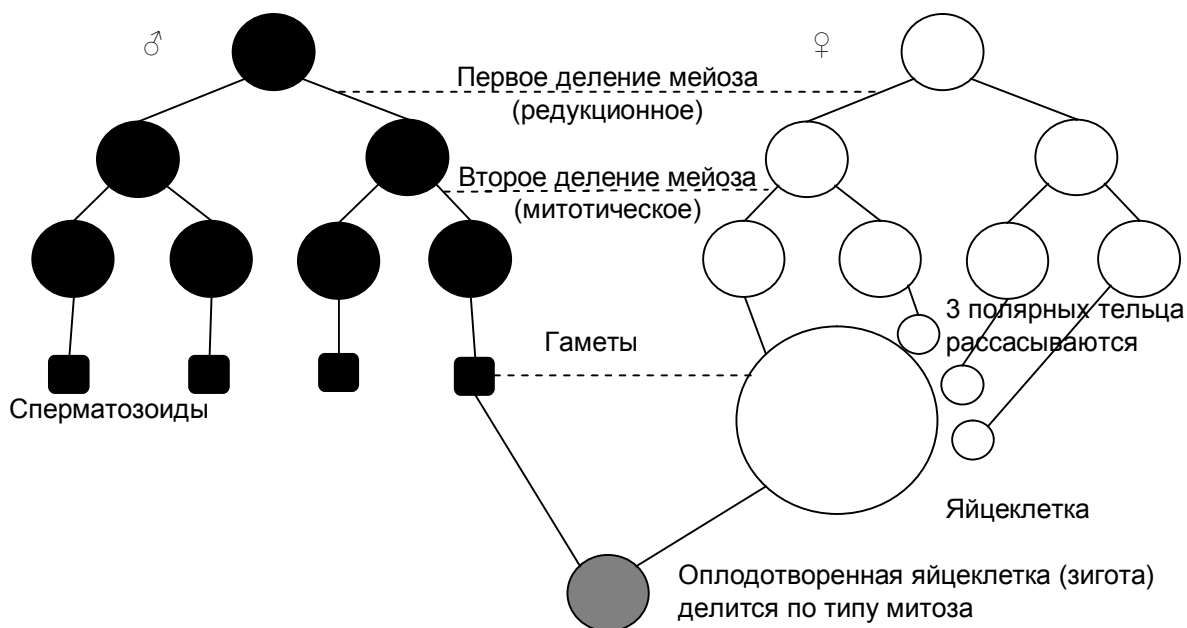


Рисунок 1

Сперматозоиды и яйцеклетки гаплоидны. Они носят обобщенное название гамет.

У самца все четыре гаплоидные клетки превращаются в гаплоидные сперматозоиды. У самок лишь одна гаплоидная клетка развивается в яйцеклетку, а три остальные образуют полярные тельца, которые потом разрушаются.

При оплодотворении лишь один из миллионов сперматозоидов проникает в яйцеклетку. Остальные помогают ему проникнуть сквозь оболочку яйцеклетки.

Оплодотворенная яйцеклетка становится диплоидной. Она носит название зиготы. Она несет в себе весь необходимый набор информации и энергию для построения организма. Зигота делится при помощи митоза. Таким образом, каждая клетка строящегося организма диплоидная.

Именно к митозу относится третий закон Менделя. Это закон независимого распределения хромосом по клеткам в процессе их деления.

Гены одной аллельной пары распределяются в мейозе независимо от других пар и комбинируются в процессе образования гамет случайно, что ведет к разнообразию вариантов их соединений.

Закон проявляется для тех пар признаков, гены которых лежат на негомологичных хромосомах.

Мы не знаем, как распределились хромосомы, а значит и гены в гаметах родителей. Мы не знаем, какой сперматозоид и с какой генетической информацией проникнет в яйцеклетку, о которой тоже не известно, какой набор хромосом она несет. Это дело его величества случая.

Необходимо ввести еще два понятия.

Генотип – совокупность всех генов организма во всей их сложности и взаимодействии между собой.

Фенотип – совокупность всех внутренних и внешних признаков и свойств организма, сформировавшихся на базе генотипа в процессе индивидуального развития особи.

Мендель вывел закон единообразия гибридов первого поколения, обычно его называют первым законом Менделя. Закон гласит: «При скрещивании форм, отличающихся между собой по одному контрастному, альтернативному признаку, все потомство наследует признак одного из родителей, а именно доминантный признак. Причем признаки должны быть константными, постоянными, сохраняющимися в длинной череде поколений».

Так, если взять двух доберманов черного и коричневого окрасов, в длинном ряду предков которых не встречались особи других окрасов, то при их скрещивании выяснится:

$$\begin{array}{ccccccc} \text{ВВ} & \times & \text{Вв} & = & \text{Вв} \\ \text{черный окрас} & & \text{коричневый окрас} & & \text{черный окрас} \end{array}$$

Черный окрас, сохраняющийся у гибридов первого поколения, принято называть доминантным, а исчезнувший коричневый – рецессивным признаком.

При получении второго поколения при скрещивании $\text{Вв} \times \text{Вв}$, коричневый окрас восстанавливается у одной четверти потомства:

$$\begin{array}{ccccccc} \text{Bb} & \times & \text{Bb} & = & \text{BB} & + & \text{Bb} & + & \text{Bb} & + & \text{bb} \\ & & & & \text{черный} & & \text{черный} & & \text{черный} & & \text{коричневый} \end{array}$$

Это расщепление иллюстрирует второй закон Менделя, гласящий: «При моногибридном скрещивании во втором поколении наблюдается расщепление по фенотипу в соотношении 3:1, и расщепление по генотипу в соотношении 1:2:1, где одна часть нерасщепляющихся гомозиготных доминантных особей, две части расщепляющихся гетерозиготных особей и одна часть нерасщепляющихся гомозиготных рецессивных особей».

Уточним, что гомозигота – это генетически однородная по данному аллелю особь, полученная в результате слияния гамет с одинаковыми генами, и поэтому продуцирующая одинаковые гаметы по рассматриваемой паре генов.

То есть в нашем случае BB – гомозигота по доминантному гену, а bb – гомозигота по рецессивному гену.

Гетерозигота – особь генетически неоднородная, полученная в результате слияния гамет с разными аллелями одного гена и продуцирующая различающиеся гаметы по рассматриваемой паре генов.

В нашем случае это особи генотипа Bb.

При полном доминировании гетерозигота Bb фенотипически не отличается от гомозиготы BB.

Довольно часто доминантная аллель не полностью подавляет проявление рецессивного аллеля, и тогда гетерозиготы отличаются как от гомозигот по доминантному так и по рецессивному аллелю.

Хорошим примером неполного доминирования является окрас «мерле», встречающийся у колли.

Этот окрас определяется доминантным геном M.

У собак нормального окраса генотип по этому гену mm (то есть они гомозиготы по рецессиву).

Гомозиготы по доминантному гену MM – белого окраса, с голубыми глазами, полуслепые и глухие.

Гетерозиготы Mm имеют белые отметины и участки нормального черного и разбавленного серого окраса.

Для того чтобы избежать появления собак MM, спаривают собак нормального окраса с собаками мерлевого (мраморного) окраса:

$$\begin{array}{ccccccc} \text{Mm} & \times & \text{mm} & = & 2\text{Mm} & + & 2\text{mm} \\ \text{мерль} & & \text{норма} & & \text{мерль} & & \text{нормальный окрас} \end{array}$$

При полном доминировании выявить гетерозигот невозможно. Для выявления гетерозигот используется возвратное анализирующее скрещивание, заключающееся в спаривании проверяемой особи с формой, гомозиготной по рецессивному гену.

Допустим, мы хотим выяснить, несет ли наш черный доберман ген коричневого окраса «b». Для этого мы его спариваем с коричневой особью. Если проверяемая собака не несет «b», то все потомство будет черным, но гетерозиготным по этому аллелю:

$$\begin{array}{ccccccc} \text{BB} & \times & \text{Bb} & = & 4\text{Bb} \\ \text{черный} & & \text{коричневый} & & \text{черные} \end{array}$$

В случае если проверяемый черный доберман имеет генотип Bb, то:

$$\begin{array}{ccccccc} \text{Bb} & \times & \text{bb} & = & \text{Bb} & + & \text{Bb} & + & \text{bb} & + & \text{bb} \\ \text{черный} & & \text{коричневый} & & \text{черный} & & \text{черный} & & \text{коричневый} & & \text{коричневый} \end{array}$$

Естественно, если мы хотим в нашем питомнике разводить только черных доберманов, то от всего полученного, как в первом, так и во втором случае потомства нужно избавиться.

Менделем были осуществлены дигибридные и тригибридные скрещивания.

Допустим мы скрещиваем черную короткошерстную собаку с коричневой длинношерстной.

Известно, что ген черного окраса B доминирует над геном коричневого окраса b, а ген, определяющий короткую шерсть L, доминирует над геном длинной шерсти l.

Спариваются:

$$\begin{array}{ccc} \text{BbLL} & \times & \text{bbll} \\ \text{черная короткая шерсть} & & \text{коричневая длинная шерсть} \end{array}$$

Первое поколение BbLl – все черное короткошерстное.

Таблица 5 - Гаметы у первого поколения BL, Bl, bL, bl

	BL	Bl	bL	bl
BL	BBLL черный короткошерстный	BBLl черный короткошерстный	BbLL черный короткошерстный	BbLl черный короткошерстный
Bl	BBLl черный короткошерстный	BBll черный длинношерстный	BbLl черный короткошерстный	Bbll черный длинношерстный
bL	BbLL черный короткошерстный	BbLl черный короткошерстный	bbLL коричневый короткошерстный	bbLl коричневый короткошерстный
bl	BbLl черный короткошерстный	Bbll черный длинношерстный	bbLl коричневый короткошерстный	bbll коричневый длинношерстный

Итого:

- черных короткошерстных 9 частей
- черных длинношерстных 3 части
- коричневых короткошерстных 3 части
- коричневых длинношерстных 1 часть

Во втором поколении расщепление по фенотипу наблюдается в отношении: 9:3:3:1

Если же посмотреть как ведет себя каждый признак отдельно, то:

- черных собак будет 12, а коричневых 4;
- короткошерстных собак будет 12, а длинношерстных 4.

То есть по каждому признаку в отдельности сохраняется отношение моногибридного скрещивания 3:1

Поэтому третий закон Менделя можно записать так: «При дигибридном и полигибридном скрещивании каждая пара признаков ведет себя независимо от другой пары, и во втором поколении наблюдается расщепление 3:1 по каждому признаку в отдельности».

Наследование признаков при скрещивании подчиняется следующим закономерностям.

Таблица 6

Скрещивание	Число альтернативных признаков, по которым различаются животные	Число типов гамет, образующихся у скрещиваемых животных	Число возможных комбинаций гамет в F ₂ (число квадратов в решетке Пеннета)
Моногибридное	1	$2=2^1$	$4=2^2$
Дигибридное	2	$4=2^2$	$16=(2^2)^2$
Тригибридное	3	$8=2^3$	$64=(2^3)^2$
Полигибридное	n	2^n	$(2^n)^2$

Таблица 7

Скрещивание	Число разных фенотипов в F ₂	Число разных генотипов в F ₂	Число расщеплений по фенотипу в F ₂
Моногибридное	$2=2^1$	$3=3^1$	$1+2+1=3+1=(3+1)^1$
Дигибридное	$4=2^2$	$9=3^2$	$9+3+3+1=16=(3+1)^2$
Тригибридное	$8=2^3$	$27=3^3$	$57+9+9+9+3+3+3+1=(3+1)^3$
Полигибридное	2^n	3^n	$(3+1)^n$

Хочу подчеркнуть, что доминантное и рецессивное состояние – свойство только аллельной пары генов, расположенных в одних локусах гомологичных хромосом. Эти термины не применимы, когда признак определяется взаимодействием неаллельных генов, расположенных в разных локусах, на разных хромосомах.

Допустим, черный шнауцер имеет генотип $A^s A^s CC$ (учитываются только два гена), а шнауцер окраса «перец с солью» - $a^q a^q c^{ch} c^{ch}$. Гены A^s и C неаллельны, поэтому доминировать могут только A^s над a^q и C над c^{ch} .

Доминантный аллель A^s определяет черный окрас в серии генов A (агути), рецессивный аллель этой серии a^q определяет зонарный окрас у гомозигот по рецессиву этого гена.

Доминантный аллель C определяет полную выработку двух видов пигмента в каждом волосе (эумеланина и феомеланина), а его рецессив c^{ch} в гомозиготном состоянии блокирует выработку феомеланина, ответственного за рыжий окрас в каждом волосе, не затрагивая эумеланин, отвечающий за черный пигмент. Окрас «перец с солью» вызван блокирующим действием гена c^{ch} на a^q , а не доминированием над ним. Поэтому нельзя сказать, что ген c^{ch} доминирует над геном a^q .

У цвергшнауцеров есть окрас «черный с серебром».

Он определен взаимодействием генов c^{ch} и a^t тех же двух серий генов – агути и альбино.

Генотип цверга окраса «черный с серебром» $a^t a^t c^{ch} c^{ch}$.

Ген a^t переводит окрас агути в черно-подпалый.

Таким образом, шнауцер «черный с серебром» представляет из себя черно-подпалую собаку, рыжий окрас которой заблокирован действием $c^{ch} c^{ch}$.

Ген a^t – последний ген серии агути, и над ним полностью или не полностью доминируют все гены серии:

$$A \rightarrow a^q \rightarrow a^y \rightarrow a^{ja} \rightarrow a^t$$

Таким образом, при скрещивании собаки окраса «перец с солью» с собакой окраса «черный с серебром» может получиться потомство перцового окраса:

$$a^q a^q c^{ch} c^{ch} \times a^t a^t c^{ch} c^{ch} = a^q a^t c^{ch} c^{ch}$$

Но это не значит, что у шнауцеров «перец с солью» доминирует над черным. Ген окраса агути a^q доминирует над геном подпалого окраса a^t , но не «перец с солью» доминирует над черным.

Неаллельные гены могут действовать на признак совместно, взаимодействуя между собой.

Выявлено несколько видов таких взаимодействий: комплементарное действие, энистаз, плейотропия.

Некоторые гены являются генами-модификаторами, усиливая или ослабляя действие генов, отвечающих за признак.

Существует и полимерное наследование, когда выраженность признака определяется совместным действием нескольких пар аллельных генов, лежащих в разных локусах.

Каждая аллельная пара одного локуса подчиняется законам Менделя, но суммарное действие нескольких пар полимерных генов этим законам не подчиняется. Выраженность признака здесь зависит от числа доминантных или рецессивных аллелей в генотипе.

Увидеть четкие менделеевские отношения внутри одной породы трудно, так как породы восходят к ограниченному числу предков и построены на близкородственном спаривании (инбридинге).

Мы часто ожидаем получить отличное потомство от победителя выставки. Но достоинство победителя, все эти чуть-чуть, видимые судейским глазом, определяются не только удачной комбинацией генов, но и выращиванием, выкармливанием, тренировкой, то есть они не всегда имеют наследственный характер.

Кроме того, генетические законы Менделя справедливы только для больших чисел, то есть являются статистически достоверными.

Шести, или даже двенадцати, рожденных щенков часто не достаточно, чтобы увидеть менделеевские закономерности.

Признаков, наследуемых моногенно, в общем, не так много. Но к ним относятся многие уродства и наследственные болезни, а также летали, вызывающие смерть потомка на разных этапах развития.

Вот здесь выяснение вопроса, наследствен ли данный признак и каков характер наследования, представляет интерес для разведенца.

Для этой цели надо ответить на следующие вопросы:

- прежде всего, надо выяснить, были ли сообщения в литературе о том, что данный дефект у собак является наследственным;

- получена ли дефектная собака в результате родственного спаривания;

- появлялся ли данный дефект в данной популяции ранее в этом году или в разные годы.

Если ответы на все вопросы утвердительны, то дефект имеет, скорее всего, наследственный характер.

Но нужно помнить, что аномалии могут иметь и негенетический характер, в частности их причиной могут быть вирусные заболевания, некоторые яды, радиация.

Для установления характера наследования дефекта нужно произвести анализ родословных всех дефектных животных. Родословные должны содержать возможно большее число предков (не менее пяти поколений).

Если дефект носит доминантный характер наследования, то у дефектной особи хотя бы один из родителей должен обладать этим дефектом.

Если дефектные особи появляются от двух здоровых родителей, то нужно изучать предков родителей с отцовской и материнской стороны. Наличие двух путей, связывающих дефектных особей с общим предком, говорит о рецессивном характере наследования дефекта.

Бороться с доминантными аномалиями просто.

Нужно убрать из разведения, отбраковать всех животных, в фенотипе которых проявляется аномалия.

Бороться с рецессивными аномалиями сложно, так как мы можем выбраковать только гомозигот по рецессиву, у которых аномалия проявляется в фенотипе. У гетерозигот по нежелательному рецессивному гену аномалия в фенотипе не проявляется, и поэтому выбраковать их невозможно.

Для выявления таких гетерозигот нужно осуществить анализирующее скрещивание с гомозиготой по рецессивной аномалии. Полученное потомство в разведение допускать нельзя.

Если выбраковывать только рождающихся гомозигот по рецессиву, аномалия не исчезнет практически никогда.

Во многих странах считают нормальным, что питомники проводят такие анализирующие скрещивания.

Английский Кеннел-Клуб считает достаточным, чтобы при анализирующем скрещивании собаки доминантного фенотипа с гомозиготой по рецессиву родилось 6 щенков доминантного фенотипа. В этом случае вероятность того, что проверяемый кобель не несет данного рецессивного гена, составляет 98.4 %.

Но рождение хотя бы одного щенка рецессивного фенотипа заставляет признать проверяемое животное доминантного фенотипа гетерозиготой по данному гену.

Иногда гомозиготных рецессивных особей использовать для проверки носительства нежелательного гена невозможно (например, при летальности рецессивного аллеля). В таких случаях для анализирующего скрещивания используются животные, гетерозиготность которых по проверяемому рецессивному гену точно известна.

Но тогда даже рождение 11 щенков доминантного фенотипа даст лишь 96 % уверенности, что проверяемое животное не несет нежелательный рецессивный ген. И опять же, повторяю, рождение хотя бы одного щенка рецессивного фенотипа доказывает, что проверяемое животное – гетерозигота по данному гену.

Хорошим методом проверки производителя на носительство всех нежелательных рецессивных генов является его скрещивание с собственными дочерями.

Спаривание с одной дочерью может быть недостаточно, так как она может быть гомозиготна по каким-то доминантным генам.

Но сочетание отца с дочерью испытывает производителя по всем рецессивным генам сразу.

Спариваемая с отцом дочь не может быть гомозиготна по всем генам одновременно. Поэтому даже спаривание с одной дочерью во многом вскрывает наследственность отца.

Но сколько же щенков должно быть в помете от вязки с отцом?

На основании теории вероятностей разработана следующая таблица.

Таблица 8 - При спаривании дочери с отцом

Число щенков в помете	Вероятность того, что гетерозиготность дочери не будет выявлена	
	в десятичных долях	в процентах
1	0.88	88
2	0.78	78
3	0.71	71
4	0.66	66
5	0.62	62
6	0.59	59
7	0.57	57
8	0.55	55
9	0.54	54
10	0.53	53
11	0.52	52
12	0.52	52

Допустим, что проверяемого кобеля желательного фенотипа повязали с пятью его дочерьми, и пометы состояли из 3, 4, 5, 5 и 7 щенков.

Ни в одном из этих пометов не было обнаружено гомозигот по нежелательным рецессивным генам.

Величины вероятностей того, что гетерозиготность по всем нежелательным рецессивам осталась не выявленной, составляет согласно таблице:

0.71; 0.66; 0.62; 0.62; 0.57

Для определения вероятности невыявления гетерозиготности для отца эти величины необходимо перемножить:

$0.71 \cdot 0.66 \cdot 0.62 \cdot 0.62 \cdot 0.57 = 0.1026$ или 10.3 %

Таким образом, можно считать, что проверяемый кобель свободен от всех нежелательных рецессивных генов с вероятностью:

$1 - 0.1026 = 0.8974$ или 89.7 %,

а его дочери соответственно на 29 %, 34 %, 38 %, 43 % в зависимости от числа щенков в помете.

Этот способ позволяет проверить с разной долей вероятности не только отца, но и дочерей. И не по одному, как в анализирующем скрещивании, а по всем нежелательным рецессивным генам.

В случае если среди потомства появится хотя бы один щенок с нежелательным рецессивным фенотипом по любому гену, то носительство этого аллеля проверяемым отцом, а также его дочерью – матерью щенка – будет доказано.

В большом животноводстве этот метод проверки по потомству широко применяется даже для малоплодных животных, таких как крупный рогатый скот. Есть быки, оплодотворившие 200 и более собственных дочерей, и в приплоде не было обнаружено рецессивных дефектов. Этим занимаются специализированные племенные хозяйства.

Главный недостаток этого метода состоит в том, что рождается высокоинбредное потомство, с уровнем гомозиготности 25 %.

В животноводстве существуют методы проверки производителя по потомству более спокойные в отношении инбридинга. Например, спаривание проверяемого самца с полусестрами. Но в этом случае полусестер нужно больше, тот же результат дают спаривания с внучками.

При спаривании производителя с полусестрами необходимо не менее семи полусестер при условии получения одиннадцати потомков от каждой. Это при отсутствии появления потомка с рецессивным фенотипом дает лишь 95 % вероятности, что проверяемый производитель свободен от нежелательных рецессивных генов, полученных от общего с полусестрами предка, но не по генам, которые переданы полусестрам от других родителей.

Критерием является появление хотя бы одного потомка рецессивного фенотипа. В этом случае оба производителя гетерозиготны.

Осуществить такую проверку по потомству производителя на наличие нежелательных рецессивных генов в условиях питомника трудно, а часто и невозможно.

Ведь и отбракованных дочерей и полученное от них потомство нужно содержать. Рецессы проявляют свое действие не обязательно при рождении щенка.

Многие рецессивные аномалии делают собаку инвалидом уже во взрослом состоянии. Таким образом, рожденное «экспериментальное» потомство должно находиться под наблюдением в течение всей жизни.

С этих позиций встречающиеся объявления «предлагается для племенного использования кобель, проверенный по потомству» представляются не более чем рекламным трюком.

Мне возразят, что кобель повязал 15 сук и нигде якобы не встречено рецессивных аномалий.

Во-первых, аномальных животных еще надо поискать среди потомства этого кобеля, они могли просто исчезнуть из поля зрения разведенца.

Во-вторых, импортный кобель повязал местных сук, в значительной мере для него чужекровных. Таким образом, нежелательные рецессивные гены, если они у него были, оказались загнанными в подполье.

Они проявятся в следующих поколениях, при инбридингах на этого кобеля.

Задают вопрос. Можно ли сделать вывод о том, свободен ли проверяемый кобель от носительства нежелательных рецессивных генов на основании многих сочетаний с ним сук различного происхождения, неродственных кобелю? Нет, такого вывода сделать нельзя. Если хотя бы от одной суки и проверяемого кобеля родится потомок рецессивного фенотипа, значит и отец и мать носители нежелательного рецессивного гена. Но, допустим, такого потомка ни в одном из сочетаний не встречено. Это ни о чем не говорит.

Если частота нежелательного рецессивного гена в суцый популяции мала, то суки могут оказаться свободными от нежелательных аллелей. Если частота нежелательного рецессивного гена у сук высока, то рожденное поголовье от отца свободного от этого гена, фенотипически будет нормальным.

Для истинной проверки на носительство рецессивных нежелательных генов нужна провокация, каковой и является спаривание проверяемого кобеля с ближайшими родственниками.

Главным средством борьбы с аномалиями, как рецессивными, так и доминантными, является селекция. Ни одна особь с аномалией не должна быть допущена к разведению.

Однако, практически бракуются лишь те животные, у которых аномалия сильно выражена.

Слабо выраженные случаи (вспомним дисплазию тазобедренного сустава), если во всем остальном собака хороша, не отбраковываются многими разведенцами. Это значит, что селекция мало эффективна. В ряде случаев, когда аномалия имеет полигенное происхождение, приходится выбраковывать внешне здоровых братьев и сестер аномальной собаки.

Каким же требованиям должен отвечать племенной кобель, кроме отменного физического и психического здоровья, отличного экстерьера и отсутствия в генотипе нежелательных рецессивных генов?

Все мы хотим, чтобы производитель был улучшателем, чтобы он стойко передавал потомству свои выдающиеся качества, то есть, чтобы он был препотентен.

У препотентного кобеля, для того, чтобы он мог «печатать себя» в потомстве, большинство главных «породных» генов и генов, влияющих на схожесть потомков, находится в гомозиготном состоянии.

Таблица 9 - Значение гетерозиготности родителей в увеличении числа генотипов, возможных у потомков

Номер помета	Генотипы родителей		Число возможных генотипов у детей
	отца	матери	
1	AABBCDD	AABBCDD	1
2	AABBCDD	aabbccdd	1
3	AaBBCCDD	AaBBCCDD	$3=3^1$
4	AaBbCCDD	AaBbCCDD	$9=3^2$
5	AaBbCcDD	AaBbCcDD	$27=3^3$
6	AaBbCcDd	AaBbCcDd	$81=3^4$

Родители, гомозиготные по многим парам генов, будут иметь потомков более сходных генетически и фенотипически между собой, чем потомство родителей гетерозиготных по этим генам.

Наиболее простой способ получить таких гомозиготных родителей – это родственное спаривание или инбридинг.

Инбридинг существует и в дикой природе. Любая дикая популяция в той или иной степени заинбридирована. В больших популяциях, живущих на огромных территориях, уровень инбридинга невелик. Но в маленьких популяциях, занимающих ограниченные территории, он может быть довольно высок.

Собаководы-любители во всем мире занимаются чистопородным разведением собак, то есть получением потомства от особей, принадлежащих к одной породе.

«Порода – это созданная человеческим трудом, достаточно многочисленная группа домашних животных (в частности собак), имеющих общее происхождение и общность ряда полезных для человека морфологических, физиологических и поведенческих особенностей, достаточно стойко передающихся потомству. При хорошо организованной племенной работе порода способна изменяться в желаемом направлении».

6 Интересно разобраться, что же представляет из себя порода с точки зрения генетика

Когда то, многие тысячелетия тому назад, существовал вид рода Canis, предок современных собак. Он представлял большую, самостоятельно развивающуюся популяцию.

В большой популяции, близкой по своим характеристикам к идеальной, частота аллелей генов остается постоянной на протяжении многих поколений. Это положение носит название закона Харди – Вайнберга. Доказывается этот закон математически просто.

Допустим, что в большой (идеальной) популяции один из генов представлен двумя аллелями: доминантным А и рецессивным а.

Частоту встречаемости аллеля А обозначим через р, а частоту встречаемости аллеля а – через q.

Тогда р можно выразить как 1-q, а q можно выразить как 1-р.

Такими будут частоты аллелей А и а в гаметах родительского поколения.

Но в популяции уже есть особи генотипов АА, Аа и аа. Они появились в процессе смены поколений, предшествующих родительскому.

Каковы же будут частоты генотипов у детей взятого нами родительского поколения.

Таблица 10 - Частоты гамет

$\begin{matrix} \text{Y} \text{ } \text{♂} \\ \text{y} \text{ } \text{♀} \end{matrix}$	pA	qa
pA	P ² AA	pqAa
qa	pqAa	q ² aa

Или

$$P^2AA + 2pqAa + q^2aa$$

Это выражение характеризует частоту встречаемости генотипов АА, Аа и аа в данном поколении.

Посмотрим, что будет в следующем поколении.

У потомков с аллелью А (то есть у генотипов АА и Аа):

$$p^2 + \frac{2pq}{2} = p^2 + p \cdot (1 - p) = p^2 + p - p^2 = p$$

У потомков с аллелью а (то есть у генотипов Аа и аа):

$$\frac{2pq}{2} + q^2 = (1 - q) \cdot q + q^2 = q - q^2 + q^2 = q$$

Таким образом, и во втором поколении частоты генов остались неизменными: частота аллеля А равна р, а частота аллеля а равна q.

Представим себе большую популяцию диких псовых (предков собак). У одного из самцов этой популяции в половых клетках произошла мутация, и образовался рецессивный, но безвредный ген, чуть-чуть влияющий на фенотип.

Самец покрывает ряд самок, потомство которых (50 %) оказывается гетерозиготным:

$$\text{♂}Aa \times \text{♀}AA = 50\%AA + 50\%Aa$$

Гетерозиготное потомство также дает потомство, но чаще всего от нормальных партнеров, 50 % которого гетерозиготы Аа. Аллель а распространяется по популяции.

Наконец наступает момент, когда гетерозиготные самцы начинают покрывать гетерозиготных самок. И в каждом помете рождается 25 % потомков, гомозиготных по рецессиву, и эти потомки отличаются по фенотипу от остальной популяции.

Возникает, так называемая, равновесная популяция, которую можно изобразить при помощи квадрата, длина сторон и площадь которого принята за единицу. Допустим, что частота доминантного гена А=0.95, тогда частота а=0.05.

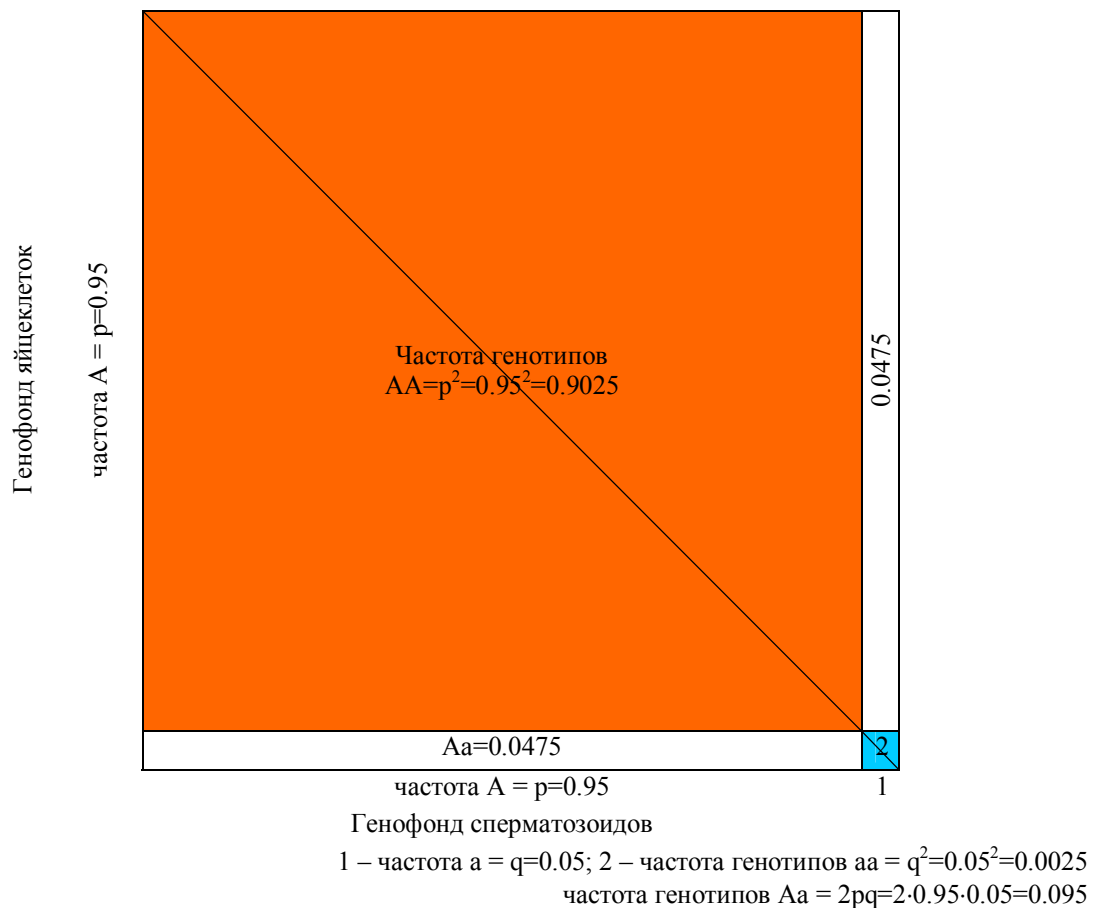


Рисунок 2

Если в дикой популяции отбора (отбраковки) гомозигот по рецессиву не происходит, то число таких особей увеличивается до 25 %. Такая популяция содержит максимально возможное количество гетерозигот 50 %, но продолжает оставаться равновесной.

AA $p^2=0.25$	Aa $pq=0.25$
Aa $pq=0.25$	Aa $q^2=0.25$

Рисунок 3

Большие популяции диких животных всегда равновесны, и это равновесие поддерживается в течение многих поколений.

В больших популяциях, как правило, сосуществует два или несколько аллелей одного гена, различающихся пропорциями частот, остающимися постоянными (и равновесными) в течение многих поколений. Наличие в равновесной популяции двух и более аллелей одного гена носит название полиморфизма. Все виды животных полиморфичны.

Популяции диких, еще не одомашненных, собак были полиморфны.

Но вот вид подвергся одомашниванию.

Популяция разобшилась на отдельные группы со случайным набором разных аллелей одних генов. Пороодообразование началось с образования многих, очень небольших по количеству животных, племенных ядер со случайным набором аллелей. Такие племенные ядра по генетическим процессам напоминают развитие малых популяций в условиях изоляции. В малой популяции естественный отбор быстрее начинает устранять летальные и полублетальные аллели. Но в малой популяции увеличивается случайность в накоплении отдельных генотипов. Случайно одни аллели могут исчезнуть, а другие случайно сохраниться.

При последующем увеличении численности этой популяции число случайно сохранившихся аллелей может быстро возрасти, подобное изменение генных частот в малой популяции в результате действия случайных факторов называют дрейфом генов или генетико-автоматическим процессом. Но в пороодообразование вмешался человек. Он уже по своему усмотрению начал убирать из породы одни аллели и размножать другие. Порода, таким образом, представляет искусственно созданную неравновесную популяцию, поддерживаемую человеком.

Главное генетическое различие между породами собак состоит в том, что породы различаются по частотам аллелей одних и тех же генов, определяющих те или иные признаки.

У каждой из пород собак есть все гены присущие виду.

Но аллели этих генов могут быть разными, присущими конкретной породе.

Так у всех собак с полной выраженностью окраса работает ген С, у шнауцеров его аллель s^{ch} переводит черно-подпалый окрас в «перец с солью».

У всех собак сплошного окраса без белых пятен генотип содержит ген S, а пегие гончие несут его рецессивный аллель s^p .

Существует доминантный ген, контролирующий нормальное развитие конечностей, и его рецессивный аллель, определяющий коротконогость такс, бассетов, некоторых терьеров.

Однако природа стремится к равновесности.

И если бы однажды собаководы выпустили на улицу всех собак всех пород и дали бы им возможность свободно и равновероятно скрещиваться, то уже первое поколение, полученное от таких скрещиваний, образовало бы равновесную популяцию.

Кстати, равновесными являются популяции свободно гуляющих кошек в больших городах.

По зоологической номенклатуре порода может быть приравнена к подвиду.

Все представители одной породы обладают большим сходством друг с другом. Породам свойственна константность – стойкость в наследовании характерных признаков. Однако и самые константные породы полной однородности не имеют, так как велика и изменчивость.

С одной стороны, изменчивость представляет угрозу, так как при разведении и неудачном спаривании собак можно потерять все, что было достигнуто.

С другой стороны, изменчивость – залог совершенствования породы, так как каждое поколение представляет собой материал для селекции.

Достаточно посмотреть на фото доберманов, шнауцеров, эрделей начала XX века, чтобы увидеть как они изменились.

Способность породных животных стойко передавать свои качества потомству объясняется тем, что многие гены у них уже перешли в гомозиготное состояние.

Однако если слишком много генов перейдет в гомозиготное состояние, то в породе наступит постоянство признаков, и она утратит способность изменяться. Чрезмерная генетическая однородность останавливает развитие породы.

В чистопородном разведении применяются следующие виды спариваний:

- неродственные спаривания (аутбридинг);
- родственные спаривания (инбридинг).

В качестве методов разведения выступают:

- бессистемное разведение;
- разведение по линиям;
- освежение крови;
- кросс линий.

Большинство культурных пород собак, сложившихся в XX веке, опираются в очень ограниченное число родоначальников и выдающихся предков, на которых весьма тесно инбридировали.

В собаководстве считается, что спаривание особей, у которых общий предок находится в шестом ряду родословной, можно считать аутбредным, так как его влияние минимально, хотя у части потомства и может проявиться в виде рецессивного признака.

Спаривая относительно неродственных животных, руководитель разведения в какой-то мере может избавить себя от критики: «Вот надо же! Аутбредный подбор, а нежелательная аномалия выскочила».

Слабое утешение. Ведь руководитель разведения знает, что в культурных молодых породах все собаки в той или иной степени родственники.

При неродственных (аутбредных) спариваниях влияние предков на генотип родившегося потомка следующее: родившаяся особь имеет 100 % своих генов, из которых 50 % получено от отца и 50 % - от матери. Но в отцовские 50 % попало 25 % генов деда и 25 % генов бабушки по отцу. Дедовские 25 % включают в себя по 12.5 % генов прадеда и прабабки и так далее в глубь прошлых поколений.

Это можно представить в виде следующей таблицы.

Таблица 11 - Особь имеет 100 % своих генов, из них получено от каждого предка

Поколения предков	Доля (процентная) генов, полученная особью от каждого предка
I	$\frac{1}{2}$ или по 50 % от отца и матери
II	$\left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{1}{4}$ или по 25 % от каждого деда и каждой бабушки
III	$\left(\frac{1}{2}\right)^3 = \frac{1}{8}$ или по 12.5 % от каждого прадеда и каждой прабабки
IV	$\left(\frac{1}{2}\right)^4 = \frac{1}{16}$ или по 6.3 % от каждого прапрадеда и каждой прапрабабки
V	$\left(\frac{1}{2}\right)^5 = \frac{1}{32}$ или по 3.15 % от каждого предка
VI	$\left(\frac{1}{2}\right)^6 = \frac{1}{64}$ или по 1.6 % от каждого предка
VII	$\left(\frac{1}{2}\right)^7 = \frac{1}{128}$ или по 0.8 % от каждого предка
VIII	$\left(\frac{1}{2}\right)^8 = \frac{1}{256}$ или по 0.4 % от каждого предка
IX	$\left(\frac{1}{2}\right)^9 = \frac{1}{512}$ или по 0.2 % от каждого предка
X	$\left(\frac{1}{2}\right)^{10} = \frac{1}{1024}$ или по 0.1 % от каждого предка
XI	$\left(\frac{1}{2}\right)^{11} = \frac{1}{2048}$ или по 0.05 % от каждого предка

Неродственное спаривание более понятно широкой публике по сравнению с родственным, ведь всем известно, что супруги не должны быть родственниками друг другу.

Однако в истории человечества имеются примеры близкородственных браков в течение нескольких поколений. Не смотря на это, браки двоюродных родственников считаются уже опасными для потомства.

Известно, что при неродственных спариваниях домашних животных с большей вероятностью можно получить здоровое, жизнеспособное потомство. Замечено даже, что потомки от неродственных браков легче приспосабливаются к изменяющимся условиям жизни; они более умны, проявляют большую склонность к проявлению элементарного рассудка. Однако в пометах, полученных от аутбредных сочетаний, наблюдается значительный разброс потомков по фенотипу, что не нравится заводчикам, стремящимся к единообразию и сходству выпускаемых ими собак.

Кроме того, заводчик, систематически работающий только при помощи аутбридинга, очень скоро обнаруживает, что ему не хватает высококлассных кобелей, чужекровных для его сук.

Использование же кобелей среднего качества, только ради сохранения аутбридинга, как правило резко ухудшает качество потомства.

Поэтому родословные собак, полученных аутбредно в ряде поколений, часто напоминают слоеный пирог, в котором собраны клички всех известных в стране производителей.

В качестве примера приведу родословную, типичную для породы эрдельтерьер в 1970-х годах.

Инзол Дар-Тег	Иммо ф. Моргенштерн (ввезен из ГДР)			
	Тегри-Дар	Тег-Рег-Тин	Тедди (старые московские крови)	
			Тина-Тин	Дель-Рио фон Хаазе Альзен (ГДР)
		Дарлинг		Тэсс (старые московские крови)
			Пойка ф. Штаатсферграг (Австрия)	
			Джолли (старые московские крови)	

Рисунок 4

Иммо, Дель-Рио и Пойка – ввозные кобели, случайно попавшие в СССР.

Но здесь еще остается доля старых московских кровей.

Из родословной видно, что собаководы тех времен не отрешивались от собак своего старого, традиционного разведения, как от чумы, а планомерно осовременивали их облик.

У миттельшнауцеров положение иное. Первый помет шнауцеров в СССР родился в 1979 году от голландской суки Элске в. д. Кемпваарт и австралийского кобеля Урангелине Беовульфа. Вскоре последовали импорты из ГДР, ФРГ, Чехословакии, Польши, Англии, Швеции, Финляндии. И эти производители поочередно перекрывали друг друга, представляя классическую картину бессистемного разведения по стране в целом.

Постоянное спаривание с чужекровными производителями позволяет сохранить в потомстве высокий уровень гетерозиготности, и благодаря ей высокий уровень изменчивости. Это выгодно разведенцу, так как селекция оказывается результативной.

С другой стороны гетерозиготные производители оказываются не препотентными, а это уже мешает работе разведенца. Ограниченное число выдающихся особей – хороших производителей – также вынуждает разведенца прибегать к родственному спариваниям, то есть к инбридингу.

Главное генетическое последствие инбридинга заключается в том, что у животных, полученных в результате родственного спаривания, большое число пар генов становятся гомозиготными, независимо от типа действия этих генов, доминантного или рецессивного.

Инбридинг вскрывает наследственные качества родительской пары. Он не увеличивает число рецессивных аллелей, а переводит их в гомозиготное состояние, заставляя таким образом проявляться в фенотипе.

Применяя инбридинг, особенно тесный, нужно быть готовым к выбраковке большого числа потомков.

В нескольких первых инбредных поколениях инбридинг как бы взламывает наследственность потомства, которое становится разнотипным, так как выщепляются все новые гомозиготы по рецессивам, резко меняющие фенотип.

Так все тесные инбридинги, осуществленные в породе эрдельтерьер в 1970 – 1980 годы, выявили лишь отрицательную наследственность.

В линиях, чистых от вредных рецессивных генов, инбридинг особого вреда не приносит.

Однако, при возрастании степени гомозиготности, при многократном повторении инбредных спариваний у потомков снижается уровень развития признаков, связанных с приспособляемостью и жизнестойкостью. Увеличивается смертность эмбрионов и щенков, снижается плодовитость, ухудшаются материнские качества сук, замедляется рост и физическое развитие потомства. Этот процесс носит название инбредной депрессии.

Не лучшим образом влияет инбридинг и на нервно-психическую конституцию животных, причем особенно страдает элементарная рассудочная деятельность, закрепляются нежелательные поведенческие черты. В целом нервная система слабеет.

При помощи инбридинга могут быть закреплены экстерьерные особенности выдающегося производителя у потомства. Но так как при инбридинге переходят в гомозиготное состояние разные гены, то закрепляются не только положительные, но и нежелательные признаки.

Существует еще одна причина, из-за которой не следует увлекаться многократно повторяемыми тесными инбридингами, переводящими значительную часть генов в гомозиготное состояние.

Еще в 1903 году Иогансен обнаружил, что при постоянном инбридинге в ряде поколений образуются так называемые чистые линии по доминантным и рецессивным генам, а количество гетерозигот уменьшается, и

составляет $\left(\frac{1}{2}\right)^n$, где n – число поколений. Он обнаружил, что в чистых гомозиготных линиях, при постоянном

и неизменном генотипе, качество фенотипа зависит от случайных причин, не связанных с генетикой.

На основании этих наблюдений Иогансен вывел закон о бесполезности селекции в чистых гомозиготных линиях и об эффективности селекции только в генетически разнородных, гетерозиготных популяциях.

Таким образом, чтобы получить препотентного производителя, стабильно передающего свои качества потомству нам нужен инбридинг.

Но чтобы эффективно произвести отбор среди полученного потомства и иметь возможность при помощи отбора выявить лучшие генотипы необходимо, чтобы потомство оставалось достаточно гетерозиготным. А для того чтобы иметь возможность проводить селекцию в длинном ряду поколений необходимо, чтобы падение гетерозиготности и возрастание гомозиготности было медленным.

Отсюда гомозиготность и гетерозиготность необходимо измерять.

Самый простой способ обозначения, но не измерения, уровня инбридинга предложен Шапоружем. Он нашел широкое применение в собаководстве.

Чтобы собака считалась инбредной необходимо, чтобы общий предок встречался как на отцовской, так и на материнской половине родословной.

По методу Шапоружа общего предка записывают римскими цифрами, обозначающими вертикальные ряды родословной, в которых встречается его кличка.

Причем первым записывается вертикальный ряд из родословной матери.

	I	II	III	IV
Таир-Талисман	Еддги Амаль			
	Гекса Бессер	Еддги Амаль		

Рисунок 5 - Таир-Талисман заинбридирован на Еддги Амаля II – I

	I	II	III	IV	
Орлон	Сэттли	Битт	Арко ●	Центо	
			Кама	Асси	
				Олаф	
				Аликс ▲	
		Флер		Уайт ■	Синьор
			Эрзи	Анита	
				Шах	
			Чуддика	Бумбараш	Эрна
	Дин	Джолли			
	Целли	Арко ●			
		Аликс ▲			
		Нукки		Уайт ■	Уайт ■
				Туллур	Пелли
	Чудди				Прауд
				Онега	

Рисунок 6 – Орлон заинбридирован комплексно на Арко IV - III, Уайта IV - III, Аликс IV – IV

Как было сказано выше, общий предок должен встречаться в родословной изучаемого животного (пробанда) как со стороны отца, так и со стороны матери.

Если предок встречается несколько раз только со стороны отца или только со стороны матери, то такое животное неинбредно.

Например, в данной родословной заинбридированы родители Бублика. Его отец Таир-Талисман на Еддги Амаля II – I и мать Джульетта Аймон заинбридирована на Вирджинию Дарви III – II, но не сам Бублик.

I		II		III	IV
Бублик	Таир-Талисман	Еддги Амаль ▲	Ниневейл Копирайт	Удо ф. Хальвег	
				Ильза Ноэль	Аккиус Труппер
					Нортон ф. Кемпваарт
		Гекса Бессер	Еддги Амаль ▲	Элске ф. Кемпваарт	
				Лемметса Ла Инесс	Ниневейл Копирайт
					Ильза Ноэль
	Джульетта Аймон	Соломон Вирфоль	Улот ан Бочап	Михан Хуливилипойка	
				Вирджиния Дарви ●	Лийвапоххья А- Хетти
					Атос Грандесса
		Айрис Ульбар	Герсо Лусар	Румба	
				Улла Вирфоль	Брет с Живе Проуди
					Дора с Камене Язеро

Рисунок 7 – Бублик свободен от инбридинга

Способ записи инбридингов по Шапоружу лишь приближителен; он не позволяет судить о действительной степени тесноты инбридинга, сравнивать уровни инбридинга у разных животных, вычислять уровни инбридинга для групп животных и в целом по популяции.

7 На вероятный уровень повышения гомозиготности, то есть на вероятный процент генов, перешедших в гомозиготное состояние, по сравнению с процентом гомозиготных генов, имеющих место во всей популяции животных, указывает коэффициент Райта.

Коэффициент Райта изменяется от нуля, что соответствует полной гетерозиготности, до полной, теоретически возможной гомозиготности, равной единице или 100 %.

Если предок, на которого заинбридировано изучаемое животное (пробанд), сам не инбреден, то формула коэффициента Райта выглядит довольно просто:

$$F_x = \frac{1}{2} \sum 0.5^n,$$

где F_x – коэффициент инбридинга у пробанда;

$\sum$ – знак, обозначающий сумму всех встречающихся инбридингов в родословной;

n – число путей инбридинга от общего предка, через животное X по отцовской стороне родословной к общему предку с материнской стороны, исключая пути от самого общего предка.

Вспомним родословную Таира-Талисмана.

Он сын Еддги Амаля и в то же время его внук по матери.

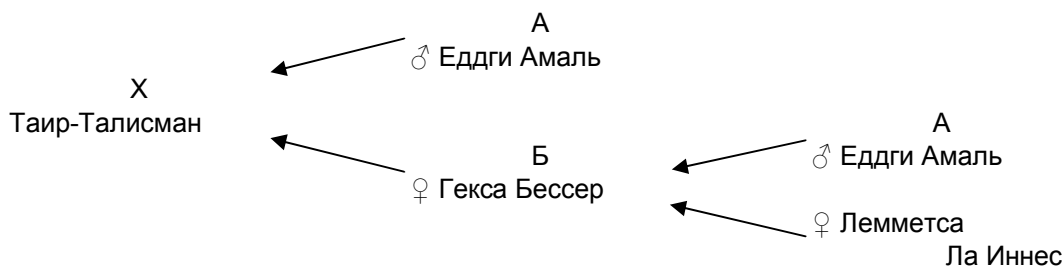


Рисунок 8

Для наглядности удобно построить стрелочную диаграмму, в которой покажем только связи (пути), соединяющие пробанда с особью, на которую он заинбридирован. Для краткости клички заменим буквами: X – Таир, А – Еддги Амаль, Б – Гекса Бессер.

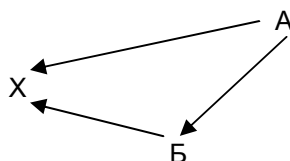


Рисунок 9

Путь инбридинга от А через X и Б к А составляют три стрелки. Но две из них, идущие от А, нужно исключить по условию.

Остается один путь от Б к X.

Поэтому формулу Райта можно записать так:

$$F_X = \frac{1}{2} \cdot 0.5^1 = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{4} \quad \text{или} \quad 0.25 \quad \text{или} \quad 25\%$$

(Таир – Талисман)

Это означает, что с большой вероятностью у Таира-Талисмана 25 % генов перешло в гомозиготное состояние.

Исследуем скрещивание родных брата с сестрой (полных сибсов).

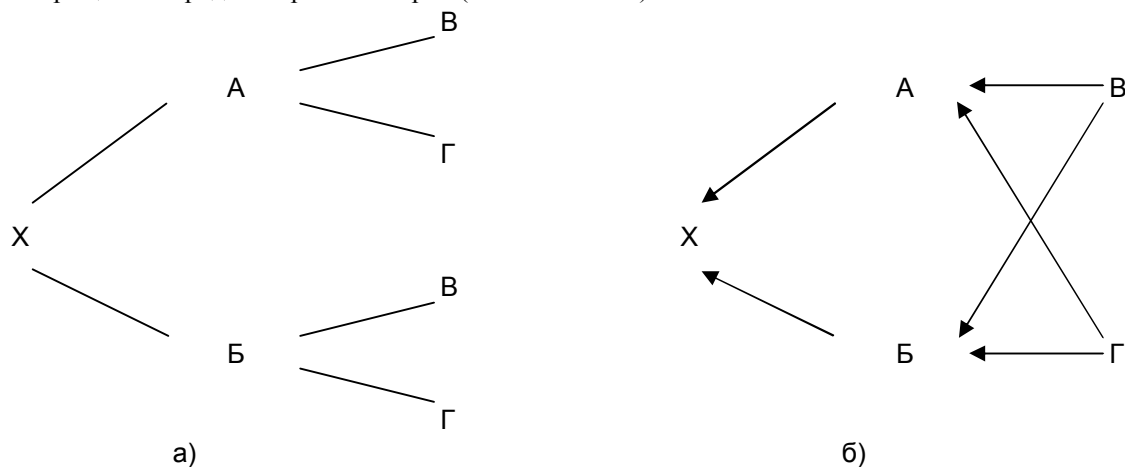


Рисунок 10 - а) вот их родословная; б) а так выглядит стрелочная диаграмма

Здесь пробанд X заинбридирован на В и на Г.

Для В путь будет А – X – Б, включающий две стрелки

$$= 0.5^2 = 0.25$$

И для Г путь будет А – X – Б, также включающий две стрелки

$$= 0.5^2 = 0.25$$

$$\Sigma = 0.50$$

$$F_X = \frac{1}{2} \cdot 0.50 = 0.25 \quad \text{или} \quad 25\%$$

Как и при спаривании родитель × дочь, так и в случае спаривания сибсов, коэффициент Райта одинаков – 25 %, но в первом случае накапливаются гены одного предка, а во втором – двух предков (деда и бабушки).

Животноводы-практики считают спаривание брата с сестрой более рискованным, чем спаривание отца с дочерью, хотя возрастание гомозиготности в обоих случаях одинаково.

Каков же будет коэффициент инбридинга Райта у потомка, полученного от скрещивания сводных брата и сестры (полусибсов)?

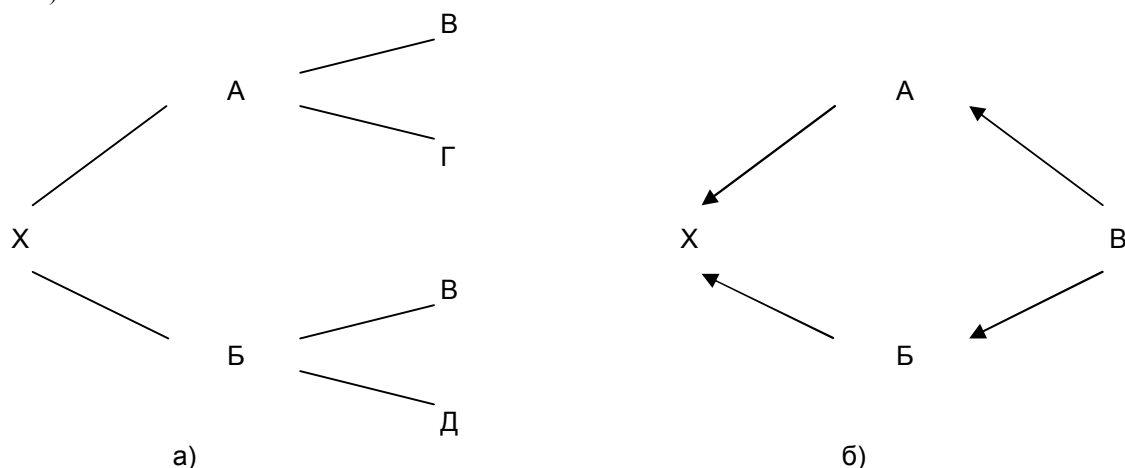


Рисунок 11 - а) родословная; б) стрелочная диаграмма

Круговой путь инбридинга на В будет А – Х – Б, включающий в себя две стрелки (стрелки от В не учитываются).

Тогда

$$F_X = \frac{1}{2} \cdot 0.5^2 = \frac{1}{2} \cdot 0.25 = 0.125 \quad \text{или} \quad 12.5\%$$

В данном сочетании у пробанда Х вероятно перешло в гомозиготное состояние 12.5 % генов. Но вот еще одна родословная. И ее стрелочная диаграмма.

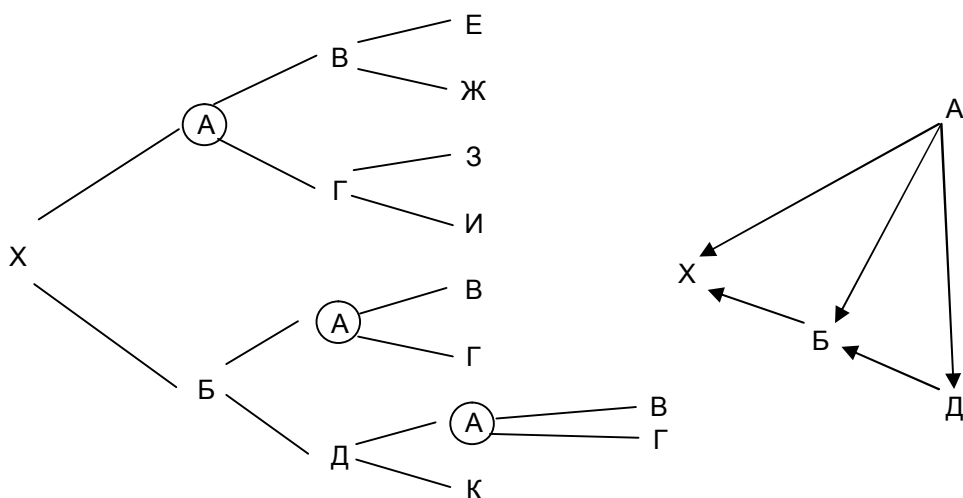


Рисунок 12 - В этой родословной пробанд Х является результатом двух последовательных скрещиваний с кобелем А; у предков Х два акта инбридинга: первый - вязка А с его дочерью Б (путь Х - Б), второй - вязка А с его дочерью Д (путь Х - Б - Д)

Таким образом, путь Х – Б = $0.5^1 = 0.5$
путь Х – Б – Д = $0.5^2 = 0.25$

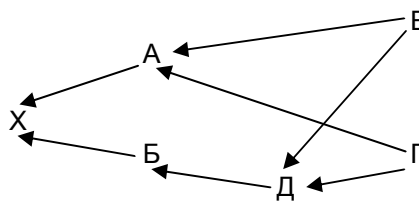
$$\overline{\Sigma} = 0.75$$

$$F_X = \frac{1}{2} \cdot 0.75 = 0.375 \quad \text{или} \quad 37.5\%$$

При подсчете F нужно искать в родословной все возможные инбридинги.

Вносят ли особи В и Г (родители А) свой вклад в инбридинг Х? хотя они присутствуют как со стороны отца, так и со стороны матери, но их вклад в уровень гомозиготности Х полностью перекрывается вкладом особи А.

Phylogenetic tree diagram showing the relationships between taxa X, A, B, and their descendants. X is the root, branching into A and B. A branches into B (circled) and Г. B branches into Д and Е. Д branches into B (double-circled) and Г. Е branches into И and К. The taxa Ж and З are listed next to the first B node.



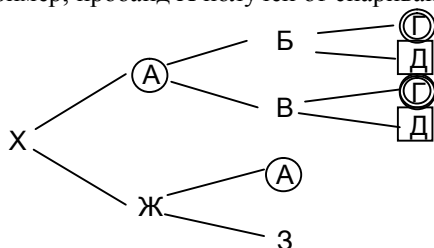
Путь инбридинга на Г будет А – Х – Б – Д = $0.5^3 = 0.125$

$$F_x = \frac{1}{2} \cdot 0.25 = 0.125 \quad \text{или} \quad 12.5\%$$

Степень, в которую нужно возвести 0.5	Значение 0.5, возведенной в степень, в десятичных дробях	Значение 0.5, возведенной в степень, в процентах
1	0.5000	50.00
2	0.2500	25.00
3	0.1250	12.50
4	0.0625	6.25
5	0.0313	3.12
6	0.0156	1.56
7	0.0078	0.78
8	0.0039	0.39
9	0.0019	0.20
10	0.0010	0.10

$$F_X = \frac{1}{2} \sum [0.5^n \cdot (1 + f_a)],$$

Например, пробанд X получен от спаривания отца с дочерью при заинбридованном отце.



```

graph LR
    A --> B
    A --> B1[В]
    A --> X
    A --> Zh[Ж]
    B --> D
    B1 --> D
    D --> X
    D --> Zh

```

6)

Рисунок 14 - а) родословная; б) стрелочная диаграмма

Вычислим f_a – коэффициент инбридинга отца (А).

Путь Б – А – В $= 0.5^2 = 0.25$

Путь Б – А – В $= 0.5^2 = 0.25$

$$\overline{\Sigma} = 0.50$$

Коэффициент отца $f_a = \frac{1}{2} \cdot 0.5 = 0.25$

Тогда путь инбридинга Х равен пути Х – Ж $= 0.5^1$ или

$$F_X = \frac{1}{2} \cdot 0.5^1 \cdot (1 + 0.25) = \frac{1}{2} \cdot 0.5 \cdot 1.25 = 0.31 \text{ или } 31\%$$

У изучаемого пробанда Х в результате инбридинга на инбредного отца перешло в гомозиготное состояние не 25 % генов, как было бы, если бы отец А не был бы заинбридирован, а 31 %.

А теперь рассмотрим родословную, в которой осуществлялись бессистемные инбридинги, как это часто случается в собаководстве.

Рэм Х	Джо В	Вест В	Моро Е	Наль К
				Ялта Л
			Асси Ж	Джой М
				Ялта Л
		Кате Г	Ким З	Джой М
				Хэппи Н
			Асси Ж	Джой М
				Ялта Л
	Шерри Б	Вест В	Моро Е	Наль К
				Ялта Л
			Асси Ж	Джой М
				Ялта Л
		Дива Д	Моро Е	Наль К
				Ялта Л
			Жига И	Наль К
				Хэппи Н

Рисунок 15 - Родословная гипотетическая, все клички взяты произвольно

Для того, чтобы стрелочная диаграмма была менее громоздкой, заменим клички буквами.

Пробанда Рэма обозначим Х, а остальных – буквами русского алфавита, как в предыдущих схемах.

Тогда стрелочная диаграмма будет выглядеть так.

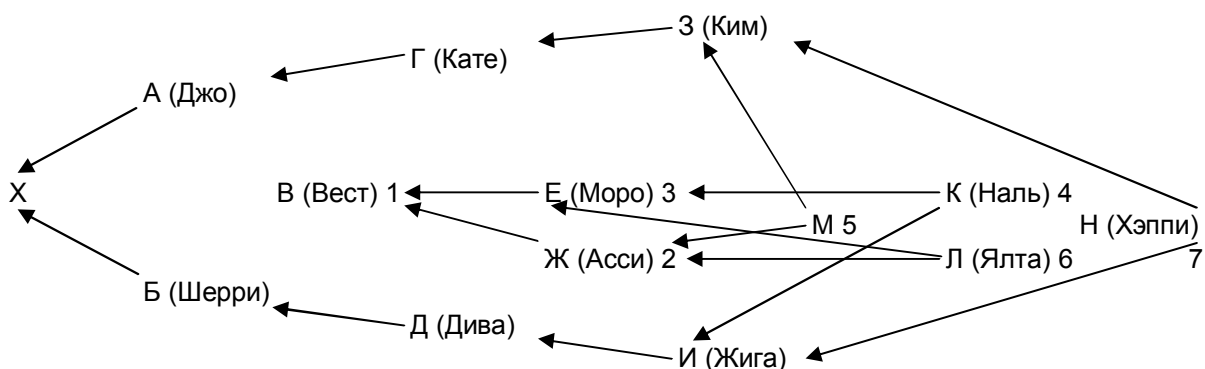


Рисунок 16

Сначала составим список общих со стороны отца и со стороны матери предков. В родословной их 7.

Вест В, Асси Ж, Моро Е, Джой М, Ялта Л, Наль К и Хэппи Н.

Затем нужно определить число разных путей, соединяющих одного и того же предка с пробандом со стороны отца и со стороны матери.

В IV колене родословной чаще всего встречается Ялта Л.

Общее число выходов на нее может быть:

ЕВАХБВЕ	ЖВАХБВЕ	<u>ЖГАХБВЕ</u>
ЕВАХБВЖ	ЖВАХБВЖ	<u>ЖГАХБВЖ</u>
ЕВАХБДЕ	<u>ЖВАХБДЕ</u>	<u>ЖГАХБДЕ</u>

Выходов на Л (Ялту) всего девять. Но только три из них удовлетворяют правилу, что на пути инбридинга каждая кличка должна встречаться только один раз. Это ЖВАХБДЕ, ЖГАХБВЕ и ЖГАХБДЕ.

Часть общих предков может иметь лишь один путь инбридинга, как например Вест, а другие и несколько, как Ялта (Л).

Поэтому следует составить таблицу ходов инбридинга.

Таблица 13

Предок	Ход инбридинга	0.5^n	Коэффициент инбридинга $\frac{1}{2} \sum 0.5^n$
Вест (В)	АХБ	$0.5^2=0.250$	$0.125 \cdot (1+f_B)=0.141$
Асси (Ж)	ГАХБВ	$0.5^4=$	
Моро (Е)	ВАХБД	$0.5^4=$	
Джой (М)	ЗГАХБДИ	$0.5^6=$	0.062
Ялта (Л)	ЖВАХБДЕ	$0.5^6=$	
Ялта (Л)	ЖГАХБВЕ	$0.5^6=$	
Ялта (Л)	ЖГАХБДЕ	$0.5^6=$	0.031
Наль (К)	ЕВАХБДИ	$0.5^6=$	
Хэппи (Н)	ЗГАХБДИ	$0.5^6=$	
			Сумма 0.250

Примечание – Вест сам заинбридирован на Ялту (Л), и это усиливает гомозиготность Рэма.

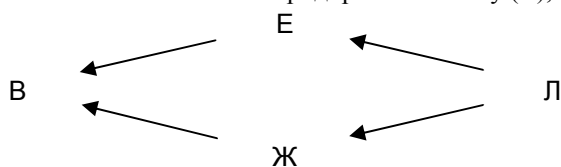


Рисунок 17 - Инбридинг Веста (В) учитывается отдельно

$$f_B = \frac{1}{2} \cdot 0.5^2 = 0.125$$

И поправка $(1+f_B)$ должна быть включена в коэффициент инбридинга Веста. Имеется следующая математическая закономерность:

$$\left(\frac{1}{2}\right)^n + \left(\frac{1}{2}\right)^n = \left(\frac{1}{2}\right)^{n-1}$$

Например:

$$\left(\frac{1}{2}\right)^3 + \left(\frac{1}{2}\right)^3 = \frac{1}{8} + \frac{1}{8} = \frac{1}{4} = \left(\frac{1}{2}\right)^2$$

Таким образом, общий суммарный коэффициент инбридинга пробанда X (Рэма) равен сумме всех коэффициентов 0.25 или 25 %. Иначе, эта цифра показывает высокую вероятность того, что 25 % всех генов Рэма перешло в гомозиготное состояние.

Если F_X (степень гомозиготности) меняется от 0 до 1 (или от 0 до 100 %), то степень гетерозиготности представляет собой $1-F_X$.

Гетерозиготность равна 100 %, когда сочетание полностью аутбредно, и равна 0, когда $F_X=1$ или 100 %.

Ни того, ни другого практически не бывает. Но нужно стремиться, чтобы в ряду поколений гетерозиготность уменьшалась, а гомозиготность увеличивалась медленно.

Для более быстрых расчетов можно пользоваться следующей таблицей. Важно только учитывать все встреченные в родословной инбридинги.

Таблица 14 - Значение коэффициентов инбридинга в процентах

Ряд родословной отца	Ряд родословной матери							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
I	-	25.000	12.500	6.250	3.120	1.560	0.780	0.390
II	25.000	12.500	6.250	3.120	1.560	0.780	0.390	0.200
III	12.500	6.250	3.120	1.560	0.780	0.390	0.200	0.100
IV	6.250	3.120	1.560	0.780	0.390	0.200	0.100	0.050
V	3.120	1.560	0.780	0.390	0.200	0.100	0.050	0.025
VI	1.560	0.780	0.390	0.200	0.100	0.050	0.025	0.013
VII	0.780	0.390	0.200	0.100	0.050	0.025	0.013	0.006
VIII	0.390	0.200	0.100	0.050	0.025	0.013	0.006	0.003

Таблица 15 - Классификация тесноты инбридинга

Название инбридинга	Типы инбридинга по Шапоружу	Коэффициент Райта
Инбредная линия	Спаривание братьев с родными сестрами или родителей с детьми в ряде поколений	0.4 и выше (40 % и выше)
Очень тесный (кровосмешение) in-and-in breeding	Спаривание братьев с сестрами (II-II на отца + II-II на мать). Спаривание родителей с детьми I-II, II-I	0.25 (25 %) 0.25 (25 %)
Тесный или близкий close breeding	Спаривание деда с внучкой III-I, бабки с внуком I-III, полубрата с полусестрой II-II Спаривания III-II, II-III, I-IV, IV-I	0.125 (12.5 %) 0.125 (12.5 %) 0.062 (6.25 %)
Умеренный line breeding	Спаривания III-III, I-V, V-I Спаривания II-V, V-II, III-IV, IV-III, I-VI, VI-I Спаривания IV-IV, III-V, V-III, II-VI, VI-II	0.031 (3.12 %) 0.156 (1.56 %) 0.008 (0.78 %)
Отдаленный	Спаривания IV-V, V-IV Спаривания V-V Спаривания V-VI, VI-V И далее	0.004 (0.39 %) 0.002 (0.20 %) 0.001 (0.10 %)

При отдаленных инбридингах, конечно, могут проявиться в фенотипе потомка скрытые рецессивные гены, но особого значения для целенаправленного применения отдаленные инбридинги не имеют.

8 Коэффициент генетического сходства (родства)

Иногда интересно знать степень родства между двумя особями, то есть выяснить, насколько вероятно, что эти две особи обладают одинаковыми копиями генов.

Например, имеется родственник известного производителя, находящегося в другом питомнике. Если окажется, что родственник и производитель имеют высокий коэффициент родства (генетического сходства), то можно использовать на племя этого родственника. Кроме того, при спаривании двух родственных особей, чем теснее связаны родством две спариваемые особи, тем больше они должны иметь общих генов, и тем большая вероятность, что они передадут их потомству, потомок будет гомозиготным по этим генам. Чем больше общих генов имеют родители вследствие родства, тем более гомозиготным будет их потомство.

Коэффициент генетического сходства между животными X и Y рассчитывается по формуле:

$$R_{XY} = \frac{\sum [0.5^n \cdot (1 + f_a)]}{\sqrt{(1 + F_X) \cdot (1 + F_Y)}}$$

где R_{XY} – коэффициент генетического сходства между X и Y;

Σ – сигма, означающая сложение;

n – число стрелок, связывающих X и Y через общего предка;

F_X – коэффициент инбридинга особи X;

F_Y – коэффициент инбридинга особи Y;

f_a – коэффициент инбридинга общего предка.

Если особи X и Y и их общий предок не инбредны, то формула приобретает более простой вид:

$$R_{XY} = \sum 0.5^n$$

Вот несколько примеров:

– коэффициент родства между отцом и сыном (дочерью)

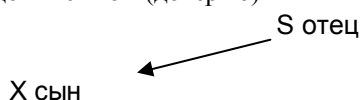


Рисунок 18 - Всего один путь (одна стрелка)

$$R_{SX} = 0.5^1 = 0.5 \text{ или } 50 \%$$

и это действительно так, так как сыну переходит 50 % генов родителя;

– коэффициент родства между полными братьями (сисбсами) X и Y

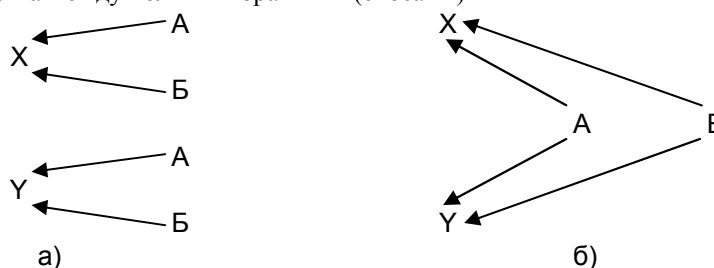


Рисунок 19 - а) родословные; б) стрелочная диаграмма

$$R_{XY} = 0.5^2 + 0.5^2 = 0.25 + 0.25 = 0.5 \text{ или } 50 \%$$

у полных братьев (сисбсов) может быть 50 % одинаковых генов;

– коэффициент родства (генетического сходства) между полубратьями (полусисбсами), у полубратьев один отец, но разные матери



Рисунок 20 - а) родословные; б) стрелочная диаграмма

X и Y связывают две стрелки диаграммы

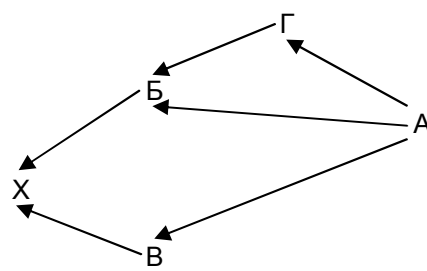
$$R_{XY} = 0.5^2 = 0.25 \text{ или } 25 \%$$

полубратья могут иметь примерно 25 % общих генов;

– приведем еще пример, характерный для заводской линии

X	Б	А	Д
			Е
		Г	А
			К
	В	А	Д
			Е
		Ж	З
			И

а)



б)

Рисунок 21 - а) родословная; б) стрелочная диаграмма

Внук и правнук А – пробанд X – тесно заинбридирован на А, А – не инбреден.

Каково генетическое сходство X с А?

Применяем формулу $R_{XA} = \frac{\sum 0.5^n}{\sqrt{1 + F_X}}$

1) определяется коэффициент инбридинга F_X по формуле $F_X = \frac{1}{2} \sum 0.5^n$

от А есть два пути инбридинга ГБХВ (три стрелки) и БХВ (две стрелки)

ГБХВ $0.5^2=0.125$

БХВ $0.5^2=0.125$

$$\sum = 0.375$$

$$F_X = \frac{1}{2} \cdot 0.375 = 0.187$$

2) составим перечень всех путей, связывающих X с А

X←Б←Г←А n=3 $0.5^3=0.125$

X←Б←А n=2 $0.5^2=0.250$

X←В←А n=1 $0.5^2=0.250$

$$\sum = 0.625$$

3) подставим полученные данные в формулу родства

$$R_{XA} = \frac{\sum 0.5^n}{\sqrt{1 + F_X}} = \frac{0.625}{\sqrt{1 + 0.187}} = \frac{0.625}{\sqrt{1.187}} = \frac{0.625}{1.09} = 0.57 \text{ или } 57\%$$

Внук X в результате инбридинга на деда А имеет с дедом 57 % общих генов, то есть родство с дедом оказалось большим, чем с отцом, с которым 50 % общих генов;

– еще один пример расчета коэффициента генетического сходства (родства) между животными. В питомнике есть кобель и сука, дети выдающегося производителя Б и разных, но связанных родством матерей. Каков коэффициент генетического сходства между ♂А и ♀Р? Вот их родословные.

♂ А	Б	Г	З
			И
		Д	К
			Л
	В	Е	М
			Н
		Ж	О
			П

♀ Р	Б	Г	З
			И
		Д	К
			Л
	С	М	У
			Т
		Ж	О
			П

Рисунок 22 - Из родословных видно, что в них много общих кличек

Нужно построить общую стрелочную диаграмму.

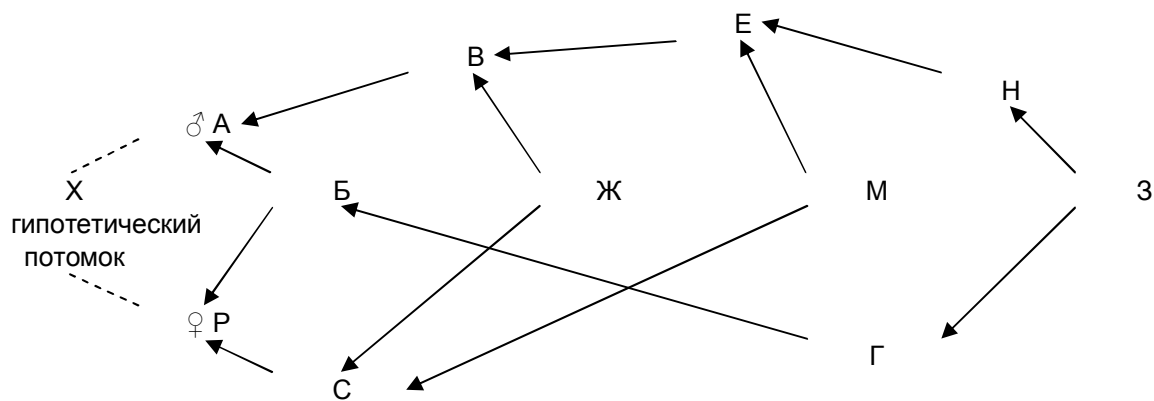


Рисунок 23 - У ♂А и ♀Р оказалось 4 общих предка: Б, Ж, М, З

Родство ♂А и ♀Р вычисляется по формуле $R_{AP} = \frac{\sum 0.5^n}{\sqrt{1 + F_A}}$, так как сука Р не заинбриджена

1) вычислим коэффициент инбридинга для ♂А= F_A
 путь инбридинга Н – Е – В – А – Б – Г

$$F_A = \frac{1}{2} \cdot 0.5^5 = \frac{1}{2} \cdot 0.031 = 0.016$$

2) для вычисления коэффициента родства между ♂А и ♀Р необходимо сложить все пути, соединяющие А и Р
 $\sum 0.5^n$ равна

путь А – Б – Р	$=0.5^2=0.250$
путь А – В – Ж – С – Р	$=0.5^4=0.062$
путь А – В – Е – М – С – Р	$=0.5^5=0.031$
путь А – В – Е – Н – З – Г – Б – Р	$=0.5^7=0.008$

$$\overline{\sum} = 0.351$$

Подставим в формулу полученные значения

$$R_{AP} = \frac{\sum 0.5^n}{\sqrt{1 + F_A}} = \frac{0.351}{\sqrt{1 + 0.016}} = \frac{0.351}{\sqrt{1.016}} = \frac{0.351}{1.008} = 0.348 \text{ или } 34.8\%$$

Таким образом ♂А и ♀Р – близкие родственники и вероятно несут 34.8 % одинаковых аллелей. Если получить потомство от ♂А и ♀Р, то оно будет заинбриджено на четырех производителей и потому не будет линейным, а уровень гомозиготности у него будет довольно высоким.

Коэффициент Райта у предполагаемого потомства составит $F_X = \frac{1}{2} \sum 0.5^n$

путь А – Х – Р	дает $0.5^2=0.250$
путь В – А – Х – Р – С	дает $0.5^4=0.062$
путь Е – В – А – Х – Р – С	дает $0.5^5=0.031$
путь Н – Е – В – А – Х – Р – С	дает $0.5^7=0.008$

$$\overline{\sum} = 0.351$$

$$F_X = \frac{0.351}{2} = 0.175 \text{ или } 17.5\%$$

17.5 % - это уже тесный инбридинг, и получать потомство, заинбриджено на четырех производителей, наверное, не стоит.

Уже не раз встречались слова линия, линейный.

9 Линия – это потомство выдающегося производителя на протяжении нескольких поколений, отличающееся от других животных этой же популяции определенными признаками

Разведение по линиям – это разведение при помощи инбридинга, при котором стараются сконцентрировать наследственные качества выдающегося предка в потомках нескольких поколений.

Обычно общим предком линейных животных является производитель, а не самка, так как от него можно получить больше потомства, что дает возможность провести испытание производителя по потомству.

Могут существовать и женские линии, когда родоначальницей является выдающаяся производительница.

Но в них меньшее число животных, а значит и проверка родоначальницы по потомству будет менее качественной. Своеобразные женские линии носят название семейств.

Линии бывают:

– **генеалогические линии (формальные)**. К генеалогической линии относится все потомство ценного производителя нескольких поколений, в котором не производилось отбора по типу родоначальника линии и качеству потомства. К генеалогической (формальной) линии относятся все, как удачные, так и отбракованные потомки производителя;

– **инбредные линии**. Инбредная линия выводится с применением тесного инбридинга, и даже кровосмешения в ряде поколений. Чаще всего инбредные линии создаются в популяциях лабораторных животных с экспериментальной целью, а также в птицеводстве и свиноводстве. Цель создания таких линий – получение гомозиготных животных по большому числу генов (коэффициент Райта 0.4 – 0.6). Закладывается сразу несколько линий, но не все выдерживают пресса инбридинга, так как отход и отбраковка огромны. Если инбредная линия не пострадала от инбредной депрессии, то при сочетании с другими такими же линиями, она способна дать жизнестойкое пользовательное потомство первого поколения (эффект гетерозиса).

Создание инбредных линий в собаководстве невозможно.

Как повышается гомозиготность и падает гетерозиготность в инбредных линиях изучено хорошо.

И здесь выявились определенные закономерности.

9.1 Разберем инбредную линию, образованную спариванием родных братьев и сестер в каждом поколении (спаривание sibсов)

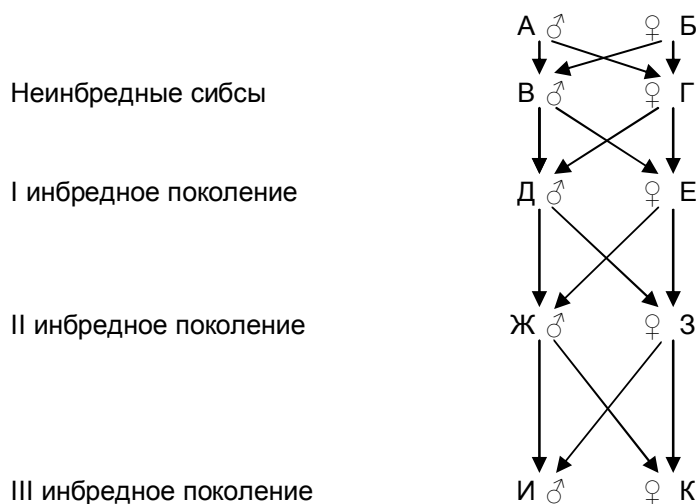


Рисунок 24

Для первого инбредного поколения.

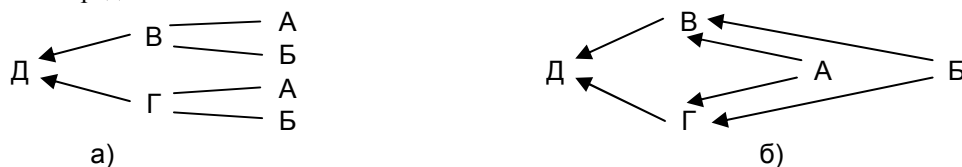


Рисунок 25 - а) родословная; б) стрелочная диаграмма

Инбридинг на А

путь В – Д – Г

Инбридинг на В

путь В – Д – Г

$$F_{Д и Г} = \frac{1}{2} \sum 0.5^2 = \frac{0.25 + 0.25}{2} = 0.25 \quad \text{или} \quad 25\%$$

Оставшаяся гетерозиготность 100 % - 25 % = 75 %

Для второго инбредного поколения.

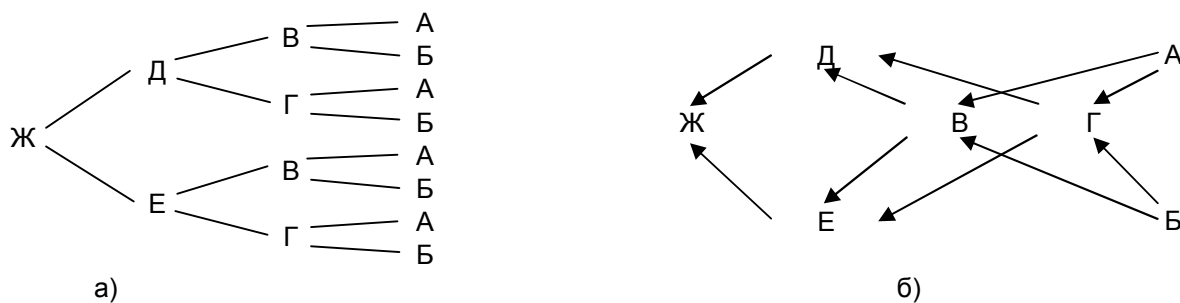


Рисунок 26 - а) родословная; б) стрелочная диаграмма

Ж и З заинбридированы на В (II – II) и Г (II – II). Кроме того они заинбридированы на А и Б, но часть этих инбридингов поглощена инбридингами на В и Г.

Инбридинг на В 0.5^2

Инбридинг на Г 0.5^2

Инбридинг на А, не входящий в В

пути В – Д – Ж – Е – Г 0.5^4

пути Г – Д – Ж – Е – В 0.5^4

Инбридинг на Б, не входящий в В

пути В – Д – Ж – Е – Г 0.5^4

пути Г – Д – Ж – Е – В 0.5^4

$F_{Ж и З} = (0.5^1 + 0.5^3 + 0.5^3) : 2 = (0.5^1 + 0.5^2) : 2 = (0.5 + 0.25) : 2 = 0.75 : 2 = 0.375 = 37.5 \%$

Оставшаяся гетерозиготность $100 - 37.5 = 62.5 \%$

Падение гетерозиготности $75 - 62.5 = 12.5$

Для третьего инбредного поколения.

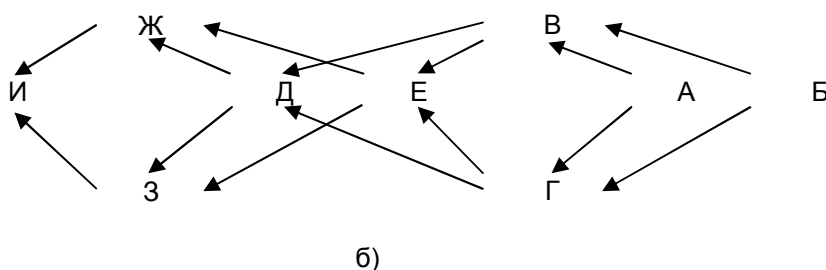
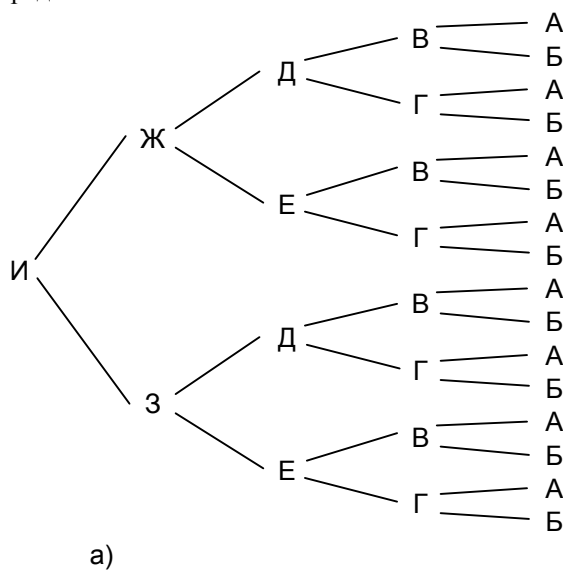


Рисунок 27 - а) родословная; б) стрелочная диаграмма

Здесь предки Д и Е сами заинбридированы на А и Б.

Поэтому применяется формула $F = \frac{1}{2} \sum [0.5^n \cdot (1 + f_a)]$

Сначала вычислим f_D и f_E . Он равен 0.25.

$$\text{Инбридинг на Д} = \frac{1}{2} \cdot 0.5^2 \cdot (1 + 0.25) = \frac{1}{2} \cdot 0.25 \cdot 1.25 = \frac{1}{2} \cdot 0.312 = 0.156$$

$$\text{Инбридинг на Е} = \frac{1}{2} \cdot 0.5^2 \cdot (1 + 0.25) = \frac{1}{2} \cdot 0.25 \cdot 1.25 = \frac{1}{2} \cdot 0.312 = 0.156$$

Инбридинг на В		0.5^3
пути Д – Ж – И – З – Е	0.5^4	
пути Е – Ж – И – З – Д	0.5^4	
Инбридинг на Г		0.5^3
пути Д – Ж – И – З – Е	0.5^4	
пути Е – Ж – И – З – Д	0.5^4	
Инбридинг на А		$0.5^5 + 0.5^5 = 0.5^4$
пути В – Д – Ж – И – З – Б – Г	0.5^6	
пути Г – Д – Ж – И – З – Б – В	0.5^6	
пути В – Е – Ж – И – З – Д – Г	0.5^6	
пути Г – Е – Ж – И – З – Д – В	0.5^6	
Инбридинг на Б		$0.5^5 + 0.5^5 = 0.5^4$
пути В – Д – Ж – И – З – Б – Г	0.5^6	
пути Г – Д – Ж – И – З – Б – В	0.5^6	
пути В – Е – Ж – И – З – Д – Г	0.5^6	
пути Г – Е – Ж – И – З – Д – В	0.5^6	

$$\Sigma = 0.499$$

Итак $F_{ик} = 49.9\%$ то есть округленно 50% .

Оставшаяся гетерозиготность также равна 50% .

Таким образом, при спаривании родных братьев с родными сестрами уже в третьем поколении уровень инбридинга достигает 50% .

Подобные расчеты коэффициента инбридинга и остающейся гетерозиготности при спаривании братьев с родными сестрами в ряде поколений выполнены давно.

Чтобы не затруднять читателя громоздкими расчетами F , сошлюсь на следующую таблицу.

Таблица 16 - Коэффициенты инбридинга F и ожидаемая остаточная гетерозиготность при спаривании типа брат $\times$ сестра (отец $\times$ дочь) в ряде поколений

Инбредное поколение	Коэффициент Райта F_B , %	Ожидаемая остаточная гетерозиготность $(100-F)$	Величина падения гетерозиготности
1	25	75	25
2	37.5	62.5	12.5
3	50	50	12.5
4	59.4	40.6	9.4
5	67.2	32.8	7.8
6	73.4	26.6	6.2
7	78.5	21.5	5.1
8	83	17	4.5
9	86	14	3
10	89	11	3
11	91	9	2
12	93	7	2
15	95	5	2
∞	100	0	

Из таблицы следует, что с поколениями при спаривании сибсов (отцов с дочерьми) рост коэффициента инбридинга и величина падения гетерозиготности замедляется, хотя в первых двух поколениях происходит стремительно.

Как видно из таблицы способ образования инбредных линий путем спаривания отца с дочерью, полностью эквивалентен спариванию сибсов (родных братьев и сестер) в ряде поколений.

9.2 В этой системе спариваний каждое животное вяжется дважды: сын спаривается с матерью и с собственной дочерью, рожденной от матери

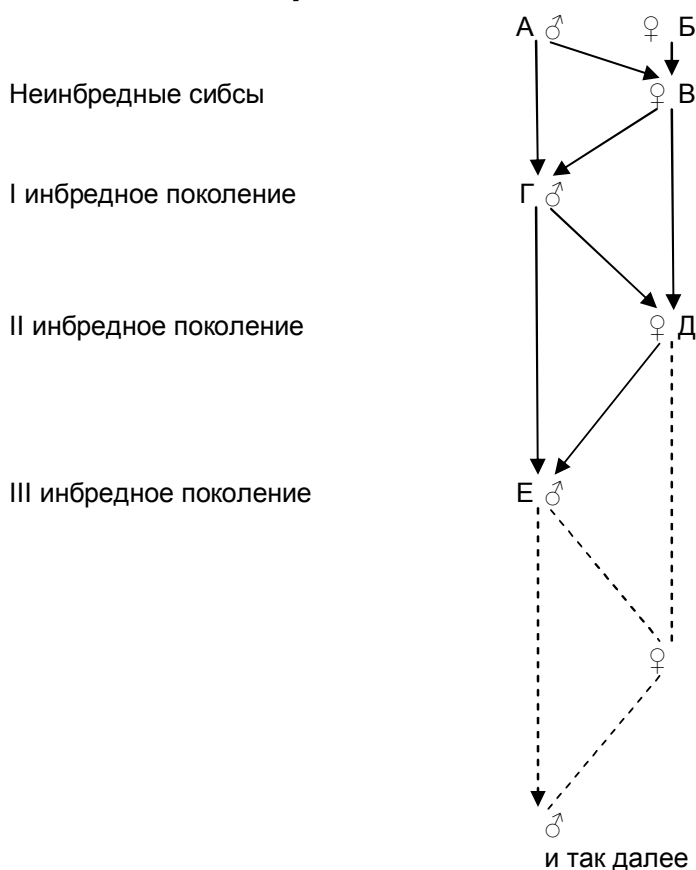


Рисунок 28

Отец А вяжет свою дочь В и получает кобеля Г первого инбредного поколения:

$$F_I = \frac{1}{2} \cdot 0.5^1 = 0.25 \quad \text{или} \quad 25\%$$

Оставшаяся гетерозиготность $100 - 25 = 75\%$.

Далее кобель Г спаривается с матерью В и получает дочь Д второго инбредного поколения.

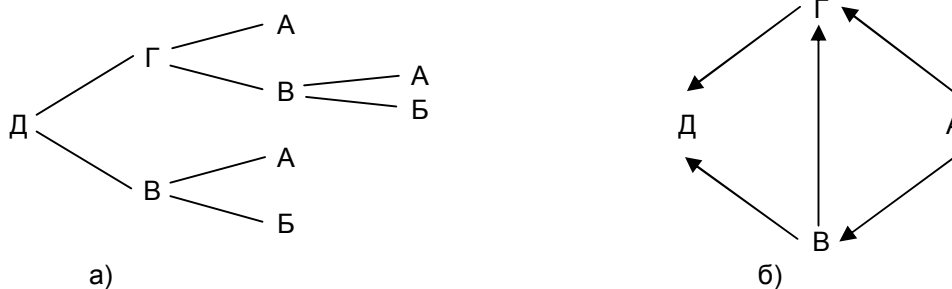


Рисунок 29 - а) родословная; б) стрелочная диаграмма

Д заинбридирована на В и А:

– инбридинг на В путь Д – Г $\frac{1}{2} \cdot 0.5^1 = \frac{0.5}{2} = 0.25$

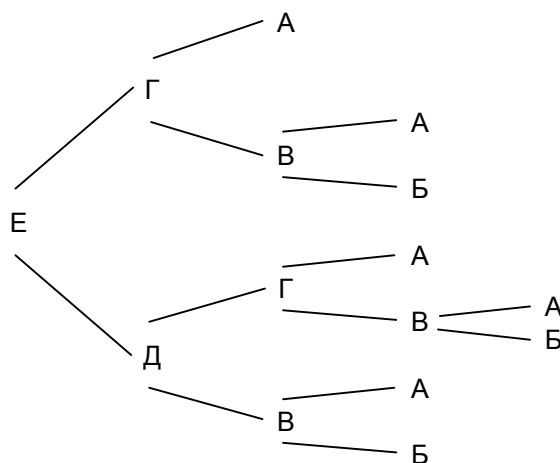
– инбридинг на А путь Г – Д – В $\frac{1}{2} \cdot 0.5^2 = \frac{0.25}{2} = 0.125$

$$\overline{\Sigma} = 0.375$$

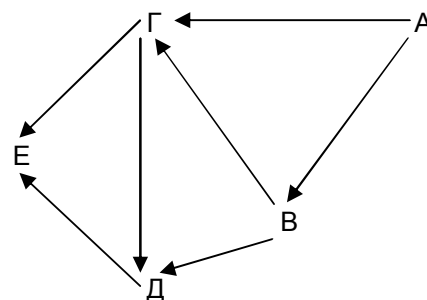
$F_D = 0.375$ или 37.5 %

Оставшаяся гетерозиготность $100 - 37.5 = 62.5$ %

Кобель Г спаривается с дочерью Д, и для продолжения инбредной линии выбирается кобель Е – представитель третьего инбредного поколения.



а)



б)

Рисунок 30 - а) родословная; б) стрелочная диаграмма

Кобель Е заинбридирован на Г, на В и на А. Инбридинг на Б поглощен инбридингом на В.

Инбридинг на Г путь Е – Д $\frac{1}{2} \cdot 0.5^1 \cdot (1 + 0.25) = 0.25 \cdot (1 + 0.25) = 0.312$

Инбридинг на В путь Г – Е – Д $\frac{1}{2} \cdot 0.5^2 = \frac{0.25}{2} = 0.125$

Инбридинг на В путь Г – Е – Д – В $\frac{1}{2} \cdot 0.5^3 = \frac{0.125}{2} = 0.062$

$$\overline{F_E} = \overline{\Sigma} = 0.499$$

$F_E = 49.9$ % ≈ 50 %. Оставшаяся гетерозиготность также равна 50 %.

Таким образом, расчеты подтверждают, что таблица коэффициентов инбридинга, приведенная для спаривания сибсов, полностью подходит и для этой системы, где каждое животное спаривается дважды (с родителем и потомком). Эти две системы спариваний эквивалентны, хотя, повторяю, что практики-животноводы считают спаривание отца с дочерью менее рискованным, чем спаривания братьев с сестрами.

9.3 Следующей простой системой инбридинга является спаривание племенного кобеля с двумя сводными сестрами, которые являются родными сестрами друг другу

Таким образом, прежде всего нужно получить пометы от выдающегося производителя ♂А и двух чужекровных кобелю и друг другу суки ♀Б и ♀В.

Из одного помета выбирается кобель ♂Г, из другого две предназначенные для него суки. Естественно, выбираются лучшие животные. Выбирать кобеля можно из любого из двух пометов. Важно, чтобы из другого помета шли в разведение две суки.

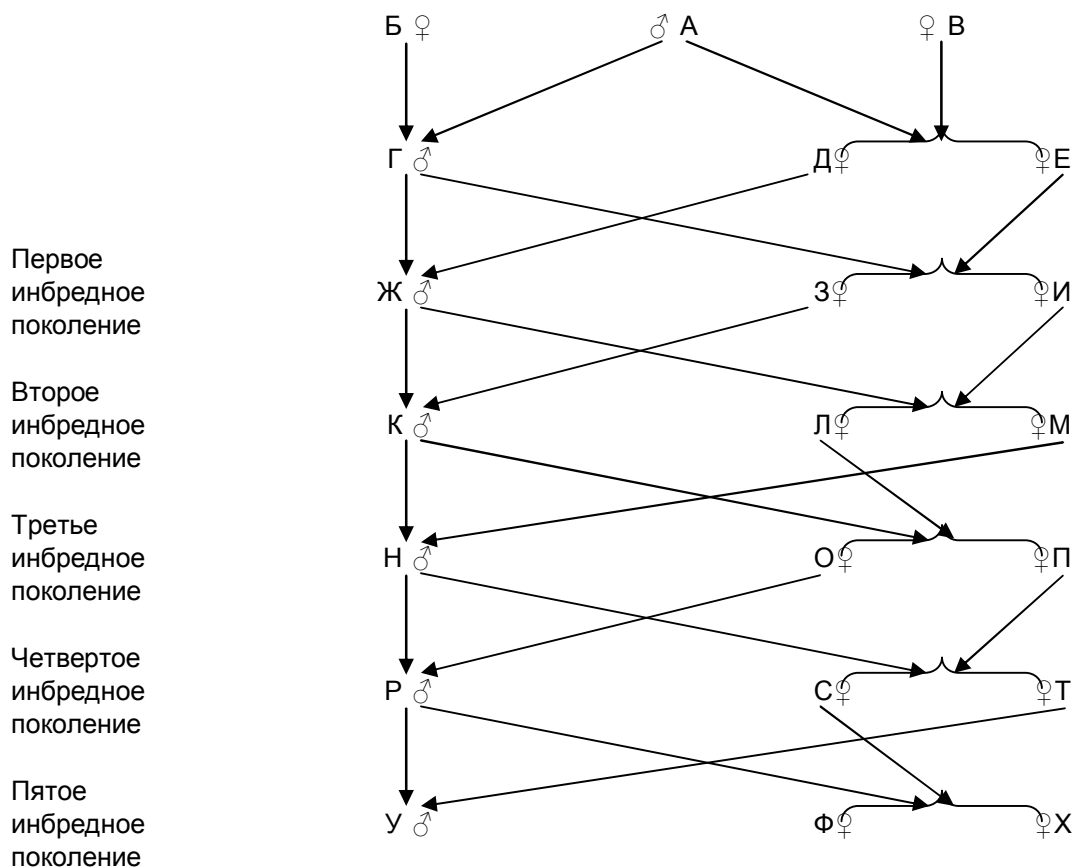


Рисунок 31

Вычисления для первого инбредного поколения.

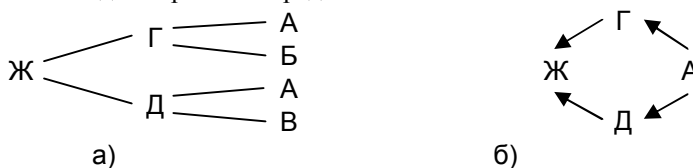


Рисунок 32 - а) родословная; б) стрелочная диаграмма

$$F_{\text{Ж}} = \frac{1}{2} \cdot 0.5^2 = \frac{0.25}{2} = 0.125 \text{ или } 12.5\%$$

$F_{\text{I поколения}} = 12.5\%$

Оставшаяся гетерозиготность 87.5 %

Падение гетерозиготности 12.5 %

Вычисления для II инбредного поколения.

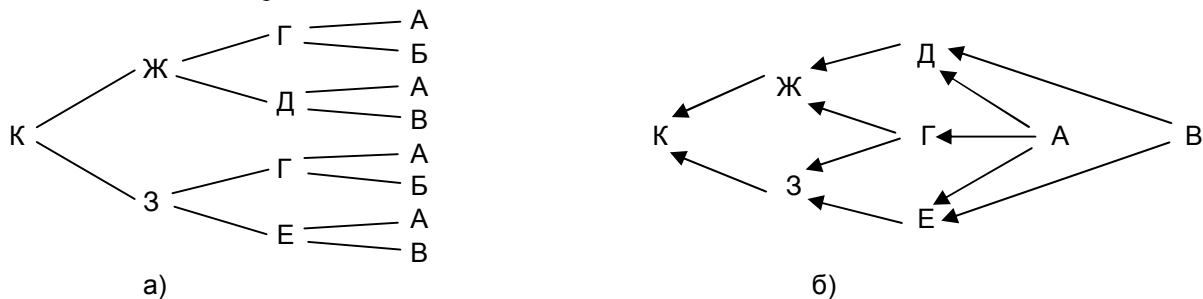


Рисунок 33 - а) родословная; б) стрелочная диаграмма

Инбридинг на Г

$$\frac{1}{2} \cdot 0.5^2 = 0.125$$

Инбридинг на А

путь Г – Ж – К – З – Е 0.5^4

путь Д – Ж – К – З – Е 0.5^4 0.5^3
 путь Д – Ж – К – З – Г 0.5^4 0.5^2 $0.25:2=0.125$
 Инбридинг на В 0.5^3
 путь Д – Ж – К – З – Е 0.5^4

$$\Sigma = 0.25$$

$F_K = F_{II \text{ поколения}} = 25\%$

Оставшаяся гетерозиготность $= 100 - 25 = 75\%$

Падение гетерозиготности $87.5 - 75 =$ также 12.5%

В качестве производителя в третьем инбредном поколении выбран кобель ♂Н от суки ♀М, ему назначаются две сводных сестры – дочери ♀Л.

Вычисления для III инбредного поколения.

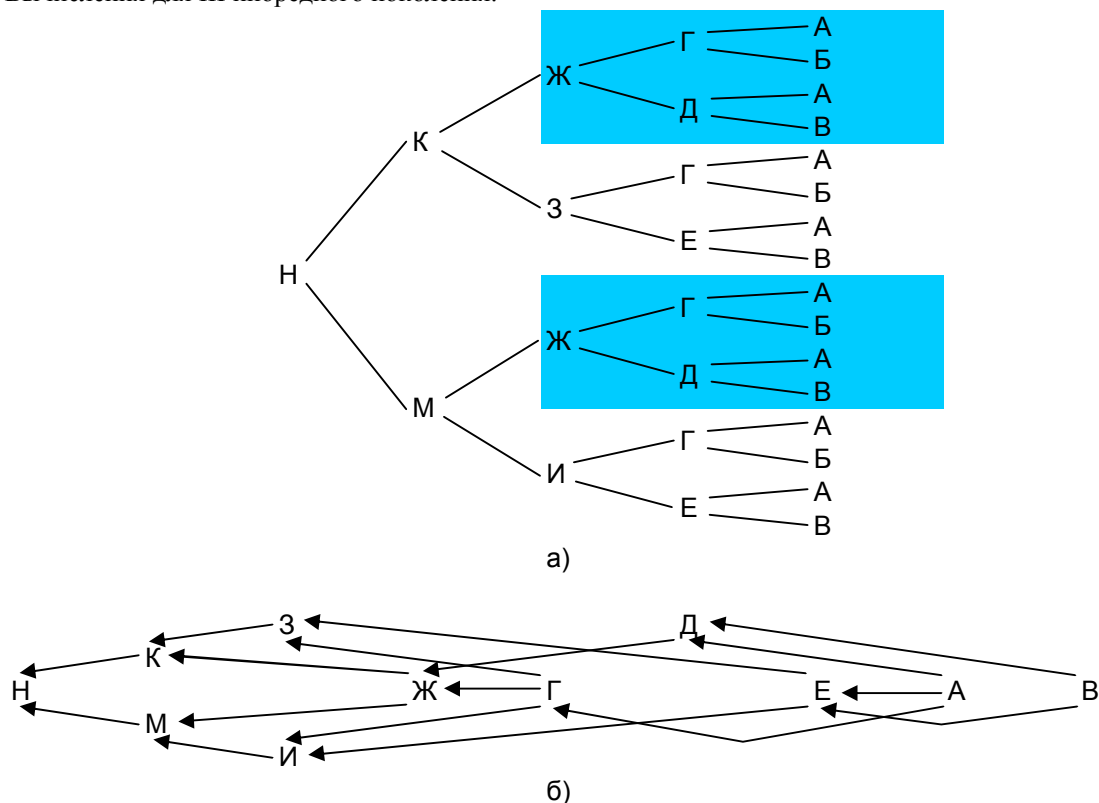


Рисунок 34 - а) родословная; б) стрелочная диаграмма

♂Н заинбридирован на Ж, Г, Е, А и В:

– инбридинг на Ж $\frac{1}{2} \cdot 0.5^2 \cdot (1 + 0.125) = \frac{0.25 \cdot 1.125}{2} = 0.146$

– инбридинг на Г (не входящий в инбридинг на Ж)

путь Ж – К – Н – М – И 0.5^4

путь З – К – Н – М – Ж 0.5^4

путь З – К – Н – М – И 0.5^4

– инбридинг на Е

путь З – К – Н – М – И 0.5^4

$$0.5^3 + 0.5^3 = 0.5^2 \quad \frac{0.25}{2} = 0.125$$

– инбридинг на Д полностью поглощен инбридингом на Ж;

– инбридинг на А

путь Г – Ж – К – Н – М – И – Е 0.5^6

путь Д – Ж – К – Н – М – И – Г 0.5^6

путь Д – Ж – К – Н – М – И – Е 0.5^6

путь Г – З – К – Н – М – Ж – Д 0.5^6

путь Г – З – К – Н – М – И – Е 0.5^6

путь Е – З – К – Н – М – Ж – Г 0.5^6

путь Е – З – К – Н – М – Ж – Д 0.5^6

путь Е – З – К – Н – М – И – Г 0.5^6

$$0.5^5 + 0.5^5 + 0.5^5 + 0.5^5 = 0.5^4 + 0.5^4 = 0.5^3$$

$$\frac{0.125}{2} = 0.062$$

– инбридинг на В

путь Д – Ж – К – Н – М – И – Е 0.5^6

путь Е – З – К – Н – М – Ж – Д 0.5^6

$$0.5^5$$

$$\frac{0.031}{2} = 0.016$$

$$\overline{\Sigma} = 0.349$$

F_H третьего инбридированного поколения = 34.9 %

Оставшаяся гетерозиготность $100 - 34.9 = 65.1 \% \approx 65 \%$

Падение гетерозиготности $75 - 65 = 10 \%$

Для получения IV инбредного поколения выбран кобель ♂Р от ♂Н и ♀О, ему назначены две однопометницы – дочери ♂Н и ♀П.

Вычисления для четвертого инбредного поколения.

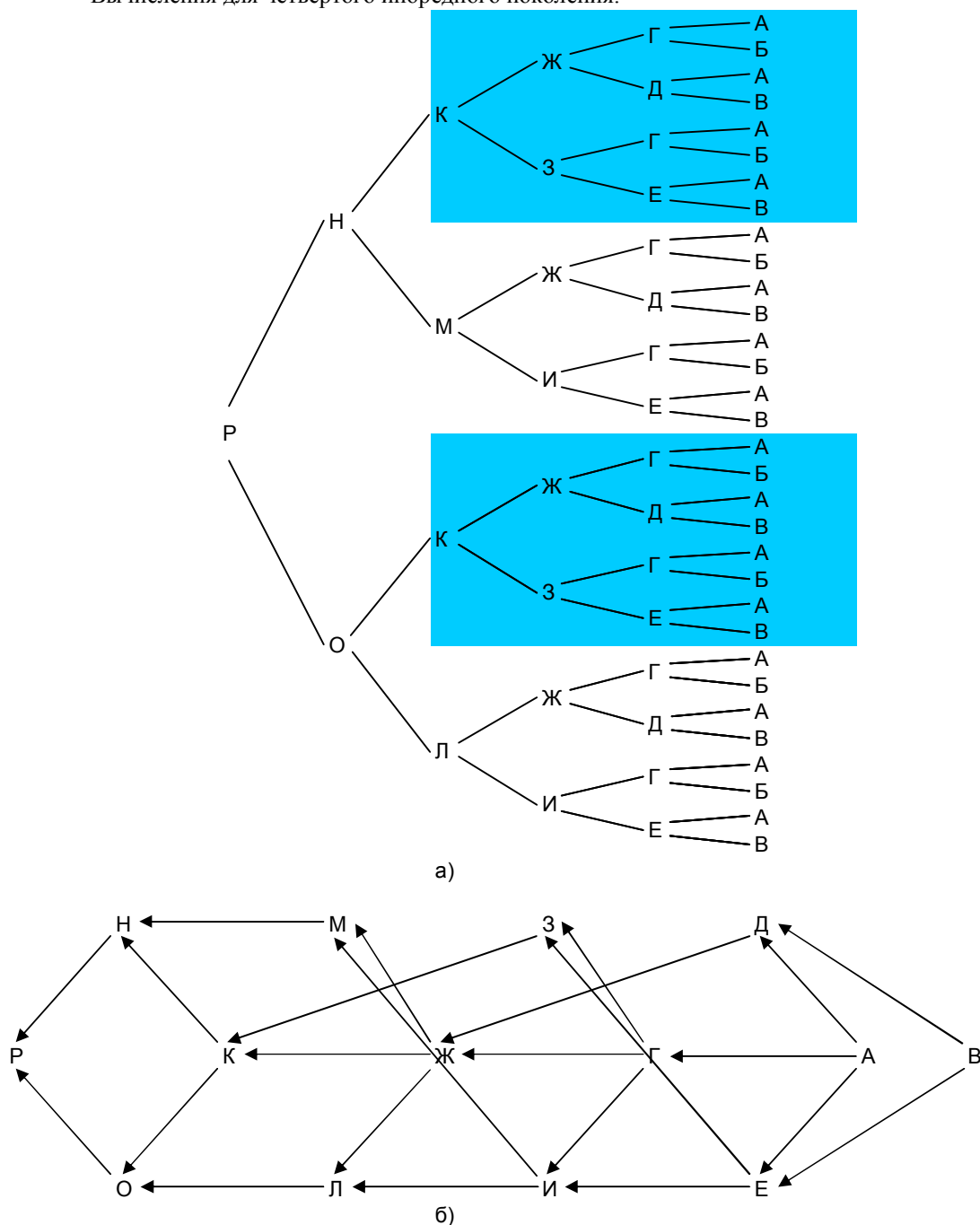


Рисунок 35 - а) родословная; б) стрелочная диаграмма

Кобель Р заинбридирован на К, Ж, И, Г, Е, А, В.

Из них К, Ж, И сами инбредны.

$$F_{II} = \frac{1}{2} \cdot 0.5^2 = \frac{0.25}{2} = 0.125$$

$$F_{Ж} = \frac{1}{2} \cdot 0.5^2 = 0.125$$

$F_K=0.25$ (см. вычисления для II инбредного поколения).

$$\text{Инбридинг на К } \frac{1}{2} \cdot 0.5^2 \cdot (1 + 0.25) = \frac{1}{2} \cdot 0.25 \cdot 1.25 = 0.156$$

Инбридинг на Ж, который сам заинбридирован 0.125:

$$\text{пути } \begin{array}{l} \text{К - Н - Р - О - Л} \\ \text{М - Н - Р - О - К} \\ \text{М - Н - Р - О - Л} \end{array} \quad \frac{1}{2} \cdot 0.5^4 \cdot 1.125 = \frac{1}{2} \cdot 0.062 \cdot 1.125 = 0.035$$

$$\text{М - Н - Р - О - К} \quad 0.035$$

$$\text{М - Н - Р - О - Л} \quad 0.035$$

$$=0.105$$

Инбридинг на И, которая сама заинбридирована 0.125:

$$\text{один путь К - Н - Р - О - Л } \frac{1}{2} \cdot 0.5^4 \cdot 1.125 = \frac{1}{2} \cdot 0.062 \cdot 1.125 = 0.035$$

Инбридинги на Г:

$$\text{пути } \begin{array}{l} \text{Ж - К - Н - Р - О - Л - И} \\ \text{З - К - Н - Р - О - Л - И} \\ \text{З - К - Н - Р - О - Л - Ж} \\ \text{Ж - М - Н - Р - О - К - З} \\ \text{Ж - М - Н - Р - О - Л - И} \\ \text{И - М - Н - Р - О - К - Ж} \\ \text{И - М - Н - Р - О - К - З} \\ \text{И - М - Н - Р - О - Л - Ж} \end{array} \quad \frac{1}{2} \cdot 0.5^6 = \frac{0.016}{2} = 0.008$$

$$\text{З - К - Н - Р - О - Л - И} \quad 0.008$$

$$\text{З - К - Н - Р - О - Л - Ж} \quad 0.008$$

$$\text{Ж - М - Н - Р - О - К - З} \quad 0.008$$

$$\text{Ж - М - Н - Р - О - Л - И} \quad 0.008$$

$$\text{И - М - Н - Р - О - К - Ж} \quad 0.008$$

$$\text{И - М - Н - Р - О - К - З} \quad 0.008$$

$$\text{И - М - Н - Р - О - Л - Ж} \quad 0.008$$

$$=0.064$$

Инбридинг на Д поглощен инбридингом на Ж.

Инбридинг на Е:

$$\text{пути } \begin{array}{l} \text{З - К - Н - Р - О - Л - И} \\ \text{И - М - Н - Р - О - К - З} \end{array} \quad \frac{1}{2} \cdot 0.5^6 = \frac{0.016}{2} = 0.008$$

$$\text{И - М - Н - Р - О - К - З} \quad 0.008$$

$$=0.016$$

Инбридинг на А:

$$\text{пути } \begin{array}{l} \text{Г - Ж - К - Н - Р - О - Л - И - Е} \\ \text{Г - З - К - Н - Р - О - Л - И - Е} \\ \text{Г - Ж - М - Н - Р - О - К - З - Е} \\ \text{Д - Ж - К - Н - Р - О - Л - И - Г} \\ \text{Д - Ж - М - Н - Р - О - К - З - Г} \\ \text{Д - Ж - М - Н - Р - О - К - З - Е} \\ \text{Г - И - М - Н - Р - О - К - Ж - Д} \\ \text{Г - И - М - Н - Р - О - К - З - Е} \\ \text{Е - И - М - Н - Р - О - К - Ж - Д} \\ \text{Е - И - М - Н - Р - О - Л - Ж - Г} \\ \text{Е - И - М - Н - Р - О - Л - Ж - Д} \\ \text{Е - И - М - Н - Р - О - К - З - Г} \end{array} \quad \frac{1}{2} \cdot 0.5^8 = \frac{0.004}{2} = 0.002$$

$$\text{Г - З - К - Н - Р - О - Л - И - Е} \quad 0.002$$

$$\text{Г - Ж - М - Н - Р - О - К - З - Е} \quad 0.002$$

$$\text{Д - Ж - К - Н - Р - О - Л - И - Г} \quad 0.002$$

$$\text{Д - Ж - М - Н - Р - О - К - З - Г} \quad 0.002$$

$$\text{Д - Ж - М - Н - Р - О - К - З - Е} \quad 0.002$$

$$\text{Г - И - М - Н - Р - О - К - Ж - Д} \quad 0.002$$

$$\text{Г - И - М - Н - Р - О - К - З - Е} \quad 0.002$$

$$\text{Е - И - М - Н - Р - О - К - Ж - Д} \quad 0.002$$

$$\text{Е - И - М - Н - Р - О - Л - Ж - Г} \quad 0.002$$

$$\text{Е - И - М - Н - Р - О - Л - Ж - Д} \quad 0.002$$

$$\text{Е - И - М - Н - Р - О - К - З - Г} \quad 0.002$$

$$=0.024$$

Инбридинг на В:

$$\text{пути } \begin{array}{l} \text{Д - Ж - К - Н - Р - О - Л - И - Е} \\ \text{Д - Ж - М - Н - Р - О - К - З - Е} \\ \text{Д - Ж - М - Н - Р - О - Л - И - Е} \\ \text{Е - З - К - Н - Р - О - Л - Ж - Д} \\ \text{Е - И - М - Н - Р - О - К - Ж - Д} \end{array} \quad \frac{1}{2} \cdot 0.5^8 = \frac{0.004}{2} = 0.002$$

$$\text{Д - Ж - М - Н - Р - О - К - З - Е} \quad 0.002$$

$$\text{Д - Ж - М - Н - Р - О - Л - И - Е} \quad 0.002$$

$$\text{Е - З - К - Н - Р - О - Л - Ж - Д} \quad 0.002$$

$$\text{Е - И - М - Н - Р - О - К - Ж - Д} \quad 0.002$$

Е – И – М – Н – Р – О – Л – Ж – Д

0.002
=0.012

$\Sigma = 0.412$

F_p (IV поколение) = 41.2 % $\approx$ 41 %

Оставшаяся гетерозиготность 100-41=59 %

Падение гетерозиготности 65-59=6 %

Очевидно, что 50 % коэффициент инбридинга и оставшаяся гетерозиготность достигнет при спаривании кобеля с двумя полусестрами, являющимися сестрами по отношению друг к другу, достигнет лишь к V, VI поколению.

Английский генетик Рой Робинсон считает, что уровень инбридинга до 50 % вполне допустим в собаководстве. Животных с уровнем инбридинга выше 50 % следует считать высокоинбредными и за такими собаками следует наблюдать.

Естественно, что при спаривании большого числа животных в замкнутой группе уровень инбридинга повышается, а уровень оставшейся гетерозиготности уменьшается медленнее, чем в приведенных примерах инбредных линий.

Иногда заводчик, достигнув определенных положительных результатов в своем питомнике, боится приливать своему поголовью свежую кровь, так как при этом он рискует потерять тип своих собак, своеобразную марку питомника.

Компромиссом была бы такая система скрещивания, при которой сокращение гетерозиготности было бы минимальным. Такие инбредные линии могут существовать в собаководстве.

9.4 Здесь эффективно спаривание двоюродных братьев и сестер

Но сперва надо получить в одном или двух пометах от одной пары родителей таких двоюродных родственников.

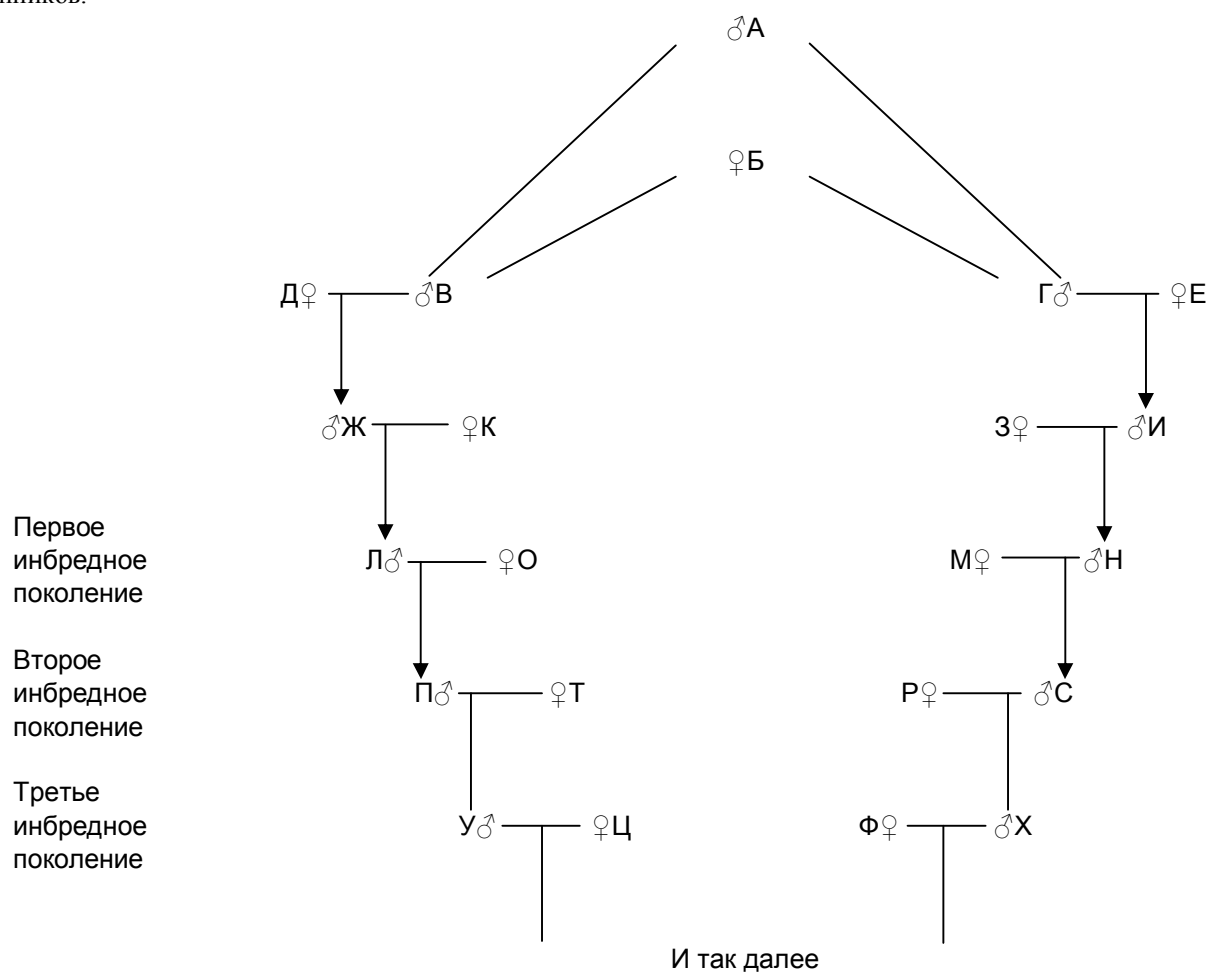


Рисунок 36 - Подобные сочетания повторяются систематически в каждом поколении

♂А и ♀Б – выдающиеся производители-родоначальники; ♂В и ♂Г – родные братья; ♀Д и ♀Е – чужекровные суки.

Получают пометы ♂В×♀Д и Г♂×♀Е. Из каждого помета выбирают лучшего кобеля и лучшую суку. Это кобель Ж и сука З из помета В×Д и кобель ♂И и сука ♀К из помета Г×Е. ♂Ж вяжет двоюродную сестру ♀К, а ♂И двоюродную сестру ♀З. Эти две вязки дают пометы первого инбредного поколения. Из каждого помета выбирается по кобелю и суке, то есть 4 собаки. Кобель Л (от Ж и К) вяжет суку О (от И и З), а кобель ♂Н (от И и З) вяжет суку М (от Ж и К). И так в каждом следующем поколении.

Выбор пола здесь значения не имеет, но важно, что партнер должен быть противоположного пола, и взят из другого помета.

Каков коэффициент инбридинга у I инбредного поколения?

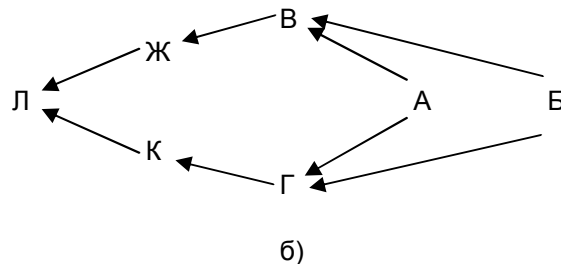
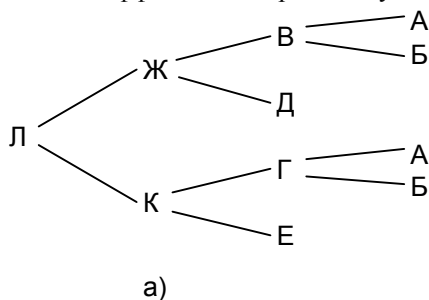


Рисунок 37 - а) родословная; б) стрелочная диаграмма

$$\text{Инбридинг на А } \frac{1}{2} \cdot 0.5^4$$

$$\text{Инбридинг на Б } \frac{1}{2} \cdot 0.5^4$$

$$0.5^4 + 0.5^4 = 0.5^3 = 0.125$$

$$F_{II} = \frac{0.125}{2} = 0.062$$

$$F_{I \text{ поколения}} = 6.2 \%$$

$$\text{Оставшаяся гетерозиготность } 100 - 6.2 = 93.8 \%$$

$$\text{Падение гетерозиготности } 6.2 \%$$

Расчет гетерозиготности для II инбредного поколения.

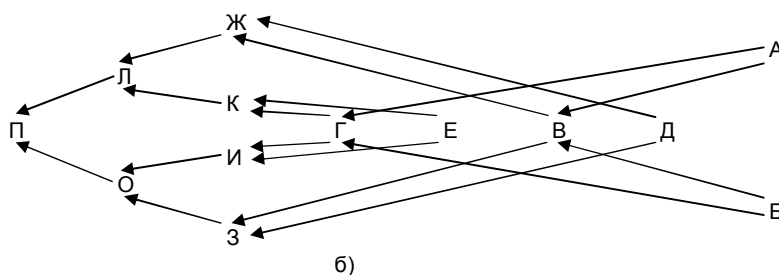
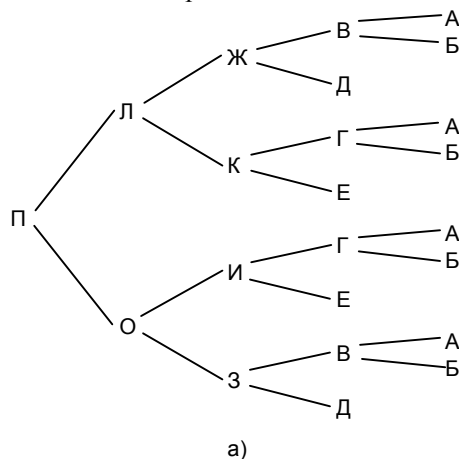


Рисунок 38 - а) родословная; б) стрелочная диаграмма

Инбридинг на Г
 путь К – Л – П – О – И 0.5^4
 Инбридинг на Е $=0.5^3$
 путь К – Л – П – О – И 0.5^4
 Инбридинг на В $=0.5^2$ 0.25
 путь Ж – Л – П – О – З 0.5^4
 Инбридинг на Д $=0.5^3$
 путь Ж – Л – П – О – З 0.5^4
 Инбридинг на А
 пути В – Ж – Л – П – О – И – Г 0.5^6
 Г – К – Л – П – О – З – В 0.5^6
 Инбридинг на Б
 пути В – Ж – Л – П – О – И – Г 0.5^6
 Г – К – Л – П – О – З – В 0.5^6
 $0.5^6 + 0.5^6 + 0.5^6 + 0.5^6 = 0.5^5 + 0.5^5 = 0.5^4 = 0.062$

$$0.312 \cdot \frac{1}{2} = 0.156$$

F_{II} второго инбредного поколения = 15.6 %

Оставшаяся гетерозиготность $100 - 15.6 = 84.4$ %

Падение гетерозиготности $93.8 - 84.4 = 9.4$ %

Расчет коэффициента инбридинга F для III инбредного поколения.

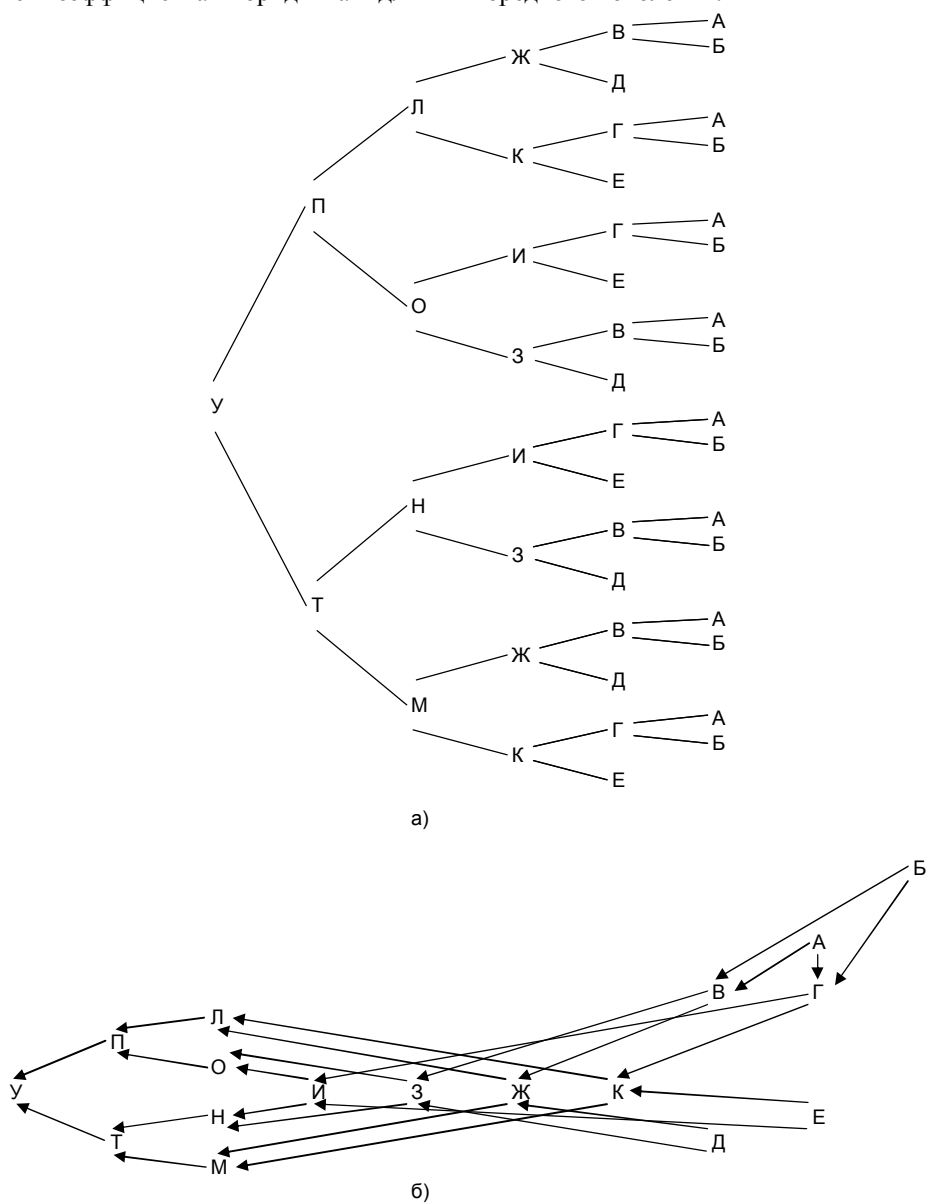


Рисунок 39 - а) родословная; б) стрелочная диаграмма

У заинбридирован на И, З, Ж, Д, К, В, Г, Е, А, Б:

- инбридинг на И
пути О – П – У – Т – Н $0.5^4 =$
- инбридинг на З $=0.5^3 =$
пути О – П – У – Т – Н $0.5^4 =$
- инбридинг на Ж $=0.5^2 = 0.25$
пути Л – П – У – Т – Н $0.5^4 =$
- инбридинг на К $=0.5^3 =$
пути Л – П – У – Т – Н $0.5^4 =$
- инбридинг на Д
пути Ж – Л – П – У – Т – Н – З $0.5^6 =$
пути З – О – П – У – Т – М – Ж $0.5^6 =$
- инбридинг на В $=0.5^5 + 0.5^5 = 0.5^4 =$
пути Ж – Л – П – У – Т – Н – З $0.5^6 =$
пути З – О – П – У – Т – М – Ж $0.5^6 =$
- инбридинг на Г $=0.5^3 = 0.125$
пути К – Л – П – У – Т – Н – З $0.5^6 =$
пути З – О – П – У – Т – М – Ж $0.5^6 =$
- инбридинг на Е $=0.5^5 + 0.5^5 = 0.5^4 =$
пути К – Л – П – У – Т – Н – И $0.5^6 =$
пути И – О – П – У – Т – М – К $0.5^6 =$
- инбридинг на А
пути В – Ж – Л – П – У – Т – Н – И – Г 0.5^8
пути В – Ж – Л – П – У – Т – М – К – Г 0.5^8
пути Г – К – Л – П – У – Т – Н – З – В 0.5^8
пути Г – И – О – П – У – Т – Н – З – В 0.5^8
пути Г – И – О – П – У – Т – М – Ж – В 0.5^8
пути В – З – О – П – У – Т – Н – И – Г 0.5^8
пути В – З – О – П – У – Т – М – К – Г 0.5^8
пути Г – К – Л – П – У – Т – М – Ж – В 0.5^8
 $0.5^8 + 0.5^8 + 0.5^8 + 0.5^8 + 0.5^8 + 0.5^8 + 0.5^8 + 0.5^8 = 0.5^7 + 0.5^7 + 0.5^7 + 0.5^7 = 0.5^6 + 0.5^6 = 0.5^5$
- инбридинг на Б
пути те же, что и при инбридинге на А 0.5^5

$$\frac{1}{2} \cdot 0.437 = 0.218$$

F_u (III инбредного поколения) = 21.8 %

Оставшаяся гетерозиготность $100 - 21.8 = 78.2$

Падение гетерозиготности $84.4 - 78.2 = 6.2$

Таблица 17 - данные по разным видам инбредных спариваний

Спаривания	Инбредное поколение						
		1		2		3	4
<i>сиссов</i>							
F		25		37.5		50	59.4
100-F		75		62.5		50	40.6
падение гетерозиготности	25		12.5		12.5		9.4
<i>отец × дочь</i>							
F		25		37.5		50	59.4
100-F		75		62.5		50	40.6
падение гетерозиготности	25		12.5		12.5		9.4
<i>со сводными сестрами</i>							
F		12.5		25		35	41
100-F		87.5		75		65	59
падение гетерозиготности	12.5		12.5		10		6
<i>двоюродных братьев и сестер</i>							
F		6.2		15.6		21.8	
100-F		93.8		84.4		78.2	
падение гетерозиготности	6.2		9.4		6.2		

10 При суждении о значении инбридинга важным является количество инбридинга на поколение (интенсивность инбридинга)

Эту величину можно определить, извлекая корень степени К из 1-F, где К – число инбредных поколений.

$$\text{Интенсивность инбридинга} = \sqrt[K]{1-F}$$

Так, интенсивность инбридинга при спаривании сибсов:

– в I инбредном поколении 0.75

– во II инбредном поколении $\sqrt[3]{0.625} = 0.79$

– в III инбредном поколении $\sqrt[4]{0.5} = 0.79$

– в IV инбредном поколении $\sqrt[5]{0.406} = 0.79$

– в VIII инбредном поколении $\sqrt[8]{0.17} = 0.80$

– в X инбредном поколении $\sqrt[10]{0.11} = 0.80$

Если мы возьмем систему спаривания двоюродных братьев и сестер в ряде поколений, то интенсивность инбридинга не превышает:

$$\sqrt[2]{0.844} = 0.919 \text{ или } 92 \% \text{ на поколение.}$$

10.1 Для другой системы спаривания в закрытой для ввода свежих кровей группе требуется 8 двоюродных родственников (4 кобеля и 4 суки)

Каждое сочетание должно дать двух потомков для следующего поколения.

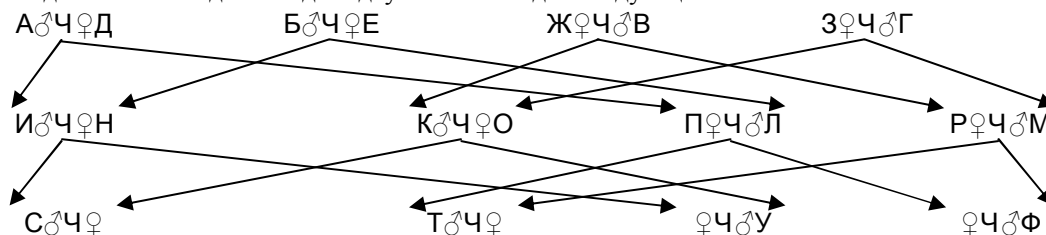


Рисунок 40 - Подбор пар показан линиями. Все повторяется в следующих поколениях

Интенсивность инбридинга в этой системе достигает 97 %, то есть максимальное падение гетерозиготности во втором инбредном поколении составляет всего 6 %:

$$\sqrt[2]{1-0.6} = \sqrt[2]{0.94} = 0.97$$

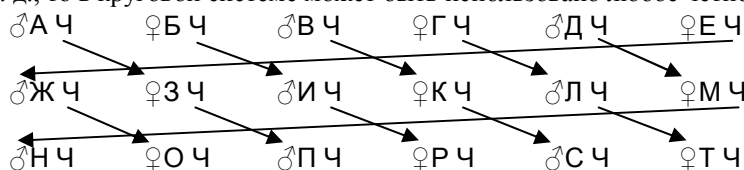
10.2 Следующая система спаривания известна под названием круговой системы (замкнутой)

Здесь также отбирается равное число кобелей и сук на каждое поколение.

Простейший способ графического изображения этой системы – это расположение всех собак в ряд, чередуя пол. Каждое животное спаривается дважды: один раз с соседом слева и один раз с соседом справа. Собака с правого края схемы вяжется с собакой с левого края схемы.

Каждый помет должен дать по одному щенку для следующего поколения. Пол должен чередоваться, безразличен только пол первого щенка.

Если предыдущие две системы требовали групп собак, количественно возрастающих в квадрате, т. е. 4, 8, 16 и т. д., то в круговой системе может быть использовано любое четное число собак: 2, 4, 6, 8 и т. д.



и то же самое в дальнейших поколениях

Рисунок 41 - Схема круговых вязок группы из 6 собак. В каждом поколении для разведения нужны три кобеля и три суки. Пары повторяются в каждом поколении

Интенсивность инбридинга в этой схеме 96 %.

Во II инбредном поколении $\sqrt[3]{0.92} = 0.96$ или $1 - 0.08 = 0.92$

F_{II} поколения равен всего 8 %, а наиболее сильное падение гетерозиготности также 8 %.

Рой Робинсон приводит в своей книге «Генетика для разведенцев собак» усредненную таблицу количества инбридинга на поколение при различном числе кобелей и сук при разведении по принципу замкнутых племенных систем.

Таблица 18

Количество сук	Количество кобелей							
	1	2	3	4	5	6	8	10
1	0.81							
2	0.85	0.89						
3	0.86	0.91	0.92					
4	0.87	0.92	0.93	0.94				
5	0.87	0.92	0.94	0.95	0.96			
6	0.87	0.92	0.94	0.95	0.96	0.96		
7	0.88	0.93	0.94	0.95	0.96	0.96	0.97	
8	0.88	0.93	0.95	0.96	0.96	0.97	0.97	0.97
9	0.88	0.93	0.95	0.96	0.96	0.97	0.97	0.98
10	0.88	0.93	0.95	0.96	0.96	0.97	0.97	0.98
12	0.88	0.93	0.95	0.96	0.97	0.97	0.97	0.98
15	0.88	0.93	0.95	0.96	0.97	0.97	0.98	0.98
много	0.89	0.94	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99

Так, если в нашей замкнутой системе в каждом поколении используется 8 кобелей и 8 сук в каждом поколении, то количество инбридинга на поколение будет по таблице 0.97.

Возведя эту величину в степень, равную номеру инбредного поколения (например – 2), мы получим значение $1 - F_{II}$ поколения.

$0.97^2 = 0.94$, значит, наиболее высокий F в этой системе будет 0.06 или 6 %.

Но рано или поздно в длительное время продолжающихся инбредных сочетаний в замкнутой системе разведения возникнет инбредная депрессия.

И тогда придется искать чужекровного производителя и прибегнуть к ауткроссу (неродственному спариванию).

Описанные выше замкнутые системы спариваний можно считать исходными, пока не появятся животные, пригодные для ауткросса.

Генетики считают в отношении лабораторных животных, что должно активно использоваться 12 – 14 племенных самцов, спариваемых с большим числом самок.

Некоторые разведенцы всячески сдерживают тенденцию к инбридингам. Многие считают, что в родословной, по крайней мере, в трех – четырех поколениях не должны встречаться общие предки.

11 Рассмотрим две родословные

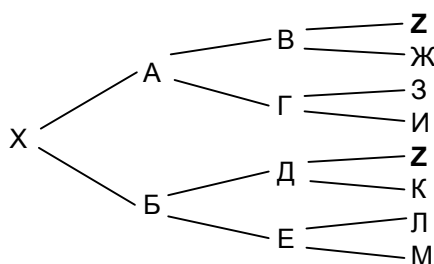


Рисунок 42 - В первой родословной у особи X общий прадед Z по отцовской и материнской стороне родословной

X заинбридирован на Z, который находится в третьем поколении предков (III – III). $F_X = 0.0312$. X – представитель первого инбредного поколения, и долю инбридинга на это поколение X можно выразить как $0.0312:3 = 0.0104$ или 1.04 % (где 3 – интервал между X и поколением Z).

Для того, чтобы получить X, разведенец должен иметь собак В, Г, Д, Е, А, Б.

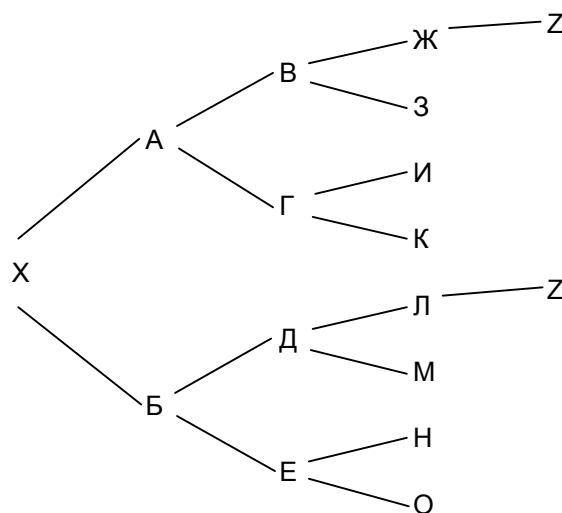


Рисунок 43 - Рассмотрим другую родословную. Здесь X получен в результате возвратного скрещивания с прапрадедом

X заинбридирован на Z (IV – I). Между Z в первом поколении и Z в четвертом - интервал 3 поколения.
 $F_X = 0.0625$ или 6.2 %.

Доля инбридинга на поколение X выражается интервалом в 4 поколения.

$0.0625 : 4 = 0.016$ или 1.6 %.

Эти величины, обозначающие долю инбридинга 1.04 % и 1.6 % близки к 1 %, величине рекомендованной генетиками, на основании изучения падения гетерозиготности в группе лабораторных животных, состоящей из 12 – 14 самцов и многих сук.

Для того чтобы получить X, разведенец должен иметь Г, Д, Е, Ж, Б, В и А.

Несколько трансформируем первую родословную.

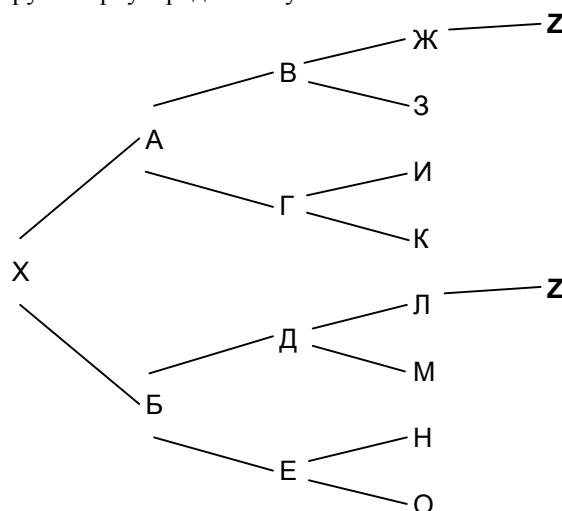


Рисунок 44 - Уберем Z в IV поколение

Здесь $F_X = 0.008$ или 0.8 %.

На каждое поколение падает $0.8 : 4 = 0.2$ % этого инбридинга.

Интенсивность инбридинга 0.2 % конечно меньше чем 1.04 %, но зато добавляется целое поколение племенных животных (Ж, З, И, К, Л, М, Н, О), а это не выгодно разводителю.

Число разных племенных собак в двух схемах с интервалом в 3 поколения составляет соответственно 6 и 7. Это минимум, поскольку в идеале разведенец должен располагать достаточным числом племенных животных.

Кроме того, нужно учитывать, что стремление избежать инбридинга не касается необходимости использовать в разведении только лучших животных.

Использование в разведении средних собак с целью избежать инбридинг слишком дорого стоит породе, отбрасывая ее на исходные позиции. Таким образом, выгоднее инбридировать на выдающегося предка, чем получать лишние поколения.

Заканчивая разбор инбредных сочетаний, следует остановиться на влиянии отбора (селекции) и инбридинга на рожденное потомство. Селекция может проводиться и тогда, когда инбридинг не является методом разведения.

12 Инбридинг требует селекции

Таблица 19 - Селекция и инбридинг дополняют друг друга

Селекция	Инбридинг
Закрепляет некоторые определенные гены.	Закрепляет, переводя в гомозиготное состояние, все гены.
Вызывает небольшое уменьшение гетерозиготности.	Вызывает устойчивое сокращение гетерозиготности.
Вызывает некоторое повышение схожести фенотипов.	Вызывает увеличение схожести фенотипов.

К сожалению, сконцентрировать все желаемые гены в небольшой группе животных невозможно.

Переход к тесному инбридингу приводит к ситуации, когда вся генетическая вариабельность исчерпана, и дальнейший прогресс селекции невозможен.

Если это можно терпеть у собак сверхвысокого выставочного класса, то совершенно нетерпимо у собак средних экстерьерных качеств и особенно у пользовательного рабочего поголовья.

Компромисс находят в форме умеренного инбридинга. В области же селекции никакого послабления не может быть.

Сделав скидку на качество исходного племенного материала, селекцию следует проводить как можно строже.

Принцип заключается в медленном и устойчивом закреплении желательных генов при минимальном инбридинге. Иногда приходится использовать метод неродственных спариваний (аутбридинг), а в отдельных случаях применяя селекцию в сочетании с тесным инбридингом.

Рой Робинсон пишет: «Быстрых и легких решений у разведения не бывает, подчас нужна целая жизнь, посвященная осторожному разведению и селекции, чтобы получать здоровых жизнеспособных собак с прекрасным экстерьером и поведением, которые могли бы создать славу заводчику и сделали бы честь любому рингу».

С точки зрения английского генетика Роя Робинсона, рассматривающего вопрос глобально, в собаководстве царствует бессистемное разведение. Одни собаководы ведут беспорядочные спаривания братьев с сестрами, сводных, двоюродных родственников. Другие пытаются заложить линии и семейства, основанные на первых, приобретенных ими собаках.

Очень многие разведенцы практикуют аутбридинг, любой ценой избегая инбредных сочетаний. Отдельные разведенцы осуществляют инбредные сочетания разного уровня лишь от случая к случаю. Каждый разведенец, каждый питомник работает по-своему.

Исходя из этого, можно говорить о беспорядочном спаривании и бессистемном разведении в пределах породы.

13 Заводские линии

Заводская линия – это группа животных одной породы, сходных между собой и с родоначальником-основателем линии по экстерьеру, типу и поведению.

Заводские линии разводятся при помощи умеренного инбридинга.

Родоначальником заводской линии является выдающийся по своим экстерьерным, поведенческим и племенным качествам животное мужского пола, прошедшее проверку по потомству.

Однако далеко не все потомство родоначальника принадлежит к его заводской линии. Заводскую линию представляют только потомки родоначальника, наиболее схожие с ним по типу, экстерьеру и поведению.

Таким образом, собака может иметь линейную родословную, обладать отличным экстерьером, но не принадлежать к заводской линии своего родоначальника.

Но и потомки родоначальника, обладающие отличным качеством, формально не включенные в его заводскую линию, представляют ценность.

Они могут быть переданы в другие питомники и использованы там в разведении, как основатели собственных линий.

В собаководстве кровных линий мало, а во многих породах их вообще нет.

В советское время заводские линии существовали в породе восточноевропейская овчарка.

Эти линии и входящие в них собаки утверждались в Москве Кинологическим Советом при ЦК ДОСААФ.

Главная цель создания линии – сохранение генетического сходства с родоначальником.

Принадлежит ли собака по происхождению (но не по фенотипу) к какой-либо линии можно выяснить по ее родословной.

Например, это типичная линейная родословная.

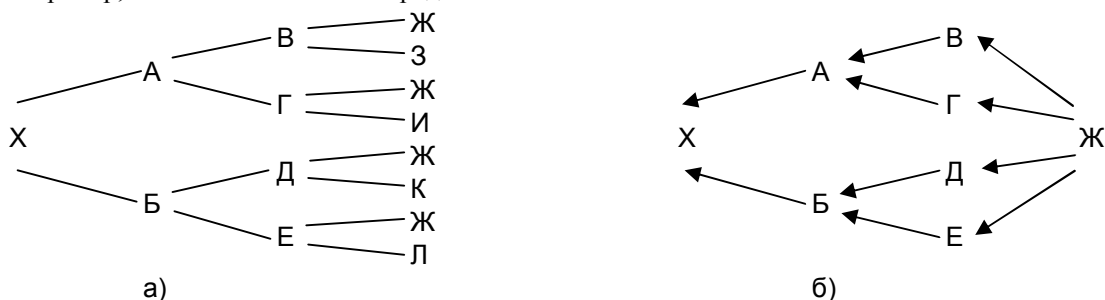


Рисунок 45 - а) родословная; б) стрелочная диаграмма

Пути, связывающие X с родоначальником Ж:

В – А – X – Б – Е 0.5^4

В – А – X – Б – Д 0.5^4

Г – А – X – Б – Е 0.5^4

Г – А – X – Б – Д 0.5^4

$$0.5^4 + 0.5^4 + 0.5^4 + 0.5^4 = 0.5^3 + 0.5^3 = 0.5^2 = 0.25$$

$$F_X = \frac{0.25}{2} = 0.125$$

Но коэффициент генетического сходства X с Ж равен $R_{XЖ} = \sum 0.5^n$ пути:

X – А – В – Ж 0.5^3

X – А – Г – Ж 0.5^3

X – Б – Д – Ж 0.5^3

X – Б – Е – Ж 0.5^3

$$0.5^3 + 0.5^3 + 0.5^3 + 0.5^3 = 0.5^2 + 0.5^2 = 0.5^1 = 0.5 \text{ или } 50\%$$

То есть правнук X имеет с прадедом 50 % общих генов, столько, сколько сын получает от отца. У особи X вероятно 12.5 % генов перешло в гомозиготное состояние. Для получения А и Б скрещивались полусибсы (полубраты с полусестрами).

Еще пример линейной родословной.

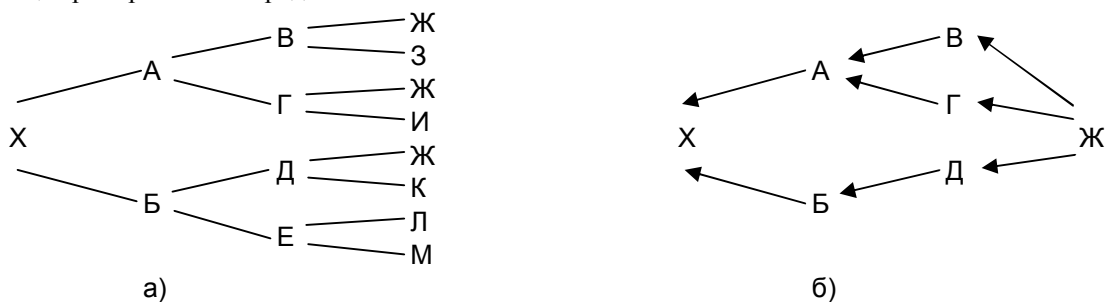


Рисунок 46 - а) родословная; б) стрелочная диаграмма

Вычисление коэффициента Райта $F_X = \frac{1}{2} \sum 0.5^n$ пути:

В – А – X – Б – Д 0.5^4

Г – А – X – Б – Д 0.5^4

$$0.5^4 + 0.5^4 = 0.5^3 = 0.125$$

$$F_X = \frac{1}{2} \cdot 0.125 = 0.062$$

Каково же генетическое сходство правнука X с прадедом Ж?

$R_{XЖ} = \sum 0.5^n$, где $n=3$ пути:

X – А – В – Ж $0.5^3 = 0.125$

X – А – Г – Ж $0.5^3 = 0.125$

X – Б – Д – Ж $0.5^3 = 0.125$

$$0.125 + 0.125 + 0.125 = 0.375$$

В этой родословной спаривание полусибсов применялось только для получения отца А, мать Б просто внука Ж по отцовской линии. Здесь меньше уровень инбридинга (степень вероятной гомозиготности X) и генетическое сходство X с Ж.

Еще линейная родословная.

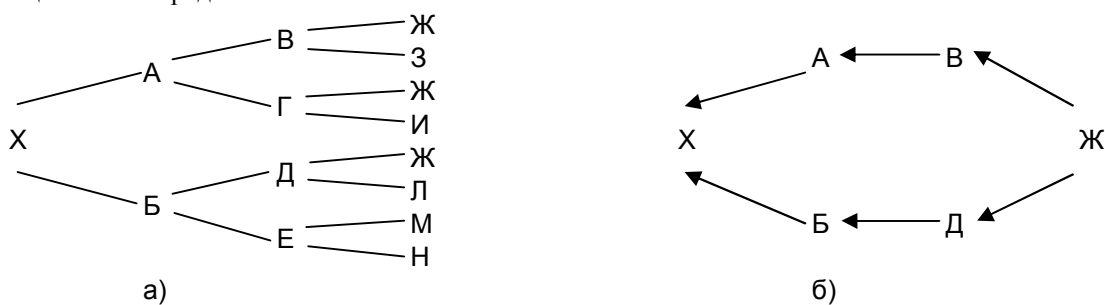


Рисунок 47 - а) родословная; б) стрелочная диаграмма

Путь инбридинга В – А – X – Б – Д $F_X = \frac{1}{2} \cdot 0.5^4 = 0.031$

Коэффициент генетического сходства X с Ж пути:

X – А – В – Ж $0.5^3 = 0.125$

X – Б – Д – Ж $0.5^3 = 0.125$

$\Sigma = 0.25$

Генетическое сходство X с прадедом Ж сохраняется на уровне 25 % (как с дедом) при сравнительно невысоком уровне гомозиготности 0.031 или 3 %.

Следующая родословная иллюстрирует метод разведения по линиям, но отбор был направлен через внуков родоначальника линии М.

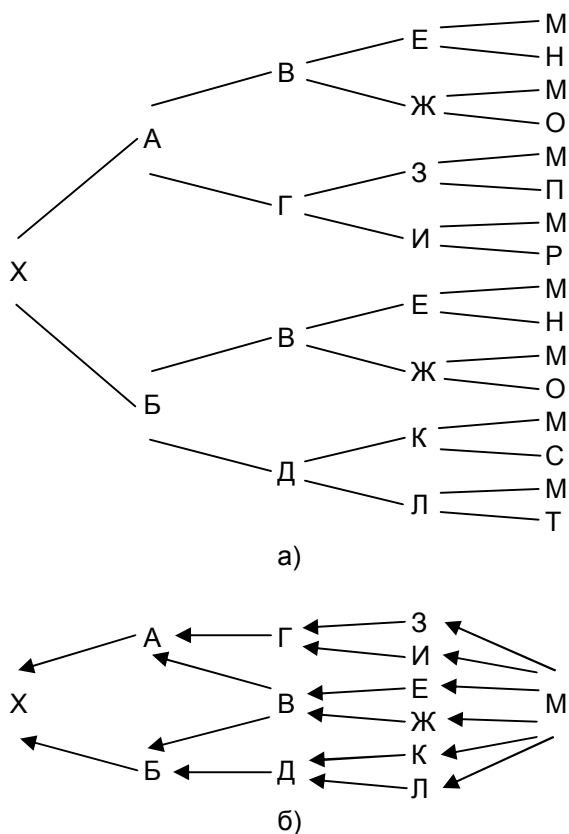


Рисунок 48 - а) родословная; б) стрелочная диаграмма

Для определения коэффициента инбридинга особи X нужно определить коэффициент инбридинга особи В, на которую X заинбридирован. Он составляет $0.125 \left(\frac{1}{2} \cdot 0.25 \right)$.

Пути инбридинга X:

– путь инбридинга на В А – X – Б $0.5^2 = 0.25$

$$\frac{1}{2} \cdot 0.25 \cdot (1 + 0.125) = 0.125 \cdot 1.125 = 0.1111$$

– пути инбридинга на М

$$3 - \Gamma - A - X - Б - Д - Л \quad \frac{1}{2} \cdot 0.5^6$$

$$3 - \Gamma - A - X - Б - Д - К \quad \frac{1}{2} \cdot 0.5^6$$

$$И - \Gamma - A - X - Б - Д - Л \quad \frac{1}{2} \cdot 0.5^6$$

$$И - \Gamma - A - X - Б - Д - К \quad \frac{1}{2} \cdot 0.5^6$$

$$И - \Gamma - A - X - Б - В - Е \quad \frac{1}{2} \cdot 0.5^6$$

$$И - \Gamma - A - X - Б - В - Ж \quad \frac{1}{2} \cdot 0.5^6$$

$$3 - \Gamma - A - X - Б - В - Е \quad \frac{1}{2} \cdot 0.5^6$$

$$3 - \Gamma - A - X - Б - В - Ж \quad \frac{1}{2} \cdot 0.5^6$$

$$Е - В - A - X - Б - Д - Л \quad \frac{1}{2} \cdot 0.5^6$$

$$Е - В - A - X - Б - Д - К \quad \frac{1}{2} \cdot 0.5^6$$

$$Ж - В - A - X - Б - Д - Л \quad \frac{1}{2} \cdot 0.5^6$$

$$Ж - В - A - X - Б - Д - К \quad \frac{1}{2} \cdot 0.5^6$$

$$0.5^5 + 0.5^5 + 0.5^5 + 0.5^5 + 0.5^5 + 0.5^5 = 0.5^4 + 0.5^4 + 0.5^4 = 0.5^3 + 0.5^4$$

$$\frac{0.125}{2} = 0.062; \quad \frac{0.062}{2} = 0.031$$

$$\Sigma = 0.234$$

$$F_X = 0.234 \text{ или } 23.4 \%$$

Коэффициент сходства между X и основателем линии М составляет:

$$R_{XM} = \frac{\sum 0.5^n}{\sqrt{1 + F_X}}$$

Пути, связывающие X с М следующие:

X – A – Г – З – М

X – A – Г – И – М

X – A – В – Е – М

X – A – В – Ж – М

X – Б – В – Е – М

X – Б – В – Ж – М

X – Б – Д – К – М

X – Б – Д – Л – М

$$\text{Сумма путей равна } 0.5^4 \cdot 8 = 0.0625 \cdot 8 = 0.5$$

Но ее еще надо разделить на $\sqrt{1 + F_X}$ или $\sqrt{1 + 0.234}$

$$\frac{0.5}{\sqrt{1.234}} = \frac{0.5}{1.11} = 0.45 \text{ или } 45 \%$$

Таким образом, хотя уровень вероятной гомозиготности у особи X довольно высок (23.4 %), но родство с М, отстоящим от X на четыре поколения, сохраняется очень высоким, допускающим, что X получило 45 % генов, общих с прапрадедом М.

Смысл создания заводских линий в высокой степени передачи генов выдающегося предка потомству, отдаленному от него на 3, 4, 5 поколений.

В собаководстве очень часто встречаются комплексные инбридинги на нескольких предков, не связанных родством.

Такие инбридинги линейными не являются, так как не предусматривают увеличения родства с одним конкретным предком.

Вот типичная «собачья» родословная и стрелочная диаграмма.

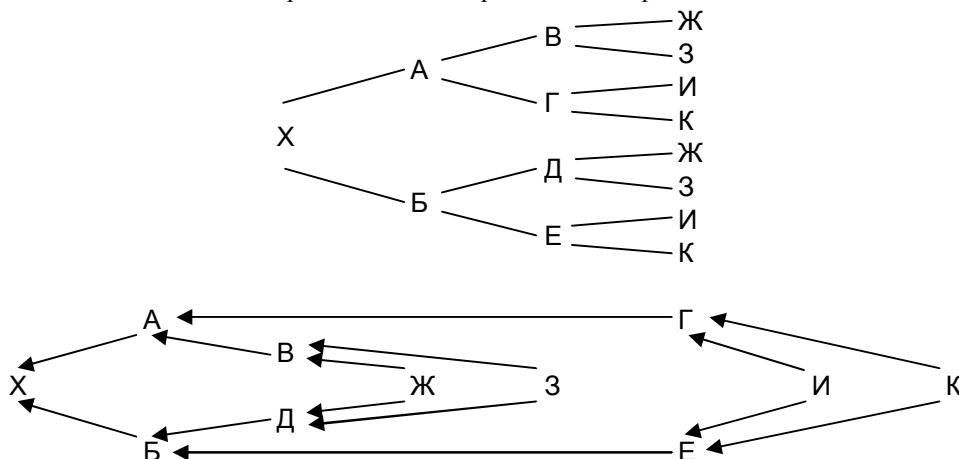


Рисунок 49

Коэффициент инбридинга у X составляет:

– инбридинг на Ж	путь В – А – X – Б – Д	0.5^4
– инбридинг на З	путь В – А – X – Б – Д	0.5^4
– инбридинг на И	путь Г – А – X – Б – Е	0.5^4
– инбридинг на К	путь Г – А – X – Б – Е	0.5^4
		$0.5^4 \cdot 4 = 0.5^3 \cdot 2 = 0.5^2 = 0.25$

$$F_X = \frac{0.25}{2} = 0.125$$

$F_X=12.5\%$, то есть весьма вероятно, что 12.5 % генов перешли в гомозиготное состояние, но вероятное число наследственных задатков, полученных от любого из четырех общих предков, равно 25 %, что видно из коэффициентов родства X с каждым предком.

$$R_{XЖ} = 0.5^3 + 0.5^3 = 0.25$$

$$R_{XЗ} = 0.5^3 + 0.5^3 = 0.25$$

$$R_{XI} = 0.5^3 + 0.5^3 = 0.25$$

$$R_{XК} = 0.5^3 + 0.5^3 = 0.25$$

Большое число предков в родословной, на которых заинбридирована особь, увеличивает вероятность того, что среди однопометников и потомства заинбридированной особи будет встречаться более широкий спектр гомозиготных рецессивных генов, в том числе вредных, чем у особи, заинбридированной на одного предка.

Еще пример нелинейной родословной; стрелочная диаграмма.

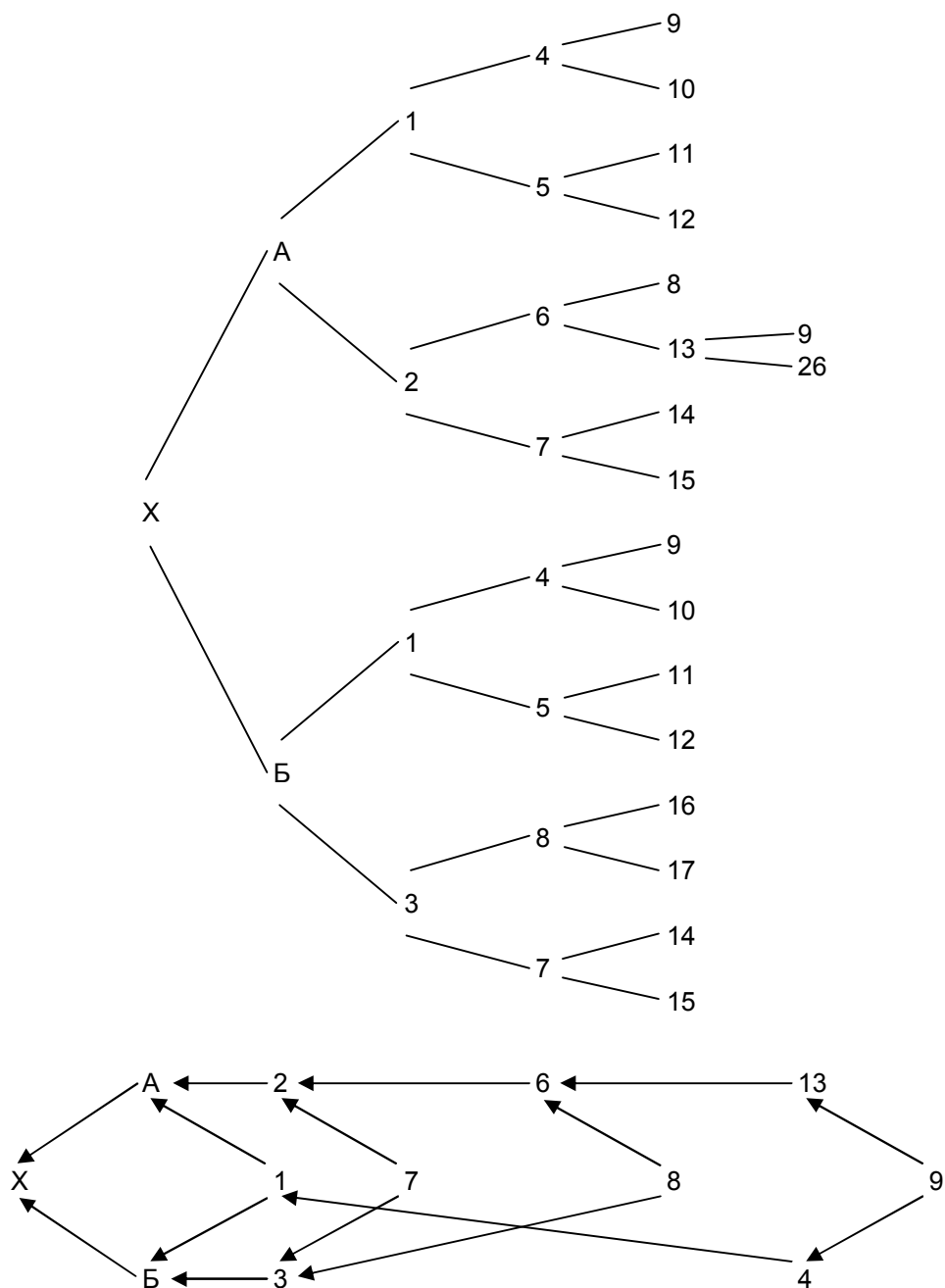


Рисунок 50

Коэффициент инбридинга X (F_X) равен:

$$A - X - B = \left(\frac{1}{2}\right)^2 = 0.25$$

$$2 - A - X - B - 3 = \left(\frac{1}{2}\right)^4 = 0.0625$$

$$6 - 2 - A - X - B - 3 = \left(\frac{1}{2}\right)^5 = 0.0313$$

$$13 - 6 - 2 - A - X - B - 1 - 4 = \left(\frac{1}{2}\right)^7 = 0.0078$$

$$\Sigma = 0.3516 \text{ или } F_X = \frac{0.3516}{2} = 0.1758 \text{ или } 17.6 \%$$

В этой родословной инбреден отец А.

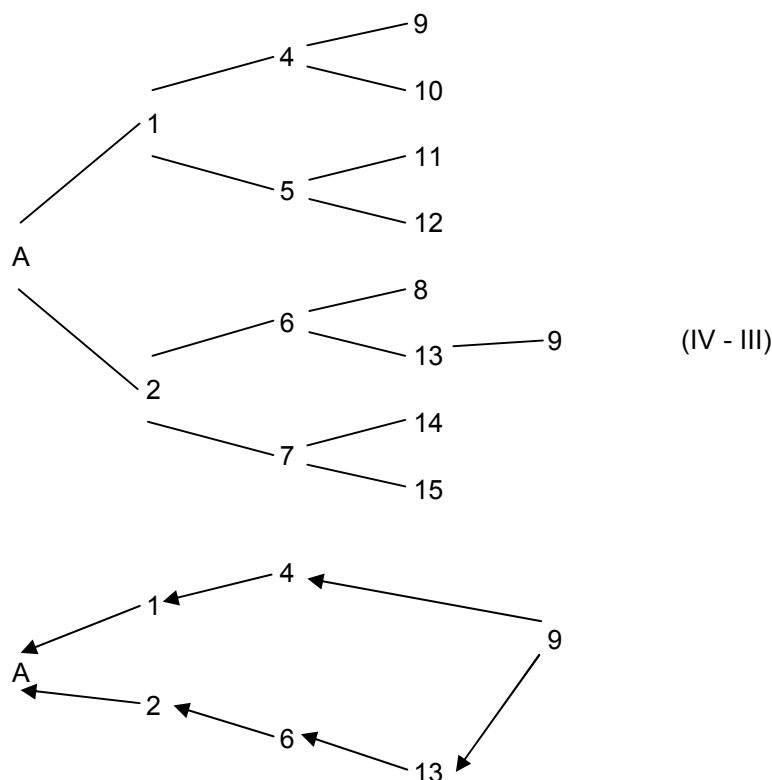


Рисунок 51

$$F_A = \frac{0.5^5}{2} = \frac{0.031}{2} = 0.0156$$

Мать Б неинбредна.

Коэффициент родства между отцом А и матерью Б будет:

$$R_{AB} = \frac{\sum 0.5^n}{\sqrt{1 + 0.015} \cdot \sqrt{1}} = \frac{0.3516}{\sqrt{1.0156}} = \frac{0.3516}{1.0078} = 0.3489$$

Хотя отец и мать близкие родственники, но попыток концентрировать крови кобеля 1 не предпринималось. Этому мешают инбридинги на 7, 8 и 9.

Может ли родоначальником заводской линии стать женская особь?

Практика современного животноводства отвечает на этот вопрос отрицательно. Линейное разведение – это, прежде всего работа с производителями-самцами, способными дать многочисленное потомство, на основе изучения которого можно делать статистические выводы.

От выдающихся производителей получают гораздо меньшее число потомков. И ценная наследственность производителей закрепляется в семействах – небольших женских линиях.

Но когда среди потомков выдающейся суки появляется такой же выдающийся кобель, то он может стать родоначальником собственной линии.

Заводская линия может прогрессировать, если в каждом поколении рождаются выдающиеся мужские потомки – продолжатели линии.

Заводская линия при отсутствии продолжателей регрессирует, «уходит в матки». Такими «матками» подкрепляют, а иногда и усиливают другие заводские линии.

Заводская линия дифференцируется вертикально по поколениям. В среднем линия существует, живет четыре, пять поколений.

Заводская линия дифференцируется горизонтально на ветви и ответвления, начинающиеся от продолжателей линии, выделяющихся в каждом поколении.

В начале закладки заводской линии часто применяются тесные инбридинги, в последующих поколениях осуществляются умеренные инбридинги не выше уровня III – III.

Классическим примером заложения линии являются первые поколения линии европейского победителя 1975 – 1978 годов Ремуса ф. Шененберген (порода эрдельтерьер).

Ремус был повязан с тремя чужекровными суками.

Из двух пометов были выбраны две суки, из третьего помета кобель (Баранка, Вулл, Колор).

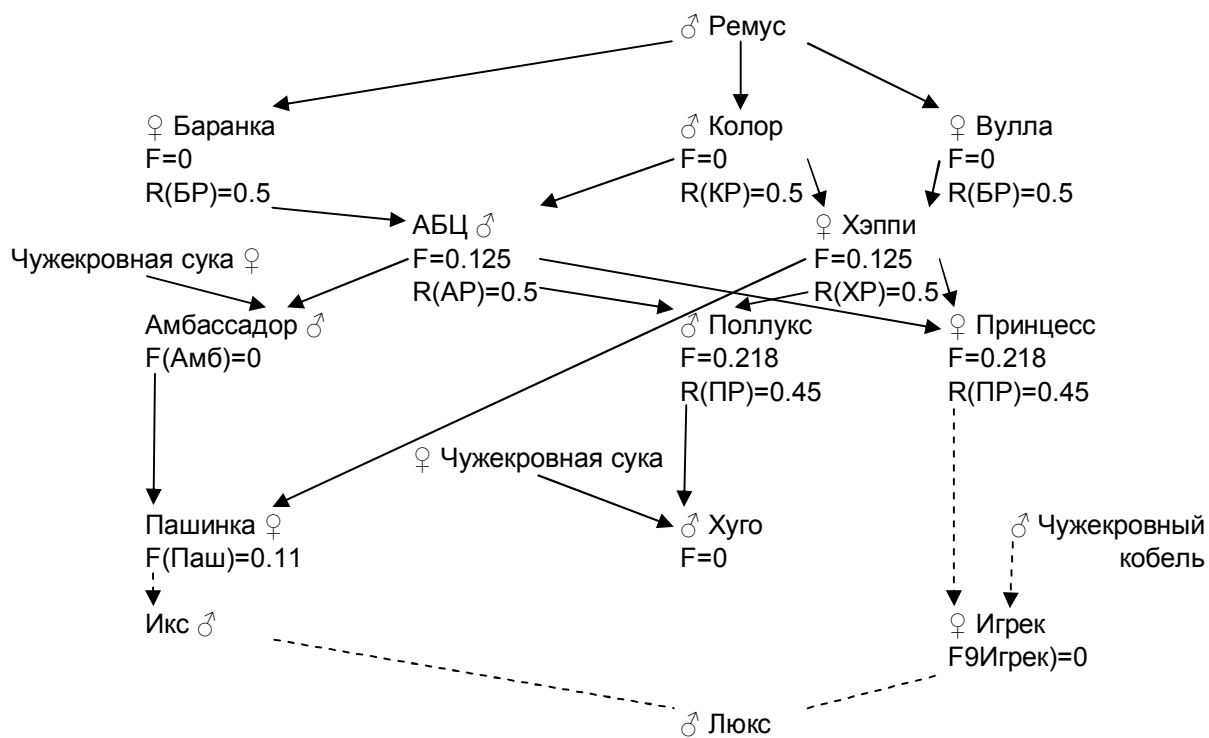


Рисунок 52

От Колора и Баранки получен помет, из которого был выбран продолжатель линии АБЦ, а из помета Колор × Вулла – сука Хэппи, как наиболее близкие по типу к Рэмусу.

У обоих коэффициент инбридинга по 0.125 и коэффициент родства с Рэмусом 0.5, хотя они ему приходятся внуками.

От АБЦ и Хэппи получены Поллукс и его сестра Принцесс.

F здесь 0.218, и коэффициент генетического сходства 0.45.

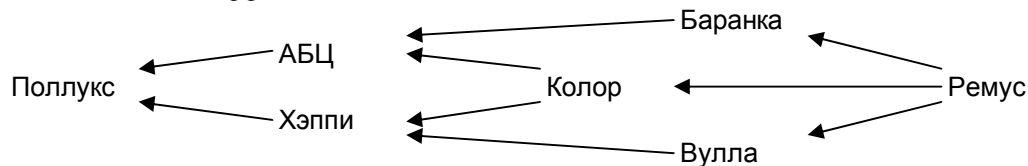


Рисунок 53

$$F_{\text{Поллукса}} = \frac{1}{2} \sum 0.5^n$$

Пути инбридинга:

– на Колора АБЦ – Поллукс – Хэппи 0.5² 0.250

– на Рэмуса

Баранка – АБЦ – Поллукс – Хэппи – Колор 0.5⁴

Баранка – АБЦ – Поллукс – Хэппи – Вулла 0.5⁴

Колор – АБЦ – Поллукс – Хэппи – Вулла 0.5⁴

$$0.5^4 \cdot 3 = 0.5^3 + 0.5^4 = 0.125 + 0.062$$

$$\Sigma = 0.437$$

$$F_{\text{Поллукса}} = \frac{0.437}{2} = 0.218$$

Как видно из стрелочной диаграммы коэффициент генетического сходства Поллукса с Рэмусом составляет:

$$R_{\text{Поллукс-Ремус}} = \frac{\sum 0.5^n}{\sqrt{1 + F_{\text{Поллукса}}}} = \frac{0.5^3 \cdot 4}{\sqrt{1.218}} = \frac{0.5}{1.10} = 0.45 \text{ или } 50\%$$

АБЦ, кроме того, был повязан с чужекровной сукой, и от этого сочетания родился Амбассадор. От Амбассадора и Хэппи получен помет, из которого была выбрана Пашинка.

Однако разведенцы не сочли возможным увеличивать уровень гомозиготности у потомков Поллукса. Поэтому он был повязан аутбредно с чужекровной сукой. Из помета для продолжения линии был выбран Хуго, у которого уровень гомозиготности (коэффициент Райта) равен нулю, но генетическое сходство с отцом Поллуксом 50 %. Как использовались Хуго, Пашинка и Принцесс мне не известно.

В журнале «Unser Rassehund» за декабрь 1987 года были опубликованы фотографии Ремуса, Колора, АБЦ, Поллукса, Хуго, Амбассадора, Хэппи, Принцесс и Пашинки. Это совершенно однотипные эрдели.

Как использовались в разведении Хуго, Пашинка и Принцесс в журнале не говорится, но мы можем пофантазировать. Если Поллукса побоялись инбридировать дальше, то и его сестра Принцесс вероятно была повязана аутбредно. И из помета была выбрана сука Игрек.

А Хуго возможно был повязан с Пашинкой и дал продолжателя линии Икс.

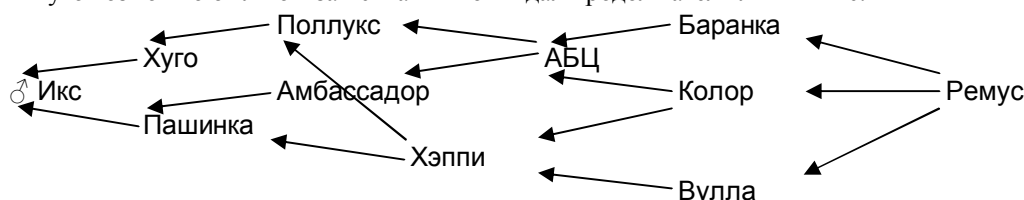


Рисунок 54 – Кобель Икс заинбридирован на Хэппи, АБЦ, Колора и Ремуса

АБЦ и Хэппи сами инбредны:

$$\text{– инбридинг АБЦ} = \frac{1}{2} \cdot 0.5^2 = \frac{0.25}{2} = 0.125$$

$$\text{– инбридинг Хэппи} = \frac{1}{2} \cdot 0.5^2 = \frac{0.25}{2} = 0.125$$

Икс инбридирован на АБЦ. Пути Поллукс – Хуго – Икс – Пашинка – Амбассадор

$$\frac{1}{2} \cdot 0.5^4 \cdot 1.125 = 0.035$$

Икс инбридирован на Хэппи. Пути Поллукс – Хуго – Икс – Пашинка $\frac{1}{2} \cdot 0.5^3 \cdot 1.125 = 0.070$

Икс инбридирован на Ремуса. Пути

Колор – АБЦ – Поллукс – Хуго – Икс – Пашинка – Хэппи – Вулла $\frac{1}{2} \cdot 0.5^7$

Баранка – АБЦ – Поллукс – Хуго – Икс – Пашинка – Хэппи – Колор $\frac{1}{2} \cdot 0.5^7$

Баранка – АБЦ – Поллукс – Хуго – Икс – Пашинка – Хэппи – Вулла $\frac{1}{2} \cdot 0.5^7$

Колор – Хэппи – Поллукс – Хуго – Икс – Пашинка – Амбассадор – АБЦ – Баранка $\frac{1}{2} \cdot 0.5^8$

Вулла – Хэппи – Поллукс – Хуго – Икс – Пашинка – Амбассадор – АБЦ – Колор $\frac{1}{2} \cdot 0.5^8$

Вулла – Хэппи – Поллукс – Хуго – Икс – Пашинка – Амбассадор – АБЦ – Баранка $\frac{1}{2} \cdot 0.5^8$

Сумма $0.035 \cdot 2 = 0.070$.

$F_{\text{Икс}} = 0.035 + 0.070 + 0.018 = 0.123$ или 12.3 %.

А сходство Икс с родоначальником линии Ремусом составляет:

$$R_{\text{Икс-Ремус}} = \frac{\sum 0.5^n}{\sqrt{1 + F_{\text{Икс}}}} = \frac{0.25}{\sqrt{1.123}} = \frac{0.25}{1.06} = 0.236 \quad \text{или} \quad 23.6 \%$$

Пути, связывающие Икс и Ремуса:

Икс – Хуго – Поллукс – АБЦ – Баранка – Ремус	0.5^5
Икс – Хуго – Поллукс – АБЦ – Колор – Ремус	0.5^5
Икс – Хуго – Поллукс – Хэппи – Колор – Ремус	0.5^5
Икс – Хуго – Поллукс – Хэппи – Вулла – Ремус	0.5^5
Икс – Пашинка – Амбассадор – АБЦ – Баранка – Ремус	0.5^5
Икс – Пашинка – Амбассадор – АБЦ – Колор – Ремус	0.5^5
Икс – Пашинка – Хэппи – Вулла – Ремус	0.5^4

$$0.5^5 \cdot 6 + 0.5^4 = 0.5^4 \cdot 3 + 0.5^4 = 0.5^3 \cdot 2 = 0.5^2 = 0.25$$

У кобеля Икс сохраняется генетическое сходство с прапрапрадедом Ремусом на 23.6 %, то есть почти как с дедом в аутбредном подборе.

Очевидно, что для кобеля Икс может быть назначена сука Игрек полученная в аутбредном подборе.

Рассмотрим это сочетание.

Люкс	Икс	Хуго	Поллукс	АБЦ	Колор	Ремус
					Баранка	Ремус
			Хэппи	Колор	Колор	Ремус
				Вулла	Вулла	Ремус
		Пашинка	Х			
			Амбассадор	АБЦ	Колор	Ремус
				Х	Баранка	Ремус
			Хэппи	Колор	Колор	Ремус
				Вулла	Вулла	Ремус
	Игрек	Х				
			АБЦ	Колор	Колор	Ремус
				Баранка	Баранка	Ремус
		Принцесс	Хэппи	Колор	Колор	Ремус
				Вулла	Вулла	Ремус

Рисунок 55 - Вот гипотетическая родословная ♂ Люкса, якобы полученного от ♂ Икс и ♀ Игрек

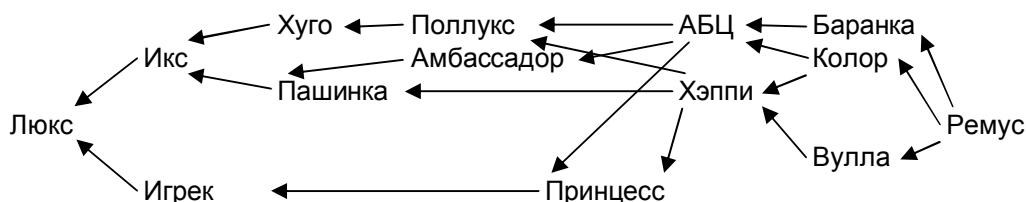


Рисунок 56 - Стрелочная диаграмма

Люкс заинбридирован на АБЦ, Хэппи, которые сами инбредны на Ремуса, кроме того Люкс заинбридирован на Колора и самого Ремуса.

$$F_{АБЦ} = \frac{1}{2} \cdot 0.5^2 = \frac{0.25}{2} = 0.125; \quad F_{Хэппи} = \frac{1}{2} \cdot 0.5^2 = 0.125$$

$F_{\text{Люкса}}$:

– на АБЦ; пути

Поллукс – Хуго – Икс – Люкс – Игрек – Принцесс 0.5^5

Амбассадор – Пашинка – Икс – Люкс – Игрек – Принцесс 0.5^5

$$0.5^5 \cdot 2 = 0.5^4 \quad \frac{1}{2} \cdot 0.5^4 \cdot (1 + 0.125) = \frac{1}{2} \cdot 0.062 \cdot 1.125 = 0.035$$

– на Хэппи; пути

Поллукс – Хуго – Икс – Люкс – Игрек – Принцесс $0.5^5 = 0.031$

Пашинка – Икс – Люкс – Игрек – Принцесс $0.5^4 = 0.062$

$$0.093 \cdot \frac{1}{2} = 0.046$$

– инбридинги на Ремуса; пути

Колор – АБЦ – Поллукс – Хуго – Икс – Люкс – Игрек – Принцесс – Хэппи – Вулла 0.5^9

Баранка – АБЦ – Поллукс – Хуго – Икс – Люкс – Игрек – Принцесс – Хэппи – Колор 0.5^9

Баранка – АБЦ – Поллукс – Хуго – Икс – Люкс – Игрек – Принцесс – Хэппи – Вулла 0.5^9

Колор – Хэппи – Поллукс – Хуго – Икс – Люкс – Игрек – Принцесс – АБЦ – Баранка 0.5^9

Вулла – Хэппи – Поллукс – Хуго – Икс – Люкс – Игрек – Принцесс – АБЦ – Баранка 0.5^9

Колор – АБЦ – Амбассадор – Пашинка – Икс – Люкс – Игрек – Принцесс – Хэппи – Вулла 0.5^9

Вулла – Хэппи – Пашинка – Икс – Люкс – Игрек – Принцесс – АБЦ – Колор 0.5^8

Вулла – Хэппи – Пашинка – Икс – Люкс – Игрек – Принцесс – АБЦ – Баранка 0.5^8

Вулла – Хэппи – Поллукс – Хуго – Икс – Люкс – Игрек – Принцесс – АБЦ – Баранка 0.5^9

Вулла – Хэппи – Поллукс – Хуго – Икс – Люкс – Игрек – Принцесс – АБЦ – Колор 0.5^9

Колор – Хэппи – Пашинка – Икс – Люкс – Игрек – Принцесс – АБЦ – Баранка 0.5^8

Баранка – АБЦ – Амбассадор – Пашинка – Икс – Люкс – Игрек – Принцесс – Хэппи – Колор 0.5^9

$$\Sigma=0.03 \cdot \frac{1}{2} \cdot 0.03 = 0.015$$

$$F_{\text{Люкса}}=0.035+0.046+0.015=0.096 \text{ или } 9.6 \%$$

Но сохранилось ли генетическое сходство с Ремусом – основателем линии:

$$R_{\text{Люкс-Ремус}} = \frac{\sum 0.5^n}{\sqrt{1 + F_{\text{Люкса}}}}$$

Пути, связывающие Люкса с Ремусом:

Люкс – Икс – Хуго – Поллукс – АБЦ – Баранка – Ремус	0.5 ⁶
Люкс – Икс – Поллукс – АБЦ – Колор – Ремус	0.5 ⁵
Люкс – Икс – Пашинка – Амбассадор – АБЦ – Баранка – Ремус	0.5 ⁶
Люкс – Икс – Пашинка – Амбассадор – АБЦ – Колор – Ремус	0.5 ⁶
Люкс – Икс – Пашинка – Хэппи – Колор – Ремус	0.5 ⁵
Люкс – Икс – Хуго – Поллукс – Хэппи – Колор – Ремус	0.5 ⁶
Люкс – Икс – Хуго – Поллукс – Хэппи – Вулла – Ремус	0.5 ⁶
Люкс – Игрек – Принцесс – Хэппи – Колор – Ремус	0.5 ⁵
Люкс – Игрек – Принцесс – Хэппи – Вулла – Ремус	0.5 ⁵
Люкс – Игрек – Принцесс – АБЦ – Баранка – Ремус	0.5 ⁵
Люкс – Игрек – Принцесс – АБЦ – Колор – Ремус	0.5 ⁵
Люкс – Игрек – Принцесс – Хэппи – Колор – Ремус	0.5 ⁵
Люкс – Игрек – Принцесс – Хэппи – Вулла – Ремус	0.5 ⁵
$\Sigma = 0.5^6 + 0.5^5 + 0.5^5 = 0.016 + 0.031 + 0.25 = 0.30$	

$$R_{\text{Люкс-Ремус}} = \frac{0.30}{\sqrt{1 + F_{\text{Люкса}}}} = \frac{0.30}{\sqrt{1.096}} = \frac{0.30}{1.047} = 0.29 \text{ или } 29 \%$$

Таким образом, генетическое сходство Люкса со своим прапрапрадедом Ремусом превышает генетическое сходство с дедом.

Люкс – представитель шестого после Ремуса поколения и от вязок Ремуса с тремя матерями Баранки Колора и Вуллы прошло не менее 12 – 15 лет.

Для обеспечения создания линии Ремуса было рождено 13 пометов (в среднем около сотни собак), но приняли участие в создании линии всего девять (а Икс, Игрек и Люкс придуманы мной).

Должен сказать, что при объяснении развития линии Ремуса ф. Шененберген мною были допущены некоторые неточности. А именно все шесть веденных в линию животных (5 сук и 1 кобель) названы мною чужекровными.

В действительности же они либо родились в этом же питомнике Шененберген, либо в родственном питомнике «Of Paper Maker» или же в питомнике «Ludwig stein».

Таким образом, вычисленные коэффициенты на самом деле видимо должны быть выше.

Главными особенностями инбридинга при разведении по линиям являются его направленность и степень тесноты.

По степени тесноты наиболее употребительны умеренные инбридинги (уровня от 3.12 % до 0.08 %).

В заводских линиях часто встречаются множественные отдаленные инбридинги в восьмом и далее поколениях. Они практически не учитываются, хотя и могут оказать свое влияние на отщепление рецессивов.

Направленность инбридинга требует избирательного отношения. Нужно решить вопрос, на кого из предков инбридинг допустим или даже желателен, а на кого – нет.

Целенаправленные инбридинги при работе с заводской линией могут быть:

- а) внутрилинейный инбридинг на основателя линии инбредного животного;
- б) внутрилинейный инбридинг на предков родоначальника линии отца инбредного животного;
- в) внутрисемейный инбридинг на представительницу семейства, к которому принадлежит мать инбредного животного;
- г) инбридинг на мужских представителей линии, которой принадлежит мать инбредного животного;
- д) может быть применен инбридинг «на посредника», то есть на животное другой линии, к которой не принадлежат ни отец, ни мать инбредного животного;

е) комплексный инбридинг, то есть инбридинг на группу предков, на закрепление удачного сочетания.

При желании можно образовывать и своеобразные женские линии – семейства.

Так питомник с префиксом «Siccaewei» в породе эрдельтерьер был заложен на дочери чемпиона Aislaby Aetheing и английской и американской чемпионки Llanipsa Princess Pam - Llanipsa Peach of Siccaewei.

Но в питомнике была сука Tsarina of Siccaewei, оставившая щенка ♂ Siccaewei Singleton King.

От Кинга и Лланипсы Пич оф Сиккавей был получен помет, из которого выделились сука Siccaewei Patrician и будущий английский и американский чемпион Rural Rhapsody.

От Peach и чемпиона Monarch of Wyndhurst был получен отличный производитель Rural Defiance.

Дочь Патриссиан от чемпиона Turkish Western Dictator дала прекрасную производительницу Siccaewei Psyche, которая повязанная Дефайансом уродила ♀ Siccaewei Presses.

От Presses и ♂ Talena Majestic родился чемпион Siccawei Wisard, оставивший большое потомство.

Presses была также повязана чемпионом Rural Wirewood Apollo, из этого помета вышла производительница чемпионка Siccawei Zarina, от которой в сочетании с кобелем Riverina Reunion получен производитель Siccawei Jester. А вышеназванная Siccawei Presses в сочетании с Riverina Reunion родила ♀ Siccawei Ideal и ♀ Siccawei Iolanthe.

Сиккавей Идеал была повязана ch. Rural Wirewood Apollo, дав продолжателя чемпиона Riverina Siccawei Phoebe. От Siccawei Jester и ♀ Siccawei Iolanthe родился чемпион и производитель Siccawei Marquis. А от Рурал Уанервуд Аполло и Сиккавей Идеал родился чемпион Риверина Сиккавей Фэбус.

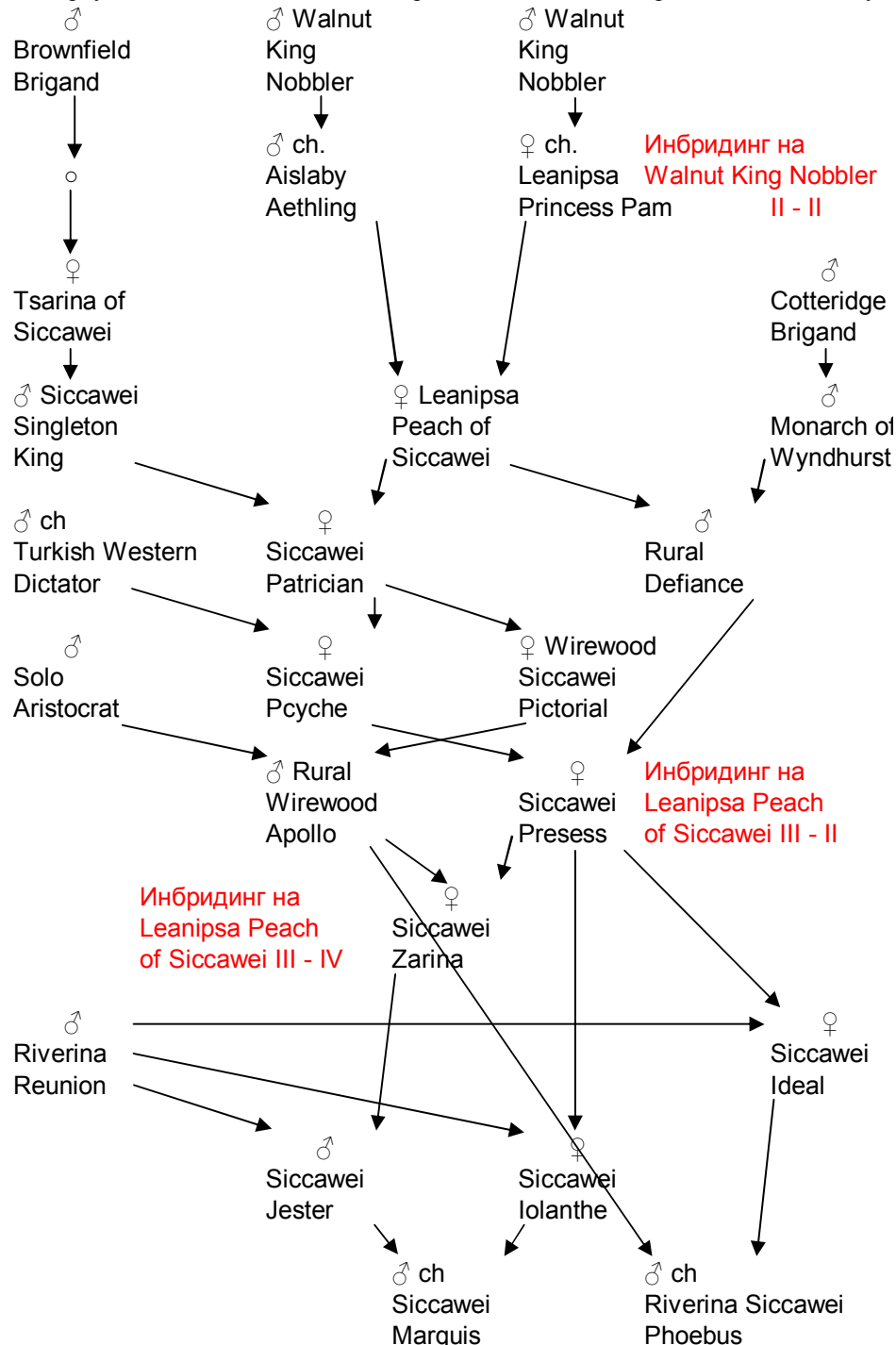


Рисунок 57 - Так крови основательницы скмейства Llanipsa Peach of Siccawei поддерживаются в течение четырех поколений

Но как бы ни начинал свою деятельность питомник, с приобретения племенного кобеля или племенной суки – это должны быть высококлассные животные желательно с линейными родословными.

Во всех случаях к подбору пары (особенно первой) следует подходить очень щепетильно. Если вы владелец суки, то кобель должен по всем параметрам быть лучше ее или уж не уступать. Владельцу племенного

кобеля не стоит разбрасываться на посредственных сук ради численности потомства. Сука должна подходить к кобелю и по экстерьеру и по происхождению.

Однако через несколько поколений тщательного разведения излюбленной линии, на представителях которой уже стоит печать сходства и даже какой-то «фирменный знак» разведенец начинает замечать признаки инбредной депрессии. Они не очень бросаются в глаза. Пометы становятся чуть меньше по числу новорожденных, не все малыши абсолютно здоровы, у некоторых ослаблен иммунитет, и кое-кто не доживает до взрослого состояния. Среди однопометников наряду с крепкими, хорошо развивающимися щенками появляются заморыши, явно вредящие престижу питомника.

Что делать? Здесь есть два пути: это освежение кровей и скрещивание (кросс) линии.

Для освежения кровей к сукам питомника подбирается чужекровный производитель.

Качество его фенотипа не должно оставлять никаких сомнений. Кобель должен быть хорош, и иметь в фенотипе какую-то общую изюминку с суками питомника.

Необходимо тщательно исследовать происхождение кобеля, выяснить с суками каких кровей он или его отец давали лучшее потомство.

Желательно все-таки чтобы вводимый производитель находился с суками в далеком родстве.

Многие животноводы считают, что освежение крови – это «необходимое зло», так как оно расшатывает консолидированные крови маточного поголовья питомника, и это может изменить тип полученных от такого спаривания потомков. Особенно плохо если все суки питомника спариваются с одним и тем же введенным для освежения крови производителем. Ведь в последствии придется вынужденно инбридировать на него, причем более тесно, чем на выдающихся линейных предков. Поэтому для части сук из ответвления линии нужно подобрать другого производителя.

Для дальнейшего консолидирования старой линии кроссированное потомство должно перекрываться кобелями, рожденными внутри линии.

Освежение крови в линии напоминает прилитие капли крови при улучшении породы. Задача освежения крови – сохранить линию, влив в нее новые жизненные силы.

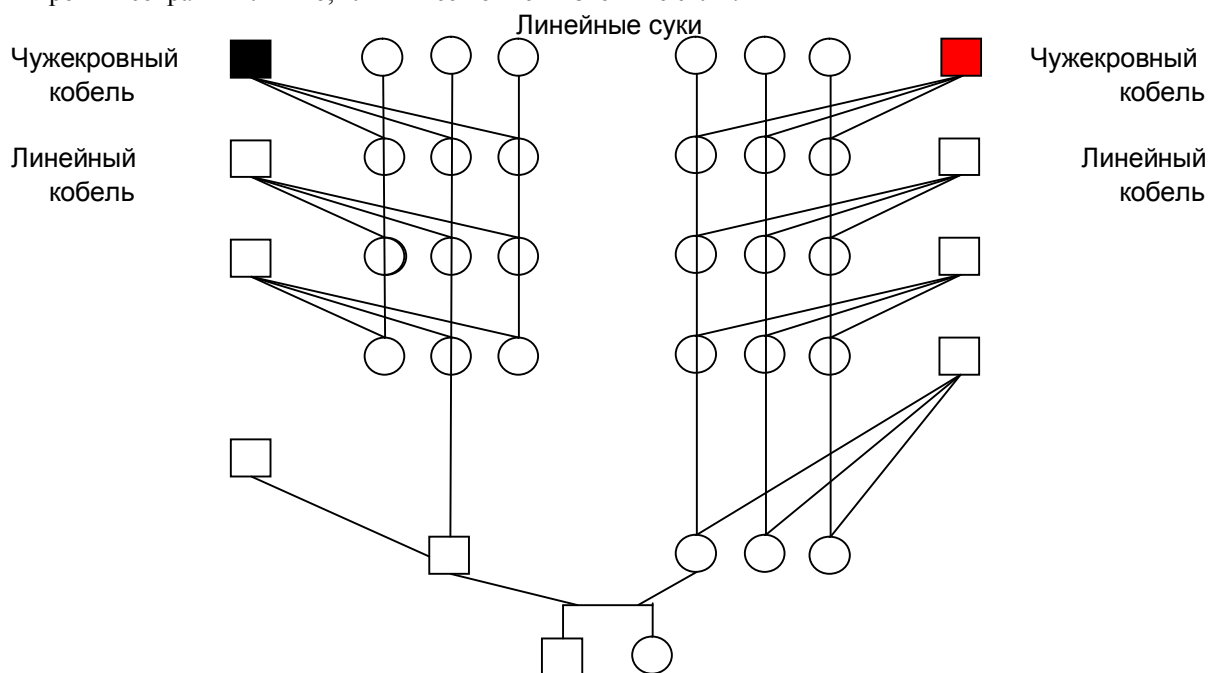


Рисунок 58 - Восстановленная линия, освеженная новой кровью

Суть кросса линий состоит в том, что инбредных самцов одной линии скрещивают с инбредными самками другой линии, неродственной первой.

Кросс линий также используют для борьбы с возрастанием гомозиготности при инбридингах.

Первое поколение, полученное при кроссе линий, будет аутбредным и, возможно, будет характеризоваться повышенной жизнестойкостью, плодовитостью, физической развитостью в результате действия гетерозиса.

Гетерозис – увеличение размеров, повышение жизнестойкости и плодовитости у гибридов первого поколения по сравнению с родительскими формами животных.

В последующих поколениях явление гетерозиса уже не наблюдается.

В результате кросса линий часто рождаются очень эффектные животные, прекрасного фенотипа, внешне отличающиеся от представителей обеих скрещиваемых линий. С генетической точки зрения они в значительной мере гетерозиготны.

Иногда в результате кросса линий появляются кобели, которых после проверки на носительство нежелательных рецессивных генов, можно использовать в качестве родоначальников новых заводских линий.

14 Пользуясь закономерностями, открытыми Менделем, можно разобраться в характере наследования сравнительно немногих качественных (альтернативных) признаков, контролируемых одним или несколькими взаимодействующими генами

Но менделевская генетика не дает ответа на вопрос, почему возникли те чуть-чуть, которые отделяют победителя ринга от второго призера и наследуются ли они.

К количественным признакам, то есть признакам, без четких границ переходящих из одного уровня в другой (например: высота в холке, длина и ширина головы, длина остевых волос, соотношение окрашенной и неокрашенной части острого волоса у собак окраса «перец с солью» и многие другие) менделевские закономерности на практике не применимы.

Количественные признаки часто определяются полигенами – несколькими неаллельными (расположенными в разных локусах) генами, каждый из которых лишь немного влияет на признак.

Только совместное действие полигенов определяет выраженность признака в полную силу. Отдельный ген из группы полигенов подчиняется законам Менделя, но группа полигенов, оказывая совместное влияние на степень выраженности признака, не дают четкого расщепления по фенотипу.

Полигены обозначаются одинаковыми буквами с цифровой подключкой внизу.

Например, руфус-полигены, оказывающие влияние на степень выраженности рыжего (красного) окраса у ирландских сеттеров: Ru_1, Ru_2, Ru_3, Ru_4 и их рецессивные аллели ru_1, ru_2, ru_3, ru_4 .

Степень выраженности красно-рыжего окраса зависит от суммы доминантных или рецессивных генов в генотипе.

Например: $Ru_1Ru_1Ru_2Ru_2Ru_3Ru_3Ru_4Ru_4$ – максимальная выраженность признака, а $ru_1ru_1ru_2ru_2ru_3ru_3ru_4ru_4$ – минимальная выраженность признака, $Ru_1ru_1Ru_2ru_2Ru_3ru_3Ru_4ru_4$ или $Ru_1Ru_1ru_2ru_2Ru_3ru_3Ru_4ru_4$ – промежуточная выраженность признака. В данном случае выраженность красного окраса зависит от суммы доминантных генов в генотипе.

Кроме того, степень выраженности полигенных признаков очень зависит от условий жизни животного, его питания, физических нагрузок, содержания, поэтому выделить генетическую составляющую таких признаков трудно.

В большом животноводстве, при отборе животных по количественным признакам (надою молока, массе тела, настригу шерсти) широко применяют методы биологической статистики.

Разведением собак во всем мире занимаются любители, поэтому собаководство до сих пор остается наиболее архаичной отраслью животноводства.

Большинство собаководов имеют лишь небольшие питомники, и поначалу математика им вроде бы и ни к чему. Но в любом питомнике, функционирующем длительное время, количество потомков разных поколений увеличится в таких размерах, что сравнение живущих потомков с предками, сравнение потомков разных производителей между собой, желание выяснить как коррелируют между собой разные признаки, как они наследуются и наследуются ли вообще, представится для любознательного собаковеда необходимым.

Здесь и будут нужны записи и промеры собак, накопленные за годы работы питомника. Тщательно и точно выполнить измерения такого подвижного и гибкого животного, как собака, трудно.

Но высоту в холке нужно стараться измерять с точностью до 0.5 см, длину головы, ширину головы в скулах, обхват морды, пясти желательнее измерять с точностью до миллиметра.

Описание каждой собаки должно быть выполнено в начале ее взрослого состояния, то есть около двух лет. Нельзя опираться только на описания, сделанные судьей на выставке. Они, как правило, поверхностны. Подробные описания должны выполняться руководителем питомника, как человеком, знающим с чего он начал и к чему хочет прийти.

Для количественных признаков в больших популяциях животных характерно нормальное распределение.

Возьмем например высоту в холке у цвергшнауцеров большого города. Их, наверное, несколько сотен, но допустим, что высота в холке измерена у всех.

На основании измерений построим график, на горизонтальной оси которого будут нанесены значения промеров от наименьшего до наибольшего. На перпендикулярах, восстановленных из точек значения промеров, отложим числа собак с данной высотой в холке.

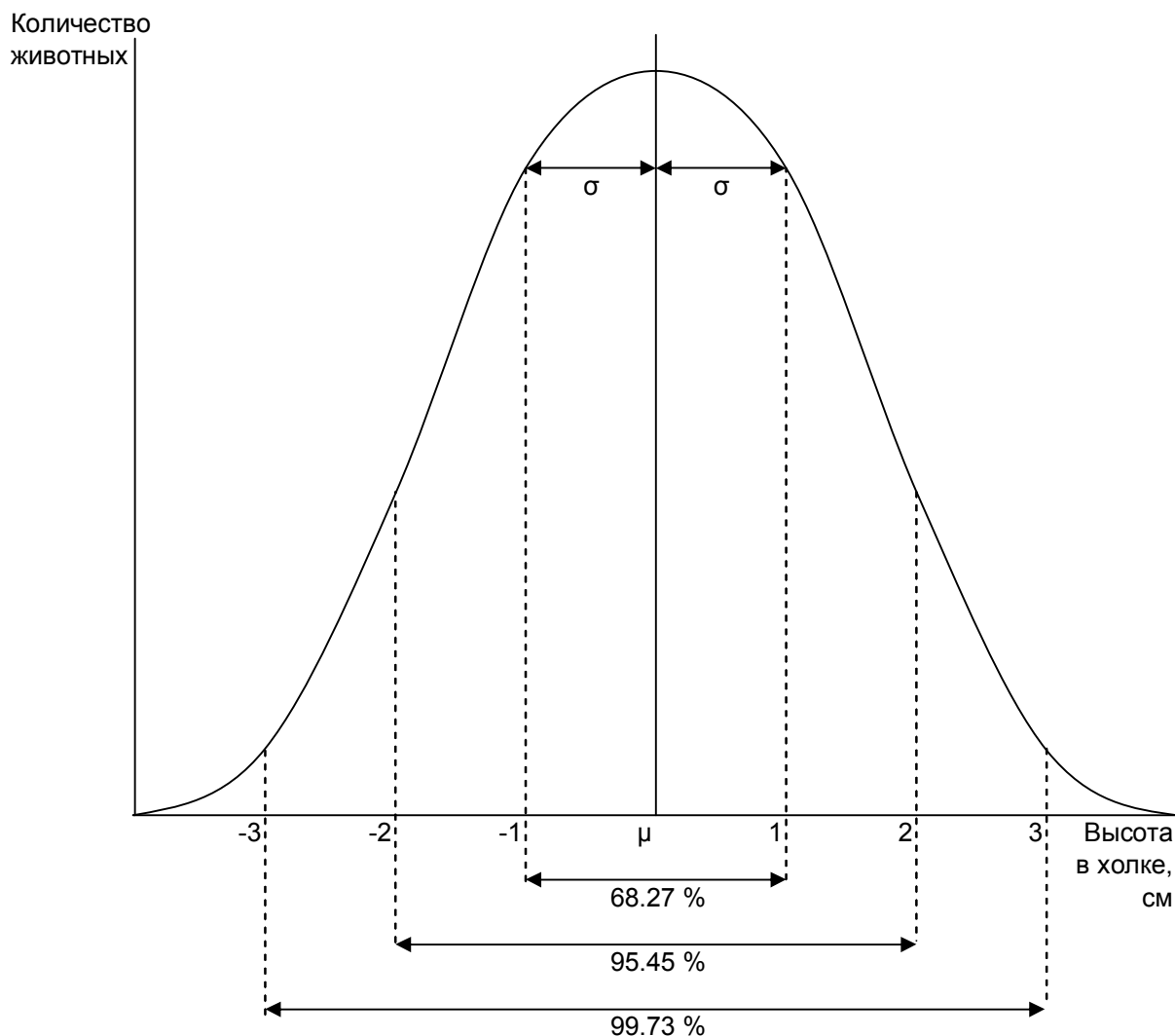


Рисунок 59 - Соединив полученные точки плавной линией, получим график кривой нормального распределения признака «высота в холке» в популяции цвергшнауцеров

Если опустить перпендикуляр из наивысшей точки кривой, то он, являясь осью симметрии, разделит график на две равные половины, а точка пересечения перпендикуляра с горизонтальной осью совпадет со средней величиной высоты в холке в популяции, то есть будет средней арифметической высоты в холке.

Для больших популяций точка средней арифметической обозначается греческой буквой μ (мю).

В небольшой выборке среднее арифметическое - $\bar{x}$.

Из точки перегиба в верхней части нашего графика, в которой прямая переходит в дугу, опустим перпендикуляр на ось симметрии. Его величина носит название стандартного отклонения (средней квадратической) и обозначается для популяции греческой буквой σ (сигма). В небольшой выборке стандартное отклонение обозначается ζ .

Установлено, что утроенная величина стандартного отклонения, отложенная вправо и влево от точки средней арифметической, охватывает практически всю популяцию - 99.73 %; удвоенная величина $\mu \pm 2\sigma$ содержит 95.45 % популяции, а $\mu \pm 1\sigma$ - 68.27 % популяции.

Среднее арифметическое μ и стандартное отклонение σ дают представление о характере изменчивости признака в большой популяции животных.

Но собаковод не имеет дела со всей популяцией. В его распоряжении в лучшем случае лишь несколько десятков животных, то есть он работает с выборкой из популяции.

И можно ожидать, что по мере увеличения выборки статистические величины будут приближаться к величинам, относящимся к популяции. Для обозначения статистических величин выборки используют буквы латинского алфавита.

Допустим, мы хотим представить в статистических величинах изменчивость высоты в холке у сук породы цвергшнауцер, родившихся в питомнике в прошлом году. В приведенной таблице число измеренных сук обозначено буквой n , а их высота в холке - x . Σ - обозначает знак суммы.

Таблица 20

n	x	$\bar{x} - x$	$(x - \bar{x})^2$
1	30	5.4	29.16
2	37	4.4	19.36
3	32	-0.6	0.36
4	34	1.4	1.96
5	37	4.4	19.36
6	31	-1.6	2.56
7	30	-2.6	6.76
8	29	-3.6	12.96
9	28	-4.6	21.16
10	35	2.4	5.76
11	32	-0.6	0.36
12	34	1.4	1.96
13	36	3.4	11.56
14	34	1.4	1.96
15	29	-3.6	12.96
16	30	-2.6	6.76
17	30	-2.6	6.76
18	33	0.4	0.16
19	28	-4.6	21.16
20	35	2.4	5.76
Σ	652	0	188.8

Найдем среднюю арифметическую высоты в холке ($\bar{x}$):

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} = \frac{652}{20} = 32.6$$

Но определенная нами средняя высота в холке ничего не говорит о разбросе этого признака, а он колеблется от 28 до 38 см.

О характере разброса статистикам много говорит дисперсия, вычисляемая по формуле:

$$U = \frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n - 1}$$

где U – заглавная буква.

Сначала вычислим $x - \bar{x}$ для каждого случая.

Сумма $\sum (x - \bar{x})$ должна равняться нулю.

Затем каждое $x - \bar{x}$ возведем в квадрат и получим сумму квадратов:

$$\sum (x - \bar{x})^2 = 188.8; n-1=20-1=19$$

$$\text{Дисперсия } U = \frac{188.8}{19} = 9.94 \text{ см}$$

Дисперсия подтверждает, что разброс по высоте в холке велик. Но наиболее важное свойство дисперсии состоит в том, что она может быть разложена в дисперсионном анализе на составляющие. Методами дисперсионного анализ можно определить различия между группами животных, определить какова наследуемость признака, вычислить селекционный индекс производителя.

Но при первичной обработке материалов измерения, дисперсия нужна для вычисления стандартного (среднего квадратического) отклонения, так как стандартное отклонение выборки:

$$\mathfrak{Z} = \sqrt{U} = \sqrt{9.94} = 3.15 \text{ см}$$

По стандартному отклонению вычисляется ошибка средней арифметической $\mathfrak{Z}_{\bar{x}}$

$$\mathfrak{Z}_{\bar{x}} = \frac{\mathfrak{Z}}{\sqrt{n}} = \frac{3.15}{\sqrt{20}} = \frac{3.15}{4.47} = 0.7 \text{ см}$$

Ошибка средней составляет 0.7 см. Это означает, что $0.7 \cdot 3 = 2.1$ см, отложенные вправо и влево от средней арифметической нашей выборки (32.6 ± 2.1) см – диапазон, в котором могут колебаться величины средней арифметической в зависимости от того, сколько случаев охватывает выборка.

Чем больше выборка, тем меньше ошибка средней арифметической.

Для сравнения с данными по высоте в холке у сук других питомников или рожденных в нашем питомнике в другие годы вычисляется еще коэффициент вариации v (малая буква).

$$v = \frac{\bar{S}}{\bar{x}} \cdot 100\% = \frac{3.15}{32.6} \cdot 100 = 9.66\%$$

Если в другом питомнике $v=15\%$, то там более высокая вариабельность по высоте в холке, чем у нас. Таким образом, вместо длинных таблиц с данными по высоте в холке, длине головы, весе новорожденных щенков и другим измеряемым количественным признакам достаточно четырех чисел.

Обычно записываются они так:

$$\bar{x} \pm 3\bar{S}_x, \quad \bar{S}, \quad v$$

В нашем случае, высота в холке сук в возрасте 12 – 18 месяцев
($32.6 \pm 3 \cdot 0.7$) см; 3.15 см; 9.66 %

Обработанные таким образом данные можно опубликовывать, не занимая большой площади печатного листа.

Для того чтобы применять методы биологической статистики необходимо найти способы измерения выраженности количественных признаков.

Некоторые количественные признаки можно оценивать даже в баллах.

Особенно необходимо как-то измерять и оценивать поведенческие характеристики.

Ибо разведение только ради экстерьера бесцельно и бесперспективно.

Методы биологической статистики, дисперсионный анализ помогут выявить группы наиболее ценных по поведенческим характеристикам животных.

Но этого вопроса я пока предпочитаю не касаться. Здесь нужен специалист, заикленный на собаках.

С уважением, В. А. Калинин

Использованная литература

1. Н. А. Кравченко. Разведение сельскохозяйственных животных
2. Дж. Лэсли. Генетические основы селекции сельскохозяйственных животных
3. Л. Меттлер, Т. Грегг. Генетика популяций и эволюция
4. R. Robinson. Genetics for Dog Breeders
5. М. Б. Уиллис. Генетика собак
6. Р. Шилер, Я. Вахал, Я. Вيني. Математика в животноводстве