

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И МОЛОДЁЖИ  
РЕСПУБЛИКИ КРЫМ  
Муниципальное бюджетное учреждение дополнительного образования  
«ДЕТСКИЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ЦЕНТР»  
муниципального образования городской округ Ялта Республики Крым

**Всероссийский конкурс юных исследователей окружающей среды  
им. Б. В. Всесвятского**

**Номинация:** «Клеточная биология,  
генетика»

**ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ  
НАСЛЕДОВАНИЯ РЫЖЕГО ОКРАСА У СОБАК ПОРОДЫ  
ЙОРКШИРСКИЙ ТЕРЬЕР (ЦВЕТНОЕ РАЗВЕДЕНИЕ).  
ВЫВЕДЕНИЕ СОБАК В ОКРАСЕ «RED AND WHITE»**

Работу выполнила:

**Панькова Елизавета Павловна,**  
ученица 10 класса  
Муниципального бюджетного  
общеобразовательного  
учреждения «Ялтинская средняя  
школа-лицей № 9» муниципального  
образования городской округ Ялта  
Республики Крым,  
Муниципального бюджетного  
учреждения дополнительного  
образования «Детский экологический  
центр» муниципального  
образования городской округ Ялта  
Республики Крым

Научный руководитель:

**Панькова Елена Васильевна,**  
педагог дополнительного образования  
Муниципального бюджетного  
учреждения дополнительного  
образования «Детский экологический  
центр» муниципального  
образования городской округ Ялта  
Республики Крым

г. Ялта – 2024

## Содержание

<b>СЛОВАРЬ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ТЕРМИНОВ .....</b>	<b>3</b>
<b>ВВЕДЕНИЕ.....</b>	<b>4</b>
<b>РАЗДЕЛ 1. Теоретическая часть.....</b>	<b>6</b>
<b>1.1. Рождение генетики. Законы наследственности.....</b>	<b>6</b>
<b>1.2. Строение шерстяного покрова собаки.....</b>	<b>7</b>
<b>1.3. Окрас собаки.....</b>	<b>9</b>
<b>1.4. Генетические основы окраса собак.....</b>	<b>10</b>
<b>РАЗДЕЛ 2 Практическая часть.....</b>	<b>15</b>
<b>2.1. Определяем гены, обуславливающие белый окрас.....</b>	<b>15</b>
<b>2.2. Определяем гены, обуславливающие рыжий(красный) окрас .....</b>	<b>15</b>
<b>2.3. Подбираем собак для скрещивания.....</b>	<b>17</b>
<b>2.4. Рассчитываем возможные генотипы и фенотипы потомства. .....</b>	<b>17</b>
<b>2.5. Практические результаты.....</b>	<b>18</b>
<b>ВЫВОДЫ.....</b>	<b>19</b>
<b>ЛИТЕРАТУРНЫЕ И ИНТЕРНЕТ ИСТОЧНИКИ.....</b>	<b>20</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ.....</b>	<b>20</b>

## СЛОВАРЬ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ТЕРМИНОВ

**Хромосомы** – материальные носители наследственности, содержат множество генов. Состоят из молекул ДНК (дезоксирибонуклеиновая кислота).

**Ген** – наследственный фактор, который несёт информацию об определённом признаке или функции организма.

**Локус** - местоположение определённого гена в хромосоме.

**Аллель (аллельные гены)** - различные формы одного и того же гена, расположенные в одинаковых участках гомологичных хромосом (парных), определяют направление развития конкретного признака.

**Полное доминирование** — форма взаимоотношений между аллелями одного гена, при которой один из них (доминантный) подавляет (маскирует) проявление другого (рецессивного).

**Неполное доминирование** – это такой тип наследования, при котором гетерозиготные особи имеют промежуточный фенотип по сравнению с родительскими организмами, и связано это с тем, что доминантный ген не полностью подавляет действие рецессивного.

**Рецессивный ген** - ген способный обеспечить проявление определяемого им признака только в том случае, если находится в гомозиготном состоянии (в паре с таким же рецессивным геном).

**Доминантный ген** – ген, действие которого проявляется в гетерозиготе, и который подавляет действие другого рецессивного гена.

**Гомозиготная особь** – особь, содержащая в гомологичных хромосомах одинаковые аллели данного гена (оба доминантные AA или оба рецессивные aa)

**Гетерозиготная особь** – особь, содержащая в гомологичных хромосомах разные аллели данного гена (Aa).

## ВВЕДЕНИЕ

Идея данной работы возникла во время проведения исследования «Генетические закономерности наследования окраса у собак пород бивер терьер и йоркширский терьер (цветное разведение). Генетическое расследование». В процессе изучения многообразия окрасов, так называемых «цветных йорков», на одной из фотографий питомника «ARASARI YULNA» мы увидели очень красивую собаку, производителницу питомника (Приложение 1). Как выяснилось позже, данный окрас называется красно-белый (red and white). Именно с этой собаки и начался наш интерес к генетике рыжих окрасов «цветных йорков».

Проанализировав, чем именно привлекательна данная собака, мы выяснили, что это:

- во-первых, яркий и насыщенный оттенок её рыжей шерсти,
- во-вторых, сочетание ярко-рыжей шерсти с белой, что оптически делает окрас собаки ещё более ярким и «нарядным».

Таким образом, рабочей **гипотезой исследования** стало следующее утверждение:

Тщательно изучив информацию о закономерностях наследования рыжего окраса и используя уже полученные в предыдущем исследовании знания, возможно, правильно подобрав родителей, за небольшое количество скрещиваний, на доступном в Крыму генетическом материале вывести собаку в окрасе «red and white».

А следовательно, **объектом** нашего **исследования** стал: окрас собак породы бивер терьер, биро-йорк и йоркширский терьер (цветное разведение).

**Предмет** нашего **исследования**: наследование окрасов при скрещивании собак пород голдаст, бивер терьер, биро йорк и йоркширский терьер (цветное разведение).

Таким образом **цель** нашего **исследования**:

Изучить механизм наследования рыжего и белого окрасов собак пород голдаст, йоркширский терьер (цветное разведение), бивер терьер и биро йорк, получить на доступном генетическом материале щенков в окрасе «red and white».

**Задачи исследования**:

1. Изучив литературные и интернет источники выяснить:
  - как фенотипически обусловлены различные окрасы собак.
  - как генетически обусловлены интересующие нас окрасы.
2. Выявить какие именно гены влияют на формирование окраса red and white.
3. Проверить выявленные закономерности на родословных реальных собак по международной базе родословных IngRus.

4. Проверить выявленные закономерности на реальных пометах собак интересующих нас пород и окрасов.

5. Выбрать подходящих собак для скрещивания.

6. На имеющемся в Крыму генетическом материале получить щенков (щенка) в окрасе red and white.

Таким образом, мы снова погрузились в увлекательный мир генетических исследований, где для реализации вышеперечисленных задач были применены следующие **методы исследования:**

- анализ литературных и интернет источников;
- интервью с заводчиками;
- анализ полученной информации, статистическая обработка;
- математическое прогнозирование;
- методы генетического анализа и прогнозирования помётов;
- эксперимент по скрещиванию выбранных особей.

## РАЗДЕЛ 1. Теоретическая часть

### 1.1. Рождение генетики. Законы наследственности



Отцом и основоположником современной генетики считается Грегор Мендель, чешско-австрийский биолог-генетик, монах-августинец, аббат [3]. Он проделал 10 000 опытов и рассмотрел в лупу более 7000 горошин, пока открыл Законы наследственности. О них Грегор Иоганн Мендель, монах из Брно, доложил во время заседания научного товарищества в Берне 8 февраля 1865 года. Одобрения не получил. Да и сам позже стал сомневаться в универсальности своего открытия. Лишь спустя 35 лет, в 1900 году, когда ученого уже не было в живых, его законы «переоткрыли» и с тех пор считают

Менделя основоположником теории наследственности.

Двойная спираль ДНК — таково следствие и магистральный путь развития генетики XX века на основе идей Менделя.

«Мое время еще придет», — с надеждой и грустью говорил непризнанный гений. Эти слова выбиты на его памятнике перед монастырским садиком, где Мендель ставил свои опыты. На участке менее двух соток упорный монах около восьми лет скрещивал семена десятков разновидностей гороха. Проделал десять тысяч опытов, манипулируя разными по окраске цветков и виду семян растениями. Ради уяснения закономерностей передачи лишь одного признака (гладкие — морщинистые семена) Мендель рассмотрел в лупу более семи тысяч горошин!

До него ученые обратили внимание на наследование определенных признаков при гибридизации, но лишь математик Мендель смог «поверить алгеброй гармонию» и открыть три закона наследственности. (Приложение 2 - 4)

**I закон Менделя** (закон единообразия гибридов первого поколения или правило доминирования) – при моногибридном скрещивании у гибридов первого поколения проявляются только доминантные признаки – оно фенотипически единообразно

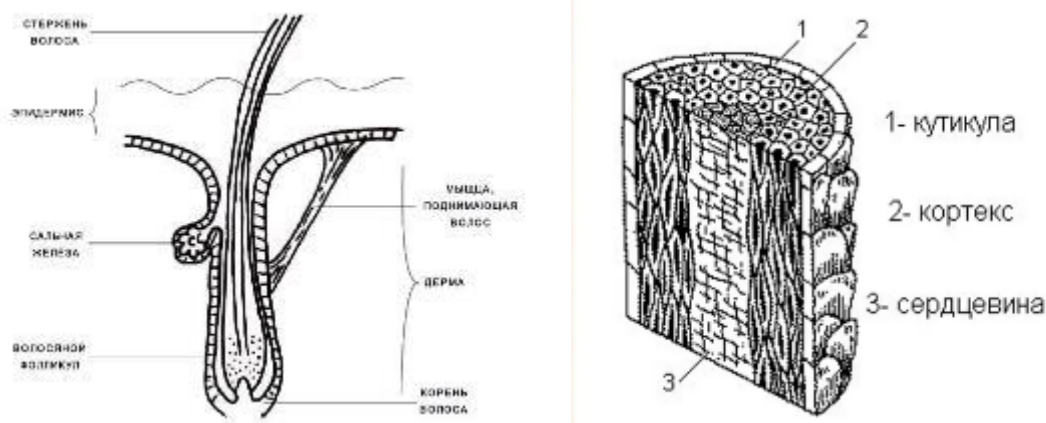
**II закон Менделя** (закон расщепления) – в потомстве, полученном от скрещивания гибридов первого поколения, наблюдается явление расщепления: четверть особей из гибридов второго поколения несёт рецессивный признак, три четверти – доминантный

**III закон Менделя** (закон независимого расщепления или закон независимого комбинирования признаков) – при дигибридном скрещивании у гибридов каждая пара признаков наследуется независимо от других и даёт с ними разные сочетания. Образуются фенотипические группы, характеризующиеся отношением 9:3:3:1 (*расщепление по каждой паре генов идёт независимо от других пар генов*)

Таким образом, законы Менделя формулируют теорию наследственности. А именно: комбинация неоднородных признаков даёт то самое расщепление, что наблюдается в опытах и в тех самых соотношениях, что были вычислены Менделем с помощью статистического анализа. Мендель ввел буквенные обозначения, отметив заглавной буквой доминантное, а строчной — рецессивное состояние одного и того же признака. Он доказал, что каждый признак организма определяется наследственными факторами, задатками (впоследствии их назвали генами), передающимися от родителей потомкам с половыми клетками. В результате скрещивания могут появиться новые сочетания наследственных признаков. Частоту появления каждого такого сочетания можно предсказать.

## 1.2. Строение шерстяного покрова собаки

[1] Волос собаки состоит из трех слоев: сердцевины, коркового слоя (кортекс) и оболочки (кутикула).



Волосной покров собаки неоднороден, его формируют волосы разных типов.



Покровный волос расположен в большем количестве на шее, по спине, на бедрах, в меньшем количестве — на боках. Он самый длинный и толстый, обычно он упруг, груб и жесток. Много покровного волоса у жесткошерстных, а у короткошерстных он обычно отсутствует или идет узкой полосой в верхней части спины и шеи. У собак с мягкой длинной шерстью покровный волос тонкий и шелковистый. Он образует на шее «воротник», на передних ногах — «очесы», на задних — «штаны», на хвосте — «подвес» и носит название украшающего волоса.

Остевой волос заметно короче покровного, поэтому накрывается покровным и обычно более тонок. Покровный и остевой волосы часто называются шерстью.

Пуховой волос (подшерсток) — самый короткий и тонкий, волнообразно изогнутый, не имеющий сердцевинки. Обычно подшерсток закрыт остевым и покровным волосом.

У отдельных животных одной и той же породы в зависимости от условий жизни те или иные категории волос развиваются интенсивнее или наоборот — совсем исчезают.

С возрастом соотношение всех трех типов волос в волосяном покрове меняется. У длинношерстных собак вырастает украшающий волос, а у жесткошерстных — усы и борода [2]. Так, Йоркширский терьер и бивер терьер — длинношерстная порода, они не имеют подшерстка. Это значит, что они практически не линяют. Их шерсть похожа на волосы человека в том, что она постоянно растёт и редко выпадает (только при расчёсывании или повреждении). Благодаря структуре своей шерсти йорки гораздо реже вызывают у людей аллергию.

### 1.3. Окрас собаки

Общее впечатление об окраске создается в результате сочетания цвета шерсти и подшерстка. При этом цвет остевых волос оказывает больше влияния на основной тон, а подшерстка — на оттенок. Окраска волос определяется находящимися в них пигментами. При отсутствии пигмента волосы белые.

У собак известно всего лишь три пигмента: черный, коричневый, желтый (рыжий). Пигмент в волосе содержится в виде зерен различной формы.

Восприятие цвета зависит от преломления света при прохождении его через зерна пигмента, поэтому оно может быть разным при различных формах зерен.

Пигменты в волосе могут содержаться с различной плотностью и равномерностью как в сердцевине, так и в корковом слое. При равномерном и плотном распределении пигмента тон окраски получается интенсивным. Как правило, кроющие волосы темнее подшерстка, так как они имеют разное строение.



Например, если интенсивно окрашена сердцевина волоса, а в корковом слое пигмента мало или нет совсем, то основной окрас как бы просвечивает через папиросную бумагу и выглядит осветленным. Так получается голубой окрас пуделей, догов, керри-блю-терьеров, бедлингтон-терьеров. Этот окрас представляет собой ослабленный черный.



Рассмотрим волос волка. Он выглядит серым, но под микроскопом видно, что окраска волоса распределяется кольцевыми зонами: конец черный, затем желтая зона, затем снова черная. основание светлое (депигментированное). Такой тип окраски, чаще всего встречающийся у диких животных, именуется «агути» — по названию южноамериканского грызуна, у которого он четко выражен. У собак это зонарно-серый окрас, характерный для немецких овчарок, серых лаек, шнауцеров и других пород.

Сплошные окрасы бывают четырех цветов различной интенсивности: черный, коричневый, рыжий и белый.

Кроме собственно окраски у собак принято выделять еще расцветку, под которой понимается наличие пятен, отличных от основного тона. Существуют две основные группы расцветок: белая пятнистость и желтая пятнистость.

Белая пятнистость варьирует от небольших белых отметин на груди, концах лап или животе до практически сплошной белой окраски с небольшим черным пятном на голове. В том случае, когда основной фон темный, расцветку принято называть пегой, при белом фоне расцветка пятнистая.

Желтая пятнистость выражена в виде подпалин различной интенсивности и протяженности, чепрачности, тигровости.

Подпалый окрас широко распространен среди собак (овчарки, доберманы, ротвейлеры, различные терьеры). Иногда подпал может быть настолько небольшим, что с трудом просматриваются желтые точки над глазами, под хвостом и на концах лап.

Чепрачным называется окрас, при котором площадь подпалин увеличивается настолько, что черной остается иногда только спина. Чепрак может быть так мал, что собака выглядит почти рыжей. Наиболее характерен этот тип окраса для русских гончих.

Трехцветный окрас, характерный для фокстерьеров, колли гончих, спаниелей, образуется из сочетания белопятнистого окраса с подпалом. Поэтому если присмотреться, то видно, что рыжие пятна у трехцветных собак всегда располагаются на тех местах, где локализуется подпал, но их не бывает на спине или на хвосте (не путать с рыже-пегими собаками!).

#### **1.4. Генетические основы окраса собак**

Теперь постараемся разобраться, как же все эти окрасы и расцветки обусловлены генетически.

Материальными носителями наследственности, как известно, являются хромосомы. Каждая хромосома несет значительное число генов, которые определяют свойства особи. Каждому гену присваивается буквенное обозначение (А; В; Т).

Сведения о том, какие генетические особенности характерны для данной особи, можно получить из генетической формулы, в которой записывают обозначения интересующих нас генов (АаВВсс: ААввСс и т. д.).

Каждая хромосома имеет парную, себе подобную — хромосомы гомологичные. Число хромосом постоянно для каждого вида. Во всех клетках

тела собаки находятся по 39 пар гомологичных хромосом. Одну хромосому из пары особь получает от отца, другую — от матери.

Гены располагаются в определенном участке хромосомы — локусе. В гомологичных хромосомах пара генов, находящихся в одном и том же локусе, называется аллель. Аллельные гены обозначаются одинаковыми буквами (АА; аа; Аа и т. д.). За проявление признака обязательно отвечают оба аллельных гена. Клетки каждого организма одновременно могут иметь только два аллельных гена, по одному в каждой из гомологичных хромосом. Если оба гена одинаковы, особь гомозиготна по данному гену (вв;АА и т. п.), если гены различны, особь гетерозиготна (Вв;Сс и т. п.).

Аллельные гены находятся в определенных взаимоотношениях. Если наличие одного гена подавляет проявление другого, говорят о полном доминировании. Ген, подавляющий действие другого, называется доминантным и обозначается прописной (большой) буквой. Подавляемый ген назван рецессивным и обозначается строчной (малой) буквой. Полное доминирование генов обозначают знаком >. Так, чтобы показать, что ген черного окраса В доминирует над геном коричневого окраса в обозначают В > в.

В случаях полного доминирования генетическую формулу можно упрощать и вносить в нее обозначение только одного из пары генов. Если вписан ген доминантный, то подразумевается, что второй ген либо рецессивный и влияния на внешнее проявление признака не оказывает, либо особь гомозиготна по доминантному гену. Одной малой буквой можно обозначать гомозиготность по рецессиву.

При полном доминировании потомство, полученное от скрещивания гомозиготной по доминантному гену особи с гомозиготной по рецессивному гену, окажется гетерозиготным по данному гену и будет иметь внешность (фенотип) того из родителей, в генотипе которого доминантные гены:

**ВВ X вв = Вв**

(черная собака) (коричневая собака) (черная собака)

В некоторых случаях гетерозиготное потомство может иметь внешний вид, отличный от исходных гомозиготных родительских форм. Такой тип наследования называют неполным доминированием или промежуточным наследованием.

Иногда один из аллельных генов изменяет (мутирует), в результате чего он начинает определять проявление нового признака. В некоторых случаях мутации одного и того же гена происходят неоднократно и по-разному. Несколько генов, расположенных в одном и том же локусе гомологичных хромосом, называют серией множественных аллелей. Особь, несущая два разных мутантных гена из серии множественных аллелей, гетерозиготна.

Теперь рассмотрим подробнее конкретные гены окраски собак.

A — серия множественных аллелей, определяющая распределение пигментов по волосу и телу. При A пигмент распределяется равномерно по волосу и телу, окрас сплошной.

au — определяет соболиный окрас;

ag — «агути», зонарно-серый окрас;

aw — чепрачность; at — подпалость.

Взаимоотношение между членами этой серии можно записать, как A > au > ag > > aw > aw однако среди рецессивных аллелей может наблюдаться промежуточное доминирование.

B — ген, вызывающий образование черного пигмента.

b - вызывает образование коричневого пигмента;

C — серия множественных аллелей, определяющих интенсивность пигментации. Ген C обеспечивает способность организма синтезировать пигмент любого цвета. Присутствует у всех нормально окрашенных собак; c ослабляет рыжую пигментацию до желтой; c'«шиншилловость» — при зонарном окрасе в желтой зоне волоса пигмент отсутствует, и она становится белой. Окрас волоса определяется чередованием черных и белых зон.

Ген c — обуславливает лейцизм (неполный альбинизм). Пигмент отсутствует почти везде, окрашены только мочка носа, глаза, веки, иногда — когти. Большинство белых собак несут именно этот ген.

Взаимодействие между аллелями этой серии: C > cd > csh > > cb > ca.

D — ген, определяющий интенсивность пигментации. При D пигментация интенсивная. Пигмент расположен как в корковом слое волоса, так и в сердцевине. При И пигмент сосредоточен главным образом в сердцевине волоса и как бы просвечивает через непрозрачный корковый слой. В результате у собак, гомозиготных по гену d, получается ослабленный окрас.

ABCD — черная собака;

ABCd — голубая собака (ослабленный черный);

AbCD — коричневая собака;

AbCd — светло-коричневая, бежевая собака (ослабленный коричневый).

E обуславливает распределение черного (или коричневого в случае bb) пигмента по телу.

У всех собак присутствует как черный (или коричневого) так и рыжий пигмент одновременно. Гены этого локуса взаимно распределяют оба эти пигмента.

При E черный (или коричневый) пигмент распределен по всему телу. Собака либо сплошь черная (EEBB), либо сплошь коричневая (при EEbb).

et — масковый окрас. Рыжая собака с темной маской — черный пигмент локализован только на морде. Окрас характерен для догов, боксеров, мопсов;

em, emB — собака с черной маской;

em, em bb — собака с коричневой маской и коричневым носом;

ebr — тигровость;

ebrB — рыжая собака с черными полосами;

ebr, ebr bb — рыжая собака с коричневыми полосами и коричневым носом;

e — черный пигмент сосредоточен только на мочке носа и веках;

BBee — рыжая собака с черным носом;

bbee — собака светло-рыжая (палевая) с коричневым носом. В данном случае наличие двух пар рецессивных генов способствует ослаблению общего тона окраски.

Взаимодействие между аллелями: E > em > ebr > e. Доминирование носит чаще всего полный характер.

G — возрастное изменение окраса. При G возрастное изменение окраса присутствует. У щенка пигмент расположен как в сердцевине волоса, так и в корковом слое. С возрастом пигмент из коркового слоя уходит, и окрас светлеет.

При g возрастное изменение окраса отсутствует. Большинство собак гомозиготны по гену g.

Ген M формирует пятнистость типа «арлекин». (Характерна прежде всего для мраморных догов и, по-видимому, для колли и такс). При m — пигментация равномерная.

M — так называемый фактор Мерля. Этот фактор интересен тем, что в гомозиготном состоянии он ведет к рождению белых щенков со значительными аномалиями органов чувств. Такие щенки часто погибают еще до рождения, а если и рождаются живыми, то их жизнеспособность сильно понижена.

S — серия множественных аллелей, вызывающих депигментацию разных участков тела собаки, белая пятнистость.

У животных с характерной белой пятнистостью наблюдается большая изменчивость проявления этого признака. Появление пятен является следствием исчезновения пигмента в определенных местах шерстного покрова. Процесс депигментации протекает строго закономерно. Различные участки кожи неоднородны в отношении к процессу депигментации: исчезновение пигментов обычно начинается в строго определенных местах кожи и только в них, а затем последовательно (но по-разному у животных разных видов) превращается в большое белое пятно. Эти строго определенные точки тела получили название начальных точек депигментации.

Некоторые места на шерсти пятнистых животных особенно устойчивы в сохранении пигмента при образовании пятнистых форм. Они названы пигментными центрами. К ним относятся, например, концы ушей и основание хвоста.

Сложный локус S включает в себя следующие основные гены:

S — сплошная окраска;

st — небольшие белые участки;

Sp — пегость, при которой до 80% тела имеет белую окраску;

sw — крайняя степень пегости, когда сохраняются лишь небольшие темные участки.

S > st > sp > sw.

Очень существенно для практической кинологии, что кроме этих генов на развитие белой пятнистости влияет еще и большое количество генов-модификаторов. Потому и существует так много вариантов белопятнистости.

Тиковая испещренность (крапчатость). При T — небольшие темные пятнышки на белых участках — крап (английский сеттер, спаниели, континентальные легавые). При t — отсутствие крапа.

Чалость — чередование окрашенных и неокрашенных волос по телу (черный с сединой пудель, спаниели, ризеншнауцер в возрасте 5 — 8 месяцев). Ген R определяет наличие чалости, при гене r — окрас нормальный.

W — ген доминантного белого окраса; w — нормально окрашенная собака.

Доминантный белый окрас у собак встречается редко. От двух белых собак этого окраса возможно рождение окрашенных щенков в случае гетерозиготности обоих родителей по гену W.

## РАЗДЕЛ 2. Практическая часть

После изучения теоретической базы первоочередной нашей задачей стало выделить гены, под действием которых происходит формирование рыжего и белого окраса «цветных йорков».

### 2.1. Определяем гены, обуславливающие белый окрас

Опираясь на фенотипическое проявление белого окраса и на материалы предыдущего нашего исследования, можно утверждать, что за интересующее нас проявление белого окраса отвечают гены локуса S (так называемая пегость). Для нас нас интересны все рецессивные проявления этого гена si, sp и sw. Особенно sp и sw.

## Локус S (белая пятнистость)

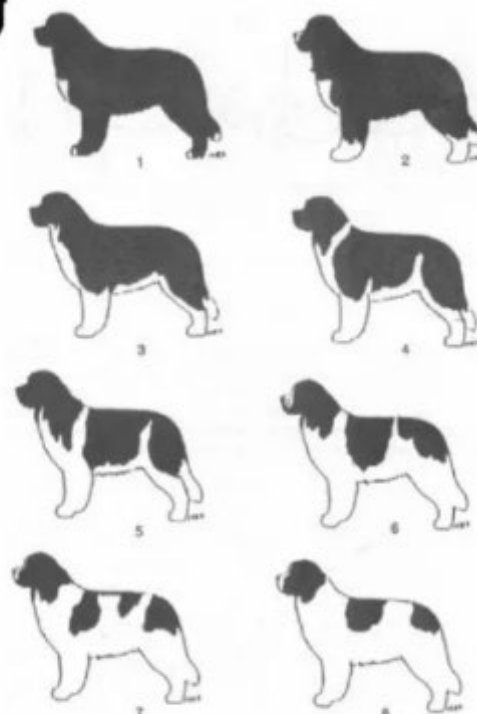
**S** – сплошной окрас

**si** – ирландская пятнистость  
(единичные белые пятна с чёткими границами:  
белые отметины на груди, кончиках лап и хвоста)

**sp** – пегость/истинная пятнистость  
(чёрные пятна на белом фоне)

**sw** – крайняя степень пегости  
(собака практически вся белая,  
небольшие окрашенные участками  
на белом фоне)

**S > si > sp > sw**



Поскольку на проявление данного гена влияет также наличие генов-модификаторов, визуально (без генетических анализов) выявить вид гена будет крайне затруднительно. Для нашего исследования важно, что эти гены рецессивны, по отношению к отсутствию белой пятнистости (ген S). Поэтому было принято решение обозначать группу этих генов маленькой буковкой s.

То есть нам необходимо сочетание ss, а значит, желательно, чтобы оба родителя имели белые пятна, тогда все щенки гарантированно будут иметь в окрасе белый цвет.

### 2.2. Определяем гены, обуславливающие рыжий(красный) окрас

После тщательного анализа родословных реальных собак питомников: «Златоглавый талисман», «ARASARI YULNA», «Bestfil», «Little Favorite», «Magic dogs», «Ирландская арфа» и других, интервью с заводчиками «цветных

йорков»: Элиной Филатовой, Татьяной Сацукевич, Елизаветой и Александрой Сибиревой, Еленой Мураитовой, Аллой Арефьевой нами было выяснено, что рыжий окрас «цветных йорков» может быть обусловлен, так называемым, рецессивным рыжим (работа генов локуса E) или рыже-соболиным окрасом (работа генов локуса A) (Приложение 5).

Именно работой генов локуса E обусловлен окрас собак породы голдаст йоркширский терьер. У собак этой породы мы наблюдаем работу гена e. Данный ген является рецессивным, по отношению к остальным генам локуса E и его действие заключается в полном отсутствии чёрного или коричневого пигмента в шерсти собаки, чёрный/коричневый пигмент сосредоточен только на мочке носа и веках собаки. То, что это работа именно этого гена, можно убедиться, даже просто внимательно прочитав историю происхождения и стандарт породы (Приложение 6).

После тщательного анализа мы решили отказаться от работы с данным геном, так как:

- 1) Этот ген рецессивный и его легко утратить при скрещивании.
- 2) Наличие данного гена невозможно определить визуально, если он находится в гетерозиготном состоянии.
- 3) Вероятное отсутствие данного гена у наших собак.
- 4) Все известные нам ярко окрашенные особи имели доминантное проявление этого гена.
- 5) При сочетании с некоторыми генами, например с геном b (коричневый окрас), мы получаем общее выраженное ослабление окраса, а это противоположно нашей задаче.

6) В интервью с заводчиками голдастов мы выяснили, что все без исключения голдасты сильно подвержены возрастному изменению окраса. То есть, даже родившись ярко-рыжим, щенок-голдаст с возрастом сильно светлеет, а следовательно, работая с данной категорией собак, для получения нужного результата нужно избавиться ещё и о возрастного перецвета. А как мы знаем из нашего предыдущего исследования отсутствие возрастного изменения окраса – это еще один рецессивный ген g. Естественно, что работа с таким количеством рецессивных генов (s,e,g) одновременно – задача крайне сложная и нам вряд ли удастся добиться своего за небольшое количество скрещиваний, работая на достаточно ограниченном генетическом материале.

Рассмотрим ген ay (соболиный окрас).

1) Данный ген доминантен по отношению ко всем другим генам данного локуса, за исключением гена A (доминантный чёрный - сплошной чёрный окрас).

A > ay > ag >> aw > at.

2) Его наличие легко, потренировавшись, определить при визуальном осмотре собаки

3) В Крыму возможно отыскать собак, несущих данный ген.

### 2.3. Подбираем собак для скрещивания

После тщательных поисков в качестве исходного генетического материала нами был выбран кобель окраса red berry (красный мрамор) по кличке VLASTELIN HILTON (Верик) (Приложение 7). После внешнего осмотра и анализа родословной данной собаки, нами был выяснен его генотип, по интересующим нас генам:

**ay at B ss Mm ?**

ay – фенотипически демонстрирует наличие соболиного окраса

at – мать бивер

B – чёрный нос

ss – белая пятнистость, характерная для биверов

Mm – отец мерль, а мать отсутствие гена мерль.

? – неизвестно наличие у данной собаки возрастного изменения окраса, так как наличие у него гена мерль и соболиного окраса сильно затрудняет определение. Возможные генотипы Gg или gg. Так как у матери явно отсутствует возрастное изменение окраса. Для анализе предположим менее желательный вариант Gg.

Для скрещивания с данной собакой партнёр подбирался по следующим параметрам:

- 1) Наличие белой пятнистости
- 2) Отсутствие возрастного изменения окраса
- 3) Яркий рыжий пигмент
- 4) Отсутствие гена мерль
- 5) Вероятное отсутствие гена в в генотипе
- 6) Небольшой размер
- 7) Курносая укороченная морда

Этим параметрам удовлетворяла сука нашего разведения ОЛОЛАРА ЧЁРНАЯ ПАНТЕРА (Приложение 8).

Генотип **at at B B s s m m g g**

### 2.4. Рассчитываем возможные генотипы и фенотипы потомства

Нами были просчитаны возможные варианты потомства от этой пары:

Родители ♀ **atat BB ss mm gg** X ♂ **ayat BB ss Mm Gg**

Гаметы **at B s m g**

**ay B s M G**    **at B s M G**

**ay B s m G**    **at B s m G**

**ay B s M g**    **at B s M g**

**ay B s m g**    **at B s m g**

Потомство **ayat BB ss mm gg** - наиболее предпочтителен  
**ayat BB ss Mm gg** - возможно локальное осветление за счёт гена мерль  
**ayat BB ss mm Gg** - возможно возрастное осветление  
**ayat BB ss Mm Gg** - возможно осветление возрастное и локальное за счёт гена мерль  
**atat BB ss mm gg** - классический бивер в окрасе чёрно-бело-золотой  
**atat BB ss mm Gg** - классический бивер в окрасе серо-бело-золотой  
**atat BB ss Mm gg** - голубой мрамор с белым (blueberry)  
**atat BB ss Mm Gg** - голубой мрамор с белым (blueberry) + осветление с возрастом

## 2.5. Практические результаты

20 апреля были рождены два щенка в окрасе «red and white» (Приложение 9).

В 3 месяца щенки успешно прошли активацию в Кинологическом клубе «Крымский союз собаководов». Были осмотрены тремя специалистами: судьей, кинологом и ветеринарным врачом.

В настоящий момент щенкам исполнилось 7 месяцев. Они имеют яркий окрас «red and white», который с возрастом стал ещё более ярким. Поэтому можно считать наш эксперимент по выведению собак рыжего окраса породы йоркширский терьер (цветное разведение) удавшимся.

## ВЫВОДЫ

1. Проанализировав литературные и интернет источники, мы выяснили, что наибольшее влияние на формирование интересующего нас окраса имеют гены локуса S (наличие/отсутствие белой пятнистости), гены локуса E (ген e – рецессивный рыжий или голдаст ген) и гены локуса A (ген ay – обуславливает соболиный окрас)
2. Мы выбрали как наиболее удобный для работы ген ay.
3. Выбрали для скрещивания кобеля окраса red berry VLASTELIN HILTON и суку в окрасе чёрно-бело-золотой ОЛОЛАРА ЧЁРНАЯ ПАНТЕРА.
4. Наша изначальная гипотеза подтвердилась: используя, полученные в результате исследования знания по генетике цветных йорков, и тщательно подобрав родителей, за одно скрещиваний нам удалось получить двух щенков в окрасе «red and white».

В заключение хотелось бы поблагодарить за консультации, которые помогли нам перенять неоценимый практический опыт, при написании данной работы заводчиков: Элину Филатову, Татьяну Сацукевич, Елизавету и Александру Сибиревых, Елену Мураитову, Аллу Арёфьеву, руководителю Крымского союза собаководов Викторию Самохвалову, а также генетика и заводчицу кошек Надежду Быстрицкую.

### Перспективы исследований

Хотелось бы отделить ген голубых глаз от гена мерль и получить ярко окрашенных собак с голубыми глазами.

## ЛИТЕРАТУРНЫЕ И ИНТЕРНЕТ ИСТОЧНИКИ

1. Мария Николаевна Сотская. Окраска собак и основные принципы ее наследования. - Москва: Аквариум-принт, 2010.
2. Максимов Г. В., Василенко В. Н., Кононенко О. И., Максимов А. Г., Максимов В. Г. Сборник задач по генетике. — М.: Вузовская книга, 2010
3. Тарантул В. З. Толковый биотехнологический словарь. Русско-английский. — М.: Языки славянских культур, 2009. — 936 с
4. Инге-Вечтомов С. Г. Генетика с основами селекции: учебник для студентов высших учебных заведений. — СПб.: Изд-во Н-Л, 2010. — 720 с
5. Ковачич Елена. Чем наша цивилизация обязана гороху? [Электронный ресурс]
6. Грин Н., Стаут У., Тейлор Д. Биология. - Москва: Мир, 1996. - 386 с.
7. Мария Николаевна Сотская. Кожа и шерстяной покров собаки. – Москва: Аквариум-принт, 2007.
8. Ильин. Генетика и разведение собак. – Москва: Государственное издательство сельскохозяйственной академии, 1932. – 164 с.
9. IngRus Международная база родословных собак. [Электронный ресурс], - <http://ingrus.net>
10. Стандарт породы Голдаст йоркширский терьер [Электронный ресурс], <https://my-biewer.ru>
11. ВетГеномика – гентические тесты домашних животных. [Электронный ресурс], - <https://vetgenomics.ru/coats>

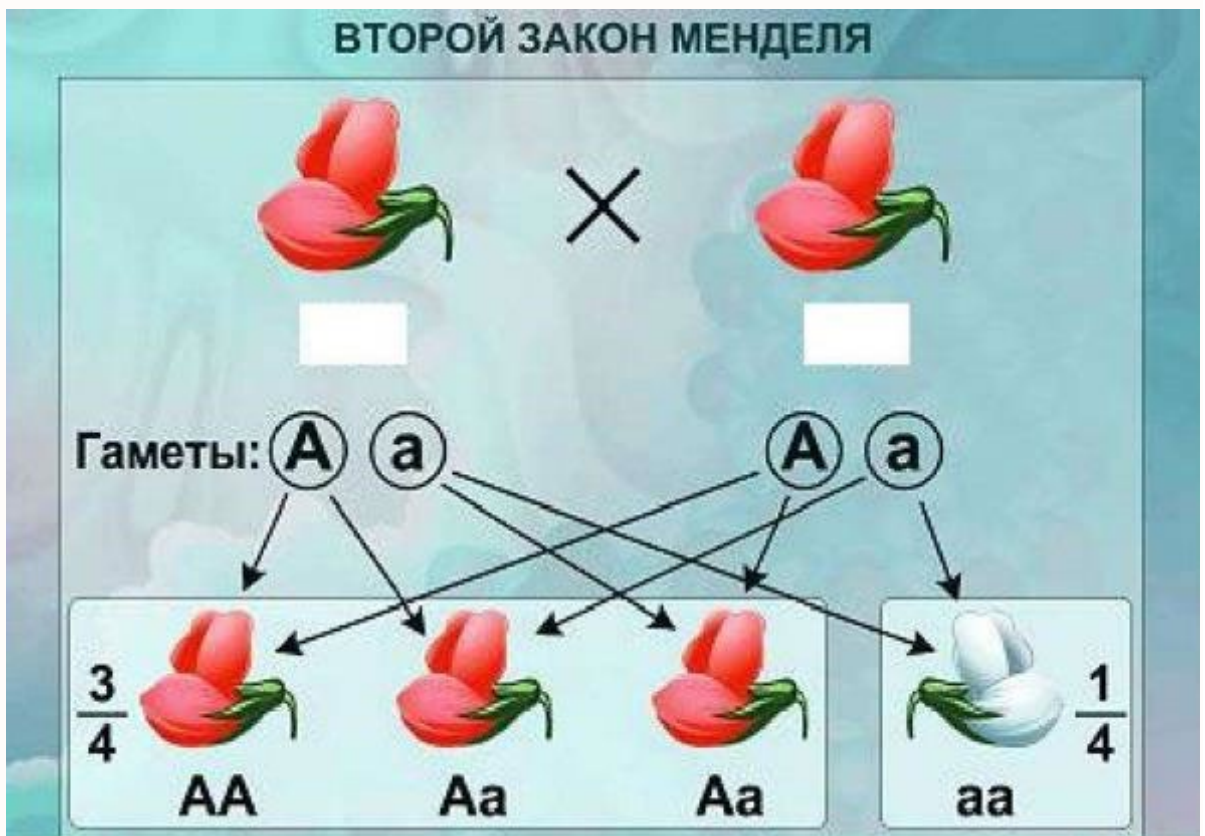
## Приложение 1



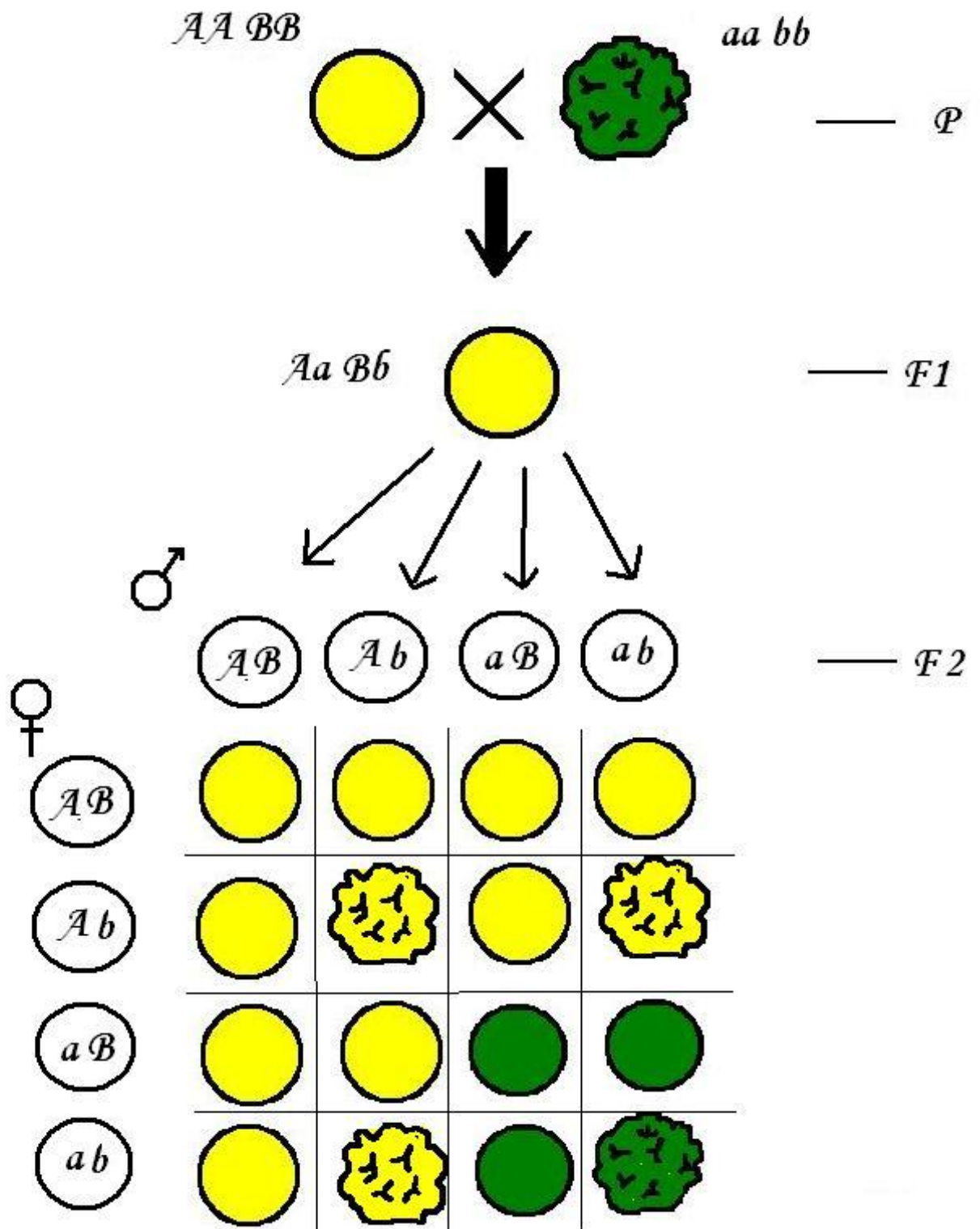
## Приложение 2



## Приложение 3



## Третий закон Менделя



## **СТАНДАРТ ПОРОДЫ ГОЛДДАСТ ЙОРК ТЕРЬЕР (IBC)**

"Голлдаст йорк" Первый Голлдаст йорк родился вскоре после появления первого триколор-бивера. И первоначально он был зарегистрирован в Германии, в племенной книге, как «бивер белое золото» (Biver White Gold). Хотя новый окрас был очень привлекательным и интересным, он был встречен (так же как и сам бивер в свое время), как всего лишь «неправильный» окрас йоркширского терьера. Посчитали, что голлдаст – это лишь неправильный окрас стандарта Biver Yorkshire Terrier ala Pom Pom. И поэтому он не был признан.

В течении нескольких лет golddust color продолжал проявляться. Кирстен Санчес Майер – немецкий преподаватель генетической биологии увидела как-то собачек Biver White Gold и они ей очень понравились. Она заинтересовалась генной мутацией голлдастов, захотела изучить это явление и узнать о нем больше.

Оказалось, что golddust color («золотая пыль») воспроизводится благодаря цветной мутации в коже. Мутация golddust происходит когда черный или коричневый пегмент eumelanin (эмеланин) – формируется в коже, но пока не видим. Пигмент phaemelanin придает коже золотой оттенок. Чтобы получить этот окрас оба родителя щенка должны быть голлдастами, которые выявляют этот ген. Бивер или йоркширский терьер, которые несут в себе этот ген, но не показывают его в окрасе, выявителями не являются.

"Голлдаст йорк" Бивер йоркширский терьер может быть носителем гена, но не давать в щенках этот окрас, если он никогда небыл в паре с носителем голлдаст-гена. Зато, два голлдаст-родителя всегда будут производить голлдаст-щенков.

Сам мудрый Вернер Бивер вывел своих новых собак на ринг, только для того, чтобы ему сказали, что они не являются стандартом йоркширского terrier color, и не будут приняты как йоркширские терьеры. В 1989 году, он составил и утвердил стандарт новой породы. Собака Alicia Goldschatz vom Klosterbach и Anjalie Goldschatz vom Klosterbach были первыми, официально признанными голлдастами. Но произошло это только 12 декабря 2007.

Golddust Yorkshire Terrier в буквальном смысле этого слова – золотой представитель йоркширских терьеров.

## **СТАНДАРТ ПОРОДЫ ГОЛДДАСТ ЙОРК ТЕРЬЕР (IBC) ВНЕ КЛАССИФИКАЦИИ FCI.**

**ПРОИСХОЖДЕНИЕ:** ГЕРМАНИЯ.

**ОБЩИЙ ВИД:** собачка с длинной, роскошной мантией, разделённая на подбор вдоль линии верха.

**ГОЛОВА:** маленькая и плоская.

**МОРДА:** аккуратная, не длинная.

**УШИ:** маленькие, V-образные, стоячие, обильно покрыты короткой шерстью.

**ГЛАЗА:** средних размеров, цвет от зелено-коричневых до темно-коричневых.

**МОЧКА:** нос черный

**ЧЕЛЮСТИ/ЗУБЫ:** правильный ровный ножницеобразный прикус.

**КОРПУС:** компактный, с ровной линией верха.

**НОГИ:** не слишком длинные.

**ЛАПЫ:** округлые.

**КОЖА:** розового цвета с золотыми пятнами.

**ХВОСТ:** не купированный, высоко поставлен, обильно покрыт шерстью.

**ОКРАС:** от бело-золотого до оттенков ровного золотого цвета.

**КОРПУС:** бело-золотой, либо золотой неважно в каком распределении (золотой оттенок цвета может, однако не обязан, очень сильно светлеть у взрослой собаки, так что угадывают его только лишь как золотистую пыль, отсюда и имя "Golddust" - Золотая пыль). В случае бело-золотого окраса - грудь, живот и лапы белые.

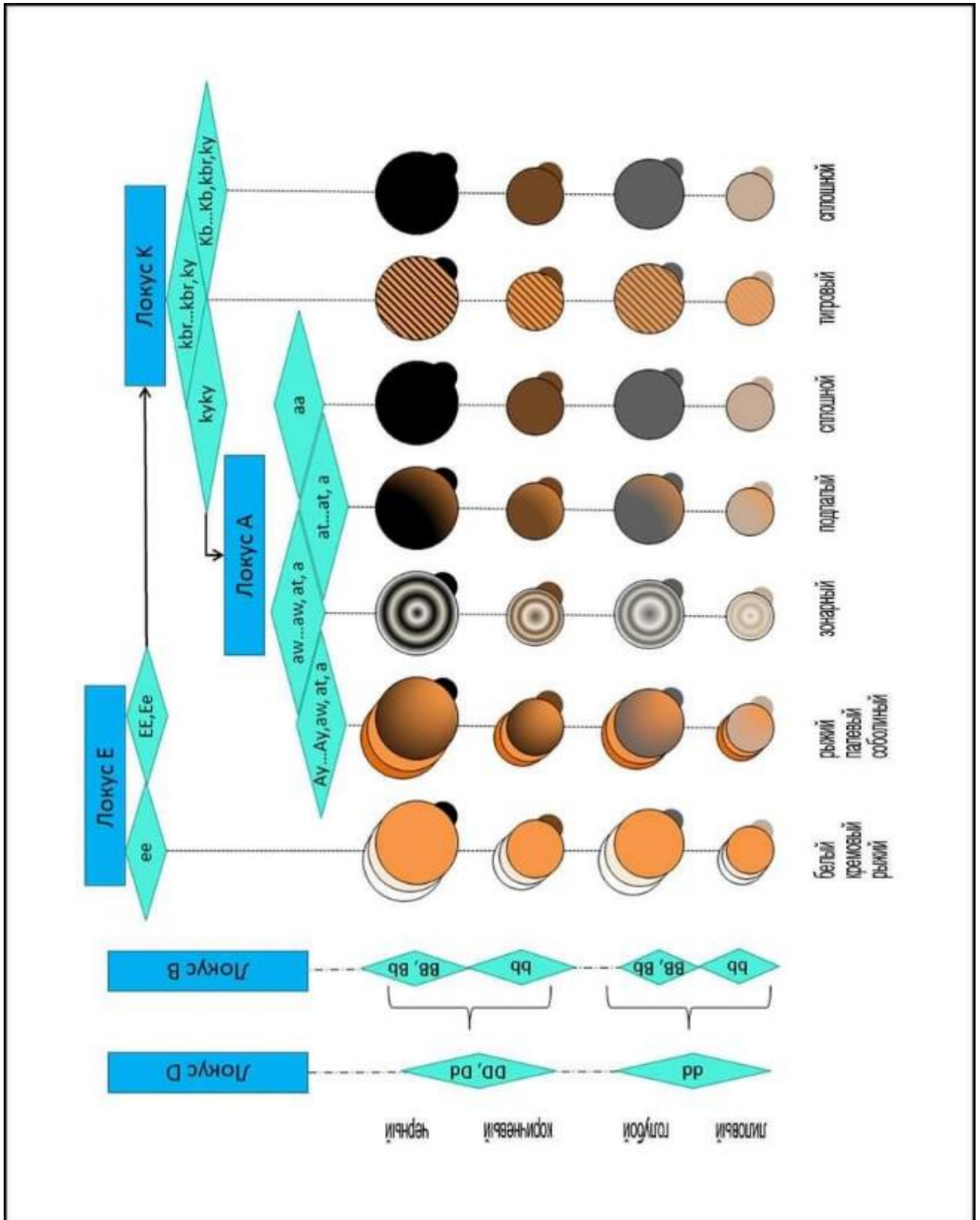
**ШЕРСТЬ:** длинная, шелковой текстуры, на шерсти взрослой собаки не должно быть черных волос (у щенков допускаются черные кончики волос).

**ВЕС:** до 3,1 кг (у сук допускается чуть больше).

**РОСТ:** до 22 см.

**НЕДОСТАТКИ:** светлые глаза, не покрашенные ноздри, висячие уши, нарушение прикуса, волнистая или кудрявая шерсть.

Примечание. В связи с тем, что порода не является признанной FCI, некоторые параметры в Стандарте могут иметь различные толкования в стандарте различных клубов Германии и Европы. Вышеприведенный Стандарт является вариантом Стандарта Породы в версии IBC. Обращаем ваше внимание, что в этой версии вес ограничивается 3, 1 кг, рост 22 см, в то время как Стандарт Породы, принятый в немецком клубе, членом которого состоит первый заводчик Голдастов, предусматривает вес до 5 кг и рост от 21 см до 25 см. >



## VLASTELIN HILTON (Верик)





**ОЛОЛАРА ЧЁРНАЯ ПАНТЕРА**

**БОНИФАЦИЙ и БЕАТРИСА**







