

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra etologie a zájmových chovů**



**Fakulta agrobiologie,  
potravinových a přírodních zdrojů**

**Zbarvení srsti u plemene australský ovčák  
Bakalářská práce**

**Autor práce: Eliška Beránková**

**Studijní program: Kynologie**

**Vedoucí práce: Ing. Barbora Hofmanová, Ph.D.**

© 2023 ČZU v Praze

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Zbarvení srsti u plemene australský ovčák" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne

---

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucí bakalářské práce Ing. Barboře Hofmanové Ph.D. za cenné rady, připomínky a také za trpělivost. Dále bych chtěla poděkovat své rodině a svým přátelům za podporu při psaní této práce, a také Karolině Stránské, za zpracování grafických kreseb.

# Zbarvení srsti u plemene australský ovčák

## Souhrn

Australský ovčák se řadí mezi středně velká plemena psů. Jeho středně dlouhá srst je mírně zvlněná a nabízí velkou barevnou rozmanitost. Základními barvami jsou černá, červená (hnědá), blue-merle a red-merle. Standard plemene povoluje tyto barvy také v kombinaci s bílými a měděnými znaky (pálením). Barva chlupů, ale i kůže psů jsou ovlivněny přítomností pigmentu melaninu, který je vytvářen v pigmentových buňkách. Pigmentové buňky produkují dva druhy pigmentu. Prvním je tmavý eumelanin, který je v základní formě černý, ale může se také vyskytovat v hnědé barvě a druhým pigmentem je světlý pheomelanin, který se různí od světle krémové přes odstíny žluté až po červenou barvu. V posledních několika letech byl učiněn obrovský pokrok ve výzkumu genů podílejících se na zbarvení srsti psů. Bylo popsáno více než 10 genů, které způsobují specifickou pigmentaci. Mezi nejznámější geny patří například: Melanocortin 1 receptor (MC1R),  $\beta$ -defensin 103 (CBD103), Agouti Signaling protein (ASIP) a Tyrosinase-related protein 1 (TYRP1). Informace o genetické determinaci zbarvení jsou důležité hlavně pro chovatele, protože křížení některých fenotypů může mít za následek určité zdravotní komplikace.

Cílem práce bylo vytvořit ucelený literární přehled o problematice genetické determinace zbarvení srsti se zaměřením na plemeno australský ovčák. Literární přehled byl doplněn o analýzu plemene. Do analýzy byli započtení pouze jedinci, kteří se narodili na území České republiky v letech 2013 až 2021. Celkem se za sledované období narodilo 6821 jedinců. Ukázalo se, že nejčastějším zbarvením australského ovčáka bylo černé s bílými znaky a pálením. Zastoupení jednotlivých zbarvení se během sledovaného období nijak výrazně neměnilo. Nestandardně zbarvených jedinců se každý rok narodilo přibližně 30.

**Klíčová slova:** australský ovčák, exteriér, lokus, mutace, pes, pigmentace

# Coat colour in Australian Shepherd dog breed

## Summary

The Australian Shepherd is a medium-sized dog breed. Its medium-length coat is slightly wavy and offers a great variety of colours. The basic colours are black, red (brown), blue-merle and red-merle. The breed standard also allows these colours in combination with white and copper markings (tan). The colour of the dogs' coats, as well as their skin, is influenced by the presence of the pigment melanin, which is produced in pigment cells. The pigment cells produce two types of pigment. The first pigment is eumelanin, which is black in its basic form but it can also occur in brown colour. The second pigment is pheomelanin, which varies from light cream through the shades of yellow to red colour. In the last few years, tremendous progress has been made in research into the genes involved in dog coat colour. More than 10 genes that cause specific pigmentation have been described. Some of the most well-known genes are Melanocortin 1 receptor (MC1R),  $\beta$ -defensin 103 (CBD103), Agouti Signaling protein (ASIP) and Tyrosinase-related protein 1 (TYRP1). Information on the genetic determination of colour is important especially for breeders, as crossing of certain phenotypes can result in certain health problems.

The aim of this study was to provide a comprehensive literature review on the genetic determination of coat colour with a focus on the Australian Shepherd breed. The literature review was complemented by an analysis of the breed. Only dogs born in the Czech Republic between 2013 and 2021 were included in the analysis. In total, 6821 dogs were born during the period under study. It turned out that the most common colour of the Australian Shepherd was black with white markings and tan. The representation of the individual colours did not change significantly during the period under study. Approximately 30 non-standardly coloured dogs were born each year.

**Keywords:** Australian Shepherd, exterior, locus, mutation, dog, pigmentation

# Obsah

<b>1 Úvod</b> .....	<b>8</b>
<b>2 Cíl práce</b> .....	<b>9</b>
<b>3 Literární rešerše</b> .....	<b>10</b>
<b>3.1 Plemeno australský ovčák</b> .....	<b>10</b>
3.1.1 Historie .....	10
<b>3.2 Zbarvení australského ovčáka</b> .....	<b>12</b>
3.2.1 Černá.....	12
3.2.2 Červená.....	13
3.2.3 Blue merle.....	14
3.2.4 Red merle.....	15
3.2.5 Bílé znaky .....	15
3.2.6 Pálení .....	16
<b>3.3 Genetická determinace zbarvení psů</b> .....	<b>17</b>
3.3.1 Lokus E.....	18
3.3.2 Lokus K.....	19
3.3.3 Lokus A.....	19
3.3.4 Lokus B.....	21
3.3.5 Lokus M.....	22
3.3.6 Lokus S .....	24
3.3.7 Lokus T.....	25
<b>4 Metodika</b> .....	<b>26</b>
4.1 Analýza dat.....	26
<b>5 Výsledky</b> .....	<b>27</b>
5.1 Souhrnné výsledky sledované populace .....	27
5.2 Nejčastěji vyskytující se zbarvení.....	28
5.3 Rozdíly mezi jednotlivými roky.....	29
5.4 Rozdíly mezi pohlavím .....	30
5.5 Nestandardně zbarvení jedinci .....	33
<b>6 Diskuze</b> .....	<b>35</b>
<b>7 Závěr</b> .....	<b>37</b>
<b>8 Literatura</b> .....	<b>38</b>
<b>9 Samostatné přílohy</b> .....	<b>I</b>
9.1 Zbarvení australského ovčáka .....	I

<b>9.2</b>	<b>Dědičnost barev .....</b>	<b>IV</b>
9.2.1	Černá a červená.....	IV
9.2.2	Double-merle, merle a non-merle .....	VII
9.2.3	Pálení ovlivněné lokusem K.....	X
9.2.4	Pálení ovlivněné lokusem A .....	XIII
<b>9.3</b>	<b>Standard plemene .....</b>	<b>XVI</b>

# 1 Úvod

Pes domácí je fenotypově nejrozmanitější druh savce. Rozdíly ve velikosti mezi psími plemeny, od malé čivavy až po německou dogu, přesahují jakýkoliv jiný druh. Je pozoruhodné, že všechna plemena pocházejí ze stejných předků (Pennisi 2002). V průběhu mnoha tisíců let se ze psa stal celosvětově nejoblíbenější domácí mazlíček s více než 350 uznanými plemeny, která se od sebe odlišují specifickými morfologickými a behaviorálními rysy (Fédération Cynologique Internationale 2022). Morfologickým vlastnostem je věnována větší pozornost, především díky široké škále barevných vzorů, která fascinuje chovatele po mnoho let (Saif et al. 2020).

Barva srsti psů je založena na přítomnosti pigmentu v kůži. Mezi tyto pigmenty patří tmavý pigment eumelanin a světlý pigment pheomelanin (Ito & Wakamatsu 2003). Na produkci těchto pigmentů se podílejí jednotlivé geny, jedním z nich je Melanocortin 1 receptor (MC1R), který je známý také jako lokus E. Další geny modifikují, kolik eumelaninu a pheomelaninu bude produkováno a na kterých místech bude pigment v srsti psa rozmístěn. Jde o geny  $\beta$ -defensin 103 (lokus K) a Agouti Signaling Protein (ASIP), také nazývaný lokus A (Rieder 2009). Několik dalších genů ředí původní barvu pigmentu do světlejších odstínů nebo neprodukuje žádný pigment, díky čemuž vzniká bílá barva (Strain 2004). Rozmanitost barevných vzorů a odstínů srsti, které se u psa domácího vyskytují, jsou tedy výsledkem působení a interakcí mezi těmito geny.

Plemeno australský ovčák, jak již název napovídá, patří mezi ovčácká plemena psů. Je to vynikající pracovní pes, který je velmi učenlivý a má obrovskou ochotu učit se. Byl šlechtěn jako spolehlivý společník pro práci na amerických farmách a rančích. Jedná se o plemeno střední velikosti a střední síly kostry, vždy vypadá pozorně a připraven k práci (Hartnagle-Taylor 2009). V každém plemenném standardu se nachází informace o typu zbarvení srsti, které je pro dané plemeno charakteristické. Australský ovčák má standardem povolené pouze dvě podkladové barvy, a to černou a červenou. Obě podkladové barvy mohou být ve variantě „merle“. A zároveň všechna tato zbarvení se mohou vyskytovat s bílými znaky a s tříslovým pálením, nebo také bez bílých znaků a/nebo bez pálení. Celkově je tedy u australského ovčáka uznáváno 16 variant zbarvení (Fédération Cynologique Internationale 2009).



## 2 Cíl práce

Cílem této práce bylo vytvořit ucelený literární přehled o problematice genetické determinace zbarvení srsti u psů, zejména s důrazem na fenotypy, které se vyskytují u plemene australský ovčák. Literární přehled byl doplněn o analýzu plemene.

První část práce byla zpracována formou literární rešerše, ve které byly shrnuty informace získané z dostupných vědeckých publikací. Ve druhé části práce byl z dat získaných z klubové databáze KCHBO.com a z databáze Aussiesworld.cz vytvořen přehled zastoupení jednotlivých barev u australských ovčáků narozených v letech 2013 až 2021.

## 3 Literární rešerše

### 3.1 Plemeno australský ovčák

Australský ovčák je dobře vyvážený pes střední velikosti a středně silné kostry. Je pozorný a živý, ukazuje sílu a vytrvalost v kombinaci s neobyčejnou hbitostí. Ideální jedinec by měl být harmonicky vyvážený, ať už v klidu nebo v pohybu. Jeho srst by měla být středně dlouhá se zbarvením, které nabízí rozmanitost a jedinečnost každého jedince. Charakteristickým znakem je jeho přirozeně krátký nebo kupírovaný ocas.

Je to inteligentní pracovní pes se silnými ovčáckými a hlídacími instinkty. Je všestranný a snadno cvičitelný. Australský ovčák je intuitivní a byl šlechtěn, aby přemýšlel a byl schopen se sám při práci rozhodovat, pokud toho majitel nebyl schopen. Je velmi oddaný vůči svému majiteli. Avšak může být zdrženlivý a ostražitý vůči cizím lidem, ale neprojevuje plachost nebo bojácnost. Agresivita nebo nespolehlivý temperament jsou nežádoucí vlastnosti (Fédération Cynologique Internationale 2009).

#### 3.1.1 Historie

Ačkoliv toto plemeno nese název „australský“, nepochází australský ovčák z Austrálie. Jeho zemí původu jsou Spojené státy americké.

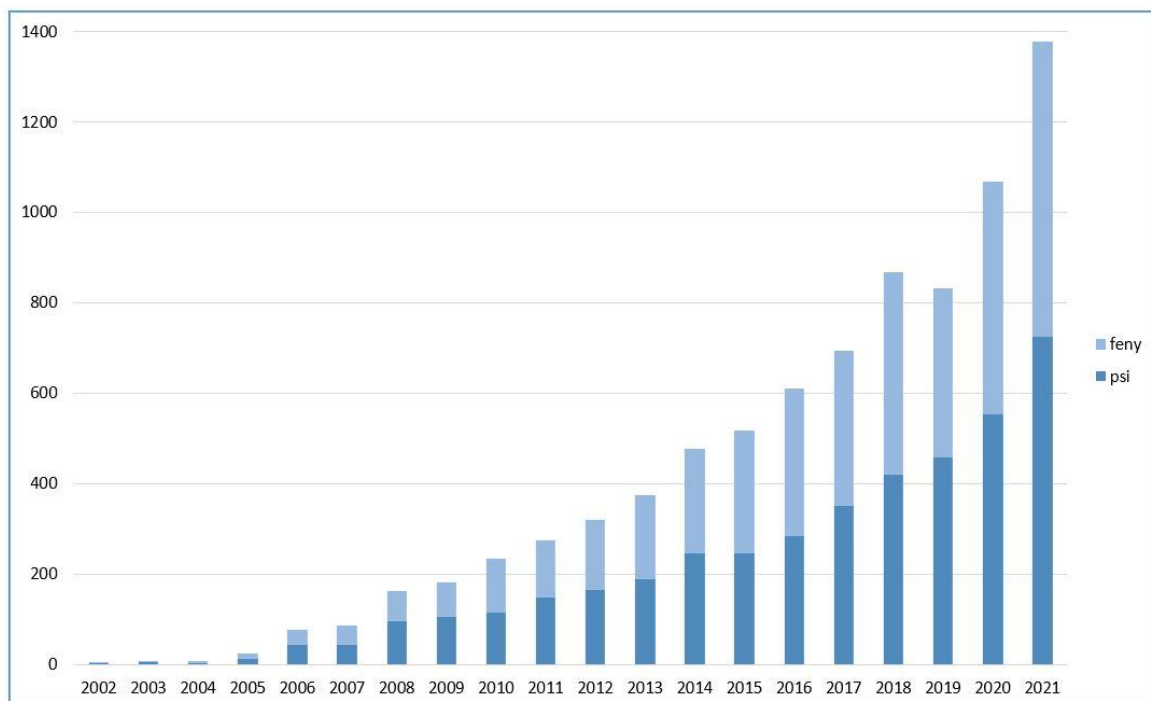
První předkové australských ovčáků se do Spojených států začali dostávat spolu s baskickými pastevcí ovčí koncem 19. století. Španělští Baskové migrovali do Austrálie, protože doufali, že zde seženou práci na velkých ovčích farmách. Brzy však zjistili, že australský způsob chovu ovcí nevyžaduje téměř žádnou manipulaci se zvířaty. Ovce byly celoročně chovány na stálých pastvinách a nebylo nutné je přesouvat mezi zimní a letní pastvou. Práce pastevců a jejich psů zde nebyla až tak požadovaná. Proto Baskové přijali práci na nákladních lodích převážejících ovce do Spojených států, kde se o ně během přepravy starali. Přijížděli do států i se svými ovčáckými psy, kteří pro ně představovali pomocníky v práci se stádem. Malí modří psi se na americkém západě brzy stali velmi populární. A protože se tyto psi dostali do Ameriky na lodích převážejících ovce z Austrálie, začali být nazýváni „australští ovčáci“.

Plemeno se začalo vyvíjet tak, aby vyhovovalo požadavkům chovatelů dobytka. Obvyklá práce psů zahrnovala přemísťování velkých stád ovcí a dobytka z letních pastvin na zimní a zpět. Museli být vytrvalí, odolní a přizpůsobiví, aby zvládli i náročnou práci. Psi vynikali svým ovčáckým a ochránářským instinktem. Dokázali se postavit

beranovi, nebáli se napadení býkem, ale k jehňatům se uměli chovat jemně. Byli mimořádně učenliví a zároveň byli vášnivě oddaní svým majitelům.

Díky své účasti na rodeích, trzích a výstavách hospodářských zvířat, koní i psů, kde předváděli triky a ukázky pasení, začal zájem o plemeno rychle stoupat. V roce 1957 založila skupina chovatelů klub Australian Shepherd Club of America, který o dvacet let později vydal první standard plemene. American Kennel Club plně uznal plemeno až v roce 1993 (Hartnagle-Taylor 2009). Mezinárodní kynologická federace FCI (Fédération Cynologique Internationale) prozatímně uznala plemeno australský ovčák v roce 1996 a od 1. června 2007 je plemeno plně uznáno FCI (KCHBO, z.s. 2008).

Prvním australským ovčákem zapsaným v české Plemenné knize byla červenobílá fena Ch. Vore's Crazy Cassandra, která byla do republiky dovezena v lednu roku 1995. První vrh se narodil v listopadu roku 2002 v chovatelské stanici Puella Fera, feně se zápisovým číslem 4, která byla také zbarvena červeně, avšak měla i měděné pálení a bílé odznaky. Stý australský ovčák byl do Plemenné knihy zapsán v roce 2006 (Hodková 2013). Od té doby popularita plemene velmi rychle stoupala, a jak ukazuje graf 1, oblíbenost tohoto plemene stále stoupá. V lednu roku 2013 Plemenná kniha evidovala 1500 jedinců. Během tří let se tento počet téměř zdvojnásobil. V září roku 2022 bylo v Plemenné knize zapsáno 9500 jedinců (KCHBO, z.s. 2008).



Graf 1: Počet australských ovčáků narozených na území České republiky v letech 2002-2021.

## 3.2 Zbarvení australského ovčáka

Standard plemene (viz příloha) popisuje zbarvení, které nabízí rozmanitost a osobitost. Každý jedinec je unikátní svým zbarvením a odznaky. Povolena zbarvení jsou černá, blue-merle, červená a red-merle. Všechny tyto barvy se mohou vyskytovat s bílými znaky i bez nich. Dále mohou nebo nemusí být s tříslovými odznaky. Všechny barvy jsou výrazné, jasné a syté. Žádný typ zbarvení by neměl mít přednost, pokud je barva v rámci standardu plemene a je pro plemeno charakteristická (Fédération Cynologique Internationale 2009).

Oči australského ovčáka jsou velmi výrazné, ukazující pozornost a inteligenci. Mohou být v jakékoliv kombinaci hnědé, jantarové, modré nebo v kombinaci těchto barev, včetně barevných skvrn a mramorování. Barva očí je ovlivněna zděděnou barvou srsti (Hartnagle-Taylor 2009).

### 3.2.1 Černá

Černá barva by u australského ovčáka měla být černá jako uhlí, bez světlejší podsady a bez jakéhokoliv nádechu.

Černé zbarvení je u australských ovčáků nejčastější (Hartnagle-Taylor 2009). Je to hlavně díky tomu, že černá barva je dominantní nad červenou (Little 1914). To znamená, že černý pes může produkovat černé i červené potomky. Avšak aby černý pes mohl předávat štěňatům červenou barvu, musí sám mít jednu recesivní alelu, která toto zbarvení způsobuje. Recesivní alela se ve fenotypu jedince nijak neprojeví (Schmutz et al. 2002).

Psy s jednou recesivní červenou alelou označujeme jako „černý s red faktorem“. Ti psi, kteří nemají červený faktor, budou vždy produkovat pouze černá štěňata. A to i přesto, že druhý rodič bude červený. Zda černý pes má nebo nemá red faktor lze určit několika způsoby: pokud je jeden z rodičů červeně zbarvený, pokud má červeného potomka, provedením testu DNA nebo testujícím krytím s červeným jedincem (Hartnagle-Taylor 2009).

U jedinců s černým podkladem (černá a blue-merle) jsou okraje očních víček, pysky a nosní houba také pigmentovány do černé barvy (Fédération Cynologique Internationale 2009).



*Obrázek 1: Černě zbarvený australský ovčák.*

### **3.2.2 Červená**

„Červená“ je vědeckou komunitou používána k označení červenavého zbarvení, doprovázeného černým nosem. Zatímco „hnědá“ je geneticky používána k popisu červenohnědé barvy s játrovým nosem, která se objevuje u australských ovčáků. I přesto se u chovatelů zažilo označovat tuto hnědou barvu jako červenou.

Červená barva je hnědočervená. Barva srsti může mít několik různých odstínů, může se různit od docela světlé barvy až po velmi tmavou kaštanovou barvu. Může být sytě jantarová, vínově červená, světle hnědá, mahagonová, kaštanová nebo může mít některý z odstínů rezavé (Hartnagle-Taylor 2009).

Červená barva je recesivní vůči černé (Little 1914). Proto červeně zbarvený pes může předávat geny pouze pro červenou barvu. Křížením dvou červených rodičů vzniknou pouze červená štěňata.

Jedinci s červeným podkladem (červená a red-merle) mají okraje očních víček, pysky a nosní houbu v játrové barvě (Fédération Cynologique Internationale 2009).



*Obrázek 2: Červeně zbarvený australský ovčák.*

### 3.2.3 Blue merle

Působení merle genu náhodně zředí černé oblasti v srsti psa na světlejší. Černě zbarvený pes s merle vzorem je nazýván jako „blue-merle“ (Clark et al. 2006). Vzor merle je u každého jedince individuální.

Blue-merle barva je složena z odstínů bílé, černé, světle modré, stříbrnomodré, ocelově šedé nebo modročerné. Vzor může být i mírně nahnědlý nebo obsahovat načervenalé skvrny. Ale mělo by se jednat především o černé chlupy smíšené s chlupy různých odstínů bílé nebo stříbrné barvy. Toto zbarvení vytváří dojem modré srsti, proto je nazýváno jako blue-merle. Merle fleky mohou být rozmístěné v malých pravidelných skvrnách, ve velkých skvrnách nebo mohou pokrývat téměř celé tělo psa tak, že může na první pohled vypadat jako non-merle. Neexistuje žádná norma, která by předepisovala preferovanou velikost nebo uspořádání skvrn, ani preferovaný zesvětlený odstín. U některých australských ovčáků může být šedivá barva tak zesvětlená, že je téměř nerozeznání od barvy bílé (Hartnagle-Taylor 2009). U mnoha blue-merle psů šedá barva věkem tmavne (Fédération Cynologique Internationale 2009).

Dominantní homozygoti jsou nazýváni jako „double merle“. U těchto jedinců často dochází k depigmentaci, v srsti se nachází zesvětlené nebo bílé skvrny a místa s původním nezředěným pigmentem se objevují v srsti jen zřídka. Někteří jedinci mohou být úplně bílí. Může také docházet ke zrakovým nebo sluchovým postižením (Ballif et al. 2018). Proto se nedoporučuje mezi sebou křížit dva merle jedince.

Klasické merle zbarvení má jednu alelu dominantní a jednu recesivní. Recesivní homozygoti merle vzor nemají (Kaelin & Barsh 2013), nazývají se jako „non-merle“ nebo „solid“.



Obrázek 3: Australský ovčák v barvě blue-merle.

### 3.2.4 Red merle

Červeně zbarvený pes s merle vzorem je nazýván jako „red-merle“ (Clark et al. 2006).

Red-merle je variace základní červené barvy. Někdy se nazývá „skořice a cukr“. Kůže jedince má jantarovou pigmentaci. Barvy mohou být kontrastní i vybledlé. Vzory mohou být nejrůznější od grošovaného základu, výrazných skvrn, mramorované, až k flekatému, kropenatému merlování. Množství barevných kombinací a vzorů umožňují vytvořit v rámci plemene individualitu a zároveň jsou důležitým charakteristickým rysem australského ovčáka (Hartnagle-Taylor 2009).

Jak již bylo napsáno, černá barva je dominantní vůči červené. Tudíž red-merle jedinec předává geny pouze pro červenou barvu a pro merle zbarvení.



Obrázek 4: Australský ovčák v barvě red-merle.

### 3.2.5 Bílé znaky

Každé zbarvení může být buď s nebo bez bílých znaků (Fédération Cynologique Internationale 2009). Bílé znaky jsou u australských ovčáků více než časté. Jedinci bez bílých znaků se vyskytují jen minimálně. Konkrétní rozsah bílých znaků je v rámci populace velmi variabilní. Přijatelné bílé znaky mohou být od malých skvrn na špičkách prstů až po plné lysiny, límce nebo ponožky. Nejčastěji se objevuje takzvaný „irský vzor“, typický například pro kolie (Hartnagle-Taylor 2009).

Standard plemene omezuje množství bílých znaků, které má pes mít. Bílé znaky jsou u australských ovčáků přípustné pouze na krku, na hrudi, na končetinách a na spodní straně tlamy. Bílá také může tvořit lysinku na hlavě, ale neměla by na hlavě převažovat. Oči musí být plně obklopené barevnou srstí s dostatkem pigmentu. Barva může na spodní části těla zasahovat pouze deset centimetrů od vodorovné linie měřené od loktu. Linie růstu bílých chlupů nesmí přesáhnout kohoutek. Výskyt bílých skvrn

v zakázaných místech na těle, tedy mezi kohoutkem a ocasem, na bocích mezi lokty a zadní straně pánevních končetin, je vylučující vadou z chovu (Fédération Cynologique Internationale 2009).

Tato omezení bílé barvy nejsou vytvořena pouze za účelem vzhledu. Australští ovčáci s bílými znaky přesahujícími hranice standardu mohou mít určité zdravotní problémy (Hartnagle-Taylor 2009).



*Obrázek 5: Rozdíl mezi australským ovčákem s minimálními bílými znaky a s rozsáhlými bílými znaky.*

### 3.2.6 Pálení

Každá základní barva může být buďto s měděným pálením nebo bez něj. Pálení se různí od syté tmavé barvy nové mince až po smetanově béžovou. Pálení se běžně vyskytuje na tvářích, nad očima, kde vytváří dojem obočí, na vnitřních stranách končetin, na hrudníku a pod ocasem (Dreger et al. 2013).

Australský ovčák, který má pálení i bílé znaky se nazývá „tricolor“, zkráceně „tri“. Jedinec, u kterého pálení chybí se nazývá „bicolor“, zkráceně „bi“.

Chybějící pálení je způsobeno překrytím celoplášťovou černou barvou. Tato černá barva může být buď dominantní nebo recesivní, záleží na tom, zda je způsobená lokusem A nebo K. Tricolorními rodičům se může narodit bicolorní štěně, ale pouze za předpokladu, že oba nesou vloh pro recesivní celoplášťovou černou barvu, způsobenou lokusem A. Takové případy jsou ale opravdu vzácné. Většina bicolorních jedinců vzniká díky dominantnímu lokusu K (Hartnagle-Taylor 2009).





Obrázek 6: Australský ovčák bez pálení. Obrázek 7: Australský ovčák s výrazným pálením.

### 3.3 Genetická determinace zbarvení psů

Zbarvení u divokých zvířat hraje významnou roli především při výběru partnera, obranné a varovné signalizaci, při maskování před nepřítelem a při komunikaci. Zbarvení je také důležité pro fitness, termoregulaci a imunitu. U domácích zvířat je fenotypová rozmanitost mnohem větší než u jejich divokých předků, hlavně díky záměrnému šlechtění na určitý fenotyp (Vonholdt et al. 2021).

Pes domácí (*Canis lupus familiaris*) byl domestikován přibližně před 10 000 až 12 000 lety (Scott 1968). Domestikace ovlivnila nejen behaviorální a fyziologické vlastnosti psa, ale také vlastnosti morfologické, mezi které se řadí nejen velikost těla, ale i barva, délka a struktura srsti (Trut et al. 2009). Zbarvení srsti bylo pravděpodobně jednou z prvních vlastností, která byla změněna při domestikaci psa (Andersson 2020).

Kůže a barva chlupů u psů jsou ovlivněny přítomností pigmentu melaninu, který je vytvářen v pigmentových buňkách, zvaných melanocyty. Melanocyty produkují dva druhy pigmentu: tmavý eumelanin, který způsobuje černou nebo hnědou barvu a světlý pheomelanin, který způsobuje červenou barvu a její odstíny od žluté až po rezavou (Lin & Fisher 2007). Eumelanin a pheomelanin se liší nejen barvou pigmentu, který produkují, ale i svým vzhledem a biochemickou charakteristikou. Organely produkující pheomelanin jsou kulovité a postrádají vnitřní strukturu, zatímco organely produkující eumelanin jsou spíše eliptické (Barsh 1996). Uspořádání, pozice a typ melaninu jsou u psů regulovány lokusem E, lokusem K a lokusem A (Schmutz et al. 2003).

Barevné vzory jsou ovlivněny i dalšími interagujícími geny. V roce 1957 popsal Little více než 20 různých lokusů ovlivňující barvu srsti a v posledních letech se znalost genetiky zbarvení výrazně zlepšila. Tato práce se zabývá pouze geny, které určují zbarvení u australského ovčáka.

### 3.3.1 Lokus E

E lokus neboli Melanocortin 1 receptor (MC1R) je prvním z genů, který řídí produkci pigmentu eumelaninu nebo pheomelaninu. Gen se nachází na 5. psím chromozomu (Candille et al. 2007).

Ztráta funkce lokusu E (recesivní sestava alel) podporuje produkci pheomelaninu, zatímco získání podporuje tvorbu pigmentu eumelaninu (Schmutz et al. 2003). K projevu černého eumelaninu je zapotřebí pouze jedna dominantní alela E (Newton et al. 2000).

Tento lokus je epistatický vůči lokusům K a A (Schmutz et al. 2003; Wang et al. 2013). To znamená, že pokud se mají ve fenotypu psa projevit i ostatní geny ovlivňující zbarvení, musí genotyp obsahovat alespoň jednu dominantní alelu lokusu E, protože recesivní sestava alel zbarví srst zvířete do žlutých odstínů pigmentu pheomelaninu bez ohledu na genotyp v lokusech K, A a B (Kerns et al. 2007).

Vedle alel E a e existují ještě alely  $E^M$  a  $E^G$ . Alela  $E^M$  je dominantní nad všemi ostatními alelami tohoto lokusu a v srsti psů vytváří charakteristický vzor masky. Maska se může rozpínat přes celou čenichovou partii až k uším (Schmutz et al. 2003). Je ovlivněna pigmentem eumelaninem a může být černá, hnědá nebo šedá (Schmutz & Melekhovets 2012). Aby se tato maska projevila, musí mít pes v genotypu alespoň jednu kopii alely  $E^M$ . Melanistická maska je viditelná pouze u jedinců, kteří jsou žlutí (sobolí) nebo žíhaní díky pigmentu pheomelaninu. V černé a hnědé barvě je maska neodlišitelná od původní srsti (Schmutz & Berryere 2007). Díky alele  $E^G$  vzniká fenotyp „grizzle“, který je typický pro plemeno saluki a fenotyp „domino“ typický pro afghánské chrt. Tato alela je dominantní nad alelami E a e (Dreger & Schmutz 2010).

Většina australských ovčáků má genotyp E/E, v několika liniích se ale vyskytují i jedinci s minimálně jednou alelou  $E^M$ . Pokud má pes pálení, pak může melanistická maska projev pálení zmírnit. Pokud je pes bicolorní, maska u něj není viditelná. Výskyt masky sice není popsán ve standardu plemene, ale v populaci se běžně vyskytuje.



Obrázek 8: Australský ovčák s pravděpodobným genotypem E/E v lokusu E.

Obrázek 9: Australský ovčák s pravděpodobným genotypem  $E^M/-$  v lokusu E.

### 3.3.2 Lokus K

K lokus neboli  $\beta$ -defensin 103 (CBD103) se nachází na 16. psím chromozomu (Kerns et al. 2007). Lokus má tři alely:  $K^B$ ,  $k^{br}$  a  $k^Y$ . Tyto alely mezi sebou mají vztah úplné dominance, kdy alela  $K^B$  je dominantní nad alelami  $k^{br}$  a  $k^Y$  a zároveň je epistatická vůči alelám lokusu A, tedy blokuje jejich projev. Alela  $k^{br}$  je dominantní nad alelou  $k^Y$  (Candille et al. 2007).

Alela  $K^B$  (black) u psa vyvolává produkci eumelaninu, který se projeví jako dominantní černá barva, zatímco alela  $k^Y$  (yellow) vyvolává produkci pheomelaninu. Pokud je alela  $k^Y$  v recesivní sestavě, její fenotypový projev bude řízen genotypem lokusu A. Alela  $k^{br}$  (brindle) je přechodnou alelou mezi alelami  $K^B$  a  $k^Y$ . Neprodukuje jen pigment eumelanin, ale také pheomelanin. Oba typy pigmentu se v srsti psa střídají v pruzích a vzniká tak fenotyp, který se nazývá žíhání.

Alela  $k^Y$  umožňuje působení alel na lokusu A. U alely  $k^{br}$  je zapotřebí funkční lokus agouti (A), aby došlo ke správné expresi fenotypů. Zatímco alela  $K^B$  úplně blokuje projev lokusu A (Kerns et al. 2007).

Lokus K je rozhodující při určování, zda je australský ovčák tricolorní nebo bicolorní (Hartnagle-Taylor 2009). Pokud pes ve svém genotypu má minimálně jednu dominantní alelu  $K^B$ , měděné pálení se u něj neprojeví (Kerns et al. 2007).

### 3.3.3 Lokus A

Pálené znaky u australského ovčáka jsou způsobeny genem zvaným Agouti Signaling protein (ASIP) neboli lokusem A, který reguluje produkci pheomelaninu. Tento pigment zbarvuje srst do barev jako je krémová, žlutá a rezavá (Schmutz & Dreger 2014).

Alely tohoto lokusu spojené s produkcí pheomelaninu jsou dominantní nad alelami spojenými s produkcí eumelaninu (Bultman et al. 1992). Lokus A má 4 alely:  $A^Y$  (yellow),  $a^w$  (wild),  $a^t$  (tan) a recesivní alelu „a“, alely jsou seřazené podle dominance (Schmutz & Berryere 2007).

Ztráta funkce genu A (recesivní sestava alel) podporuje produkci eumelaninu, zatímco získání funkce lokusu A podporuje tvorbu pigmentu pheomelaninu. (Schmutz et al. 2003).

Psi s alelou  $A^Y$  vypadají nažloutle až načervenalé. Žluté chlupy mohou mít na koncích tmavé zakončení. Většinou se tyto tmavší chlupy objevují na hřbetní části. Ventrální

oblast je typicky krémová až žlutohnědá. Tomuto zbarvení se říká „sobolí“ a je standardní například pro border kolie. Tato sobolí barva  $A^Y$ , je dominantní vůči alele  $a^t$ , která je u australských ovčáků požadována (Schmutz & Dreger 2014).

U většiny australských ovčáků byl sobolí gen vyloučen z chovu díky selekci. Ojediněle se chovateli může štěně v sobolí barvě narodit. Žlutá srst pheomelaninu nedovoluje, aby se u merle jedince ukázalo merle zbarvení i ve fenotypu. Pokud je takový jedinec spojen s dalším merle psem, může u štěňat dojít k vybělení pigmentu, proto se původní chovatelé a farmáři snažili takové jedince nepouštět do chovu a toto zbarvení ani nezapsat do standardu. Sobolí štěně se nemůže narodit jedincům s pálením (Hartnagle-Taylor 2009).

Alela  $a^t$  je zodpovědná za projev měděného pálení v srsti psa. Pálený jedinec produkuje tmavý pigment eumelanin na hřbetní části psa, zatímco hrud', distální části končetin, malé tečky nad každým okem (takzvané „obočí“), části kolem tlamy a řitního otvoru, jsou obarvovány pigmentem pheomelaninem (Little 1958). Alela  $a^t$  je recesivní vůči sobolí alele  $A^Y$ , to znamená, že pokud jedinec ve svém genotypu má dvojici alel  $A^Y/a^t$ , ve fenotypu se vždy projeví alela dominantnější, tedy  $A^Y$  a jedinec bude mít sobolí barvu. Zároveň je alela  $a^t$  dominantní vůči alele  $a$ . Aby se pálení ve fenotypu projevilo, je tedy zapotřebí mít homozygotní sestavu alely  $a^t$  nebo dvojici alel  $a^t/a$  (Dreger et al. 2013). Rozdíl je pouze v tom, že jedinec s alelami  $a^t/a$  přenáší alelu pro recesivní černou, kterou může předat svým potomkům a produkovat tak štěňata bez pálení.

Fenotyp sedlového pálení, které se vyskytuje například u velšteriérů, je předchůdcem pálení vyskytujícího se u australských ovčáků. Genotypově se tyto varianty pálení neodlišují (Dreger et al. 2013). Sedlové pálení je fenotypově velmi podobné, avšak oblasti s pheomelaninem zasahují až na ramena a kyčle a pokrývají celou hlavu. Eumelaninová pigmentace je omezena pouze na oblast ve tvaru sedla na hřbetní ploše (Berryere et al. 2005).

Většina australských ovčáků má dvě kopie alely  $a^t$ . V populaci se dvoubarevní jedinci (bez pálení) vyskytují jen zřídka.

Chybějící pálení může být buďto dominantní znak, způsobený lokusem K, nebo recesivní, způsobený lokusem A. Záleží na tom, zda má pes podkladovou barvu dominantní nebo recesivní. Většina bicolorů získává svou dvoubarevnost díky dominantní alele  $K^B$ . Australští ovčáci, kteří jsou dvojbarevní díky recesivní alele  $a$ , jsou velmi vzácní (Hartnagle-Taylor 2009). Ale je velmi pravděpodobné, že i přesto se vyskytují (Kerns et al. 2004).

Zřídka se v populaci objeví i žíhané pálení. Na místech, kde se pálení běžně vyskytuje, není pouze pigment pheomelanin, ale i eumelanin. Oba typy pigmentu se střídají v nepravidelných pružích. Aby žíhané pálení vzniklo, musí daný jedinec vlastnit alelu pro žíhání  $k^{br}$  a zároveň alelu pro pálení  $a^t$ . Genotyp v lokusu A určuje, na kterých místech v srsti dojde k projevu žíhaných znaků (Berryere et al. 2005).

### 3.3.4 Lokus B

Lokus B neboli Tyrosinase-related protein 1 (TYRP1) je protein, který působí v melanocytech a podílí se na produkci černého nebo hnědého pigmentu. Tento gen ovlivňuje pouze pigment eumelanin, pheomelanin zůstává nedotčený (Schmutz et al. 2002).

Ačkoliv se hnědému zbarvení u australských ovčáků říká „červená“, geneticky toto zbarvení ovlivňuje lokus B (Brown) (Schmutz et al. 2002).

Dominantní alela **B** tohoto genu způsobuje černé zbarvení. Recesivní alela **b** způsobí, že je pigment eumelanin zbarvený do hnědé barvy a tento jedinec nemůže tvořit žádný černý pigment. Dominantní homozygot je fenotypově černý a jeho potomci nemohou být hnědě zbarvení. Pes s genotypem **B/b** bude černý, ale zároveň bude přenašečem hnědé barvy, s možností plodit hnědé potomky. Obě varianty jsou od sebe fenotypově neodlišitelné. Recesivní sestava **b/b** změní barvu srsti, nosní houby, pysků a okrajů očí z černé na hnědou. Hnědí jedinci mohou produkovat pouze hnědá štěňata (Schmutz & Berryere 2007).

Existují 3 druhy recesivních hnědých alel:  $b^s$ ,  $b^d$  a  $b^c$  (Schmutz et al. 2002). Odstíny hnědé barvy se u jednotlivých psů odlišují, neexistuje však žádný konzistentní odstín spojený s konkrétním genotypem (Schmutz & Berryere 2007).

Studie z roku 2017 (Turnova et al.) popisuje novou mutaci genu TYRP1 objevenou v jedné linii australského ovčáka, kde se matce s genotypem **B/B** narodila dvě hnědá štěňata. U dalších 30 testovaných nepříbuzných jedinců však tato mutace rozpoznána nebyla. O rok později se stejná mutace (TYRP1:c555T>G) objevila u dalšího jedince, nepříbuzného na předešlou linii a u jednoho miniaturního amerického ovčáka. Bylo zjištěno, že tato mutace v kombinaci s alelou  $b^s$  způsobuje neočekávané hnědé zbarvení (Jancuskova et al. 2018).

Kromě hnědé zbarvení srsti, určuje gen TYRP1 také barvu nosní houby, pysků a polštářků. Hnědý pes bude mít nosní houbu, pysky i polštářky zbarvené ve stejném odstínu jako srst (Schmutz & Melekhovets 2012).

### 3.3.5 Lokus M

Merle je velmi zajímavá barva srsti vyznačující se skvrnami zředěného pigmentu rozptýlenými mezi oblastmi s normální pigmentací (Clark et al. 2006). Merle vzor je uspořádán do roztrhaných, náhodně rozmístěných skvrn různých velikostí a tvoří v srsti psa jakousi mozaiku. Merle gen primárně ovlivňuje pigment eumelanin (Ballif et al. 2018). Merle gen ovlivňuje i zbarvení očí. Jedinci s touto barvou mohou mít modré oči nebo se u nich může vyskytovat heterochromie (Little 1958).

Merle je neúplně dominantní znak. To znamená, že v případě heterozygotního genotypu dochází ke smíšené expresi obou alel. Za merle zbarvení je zodpovědná SINE inserce, což je mutace v genu SILV (starší název tohoto genu je Pmel 17). Gen má název odvozený od slova „silver“ (Clark et al. 2006) a nachází se na 10. psím chromozomu (Hédan et al. 2006).

Dříve se předpokládalo, že lokus M může mít jenom dvě alely, dominantní alelu **M** a recesivní **m**. Dominantní alela **M** způsobuje merle zbarvení, zatímco genotyp s dvojicí recesivních alel nebude ve svém fenotypu vykazovat žádné známky merle (Kaelin & Barsh 2013). Dominantní homozygoti mívají vybělený pigment, někdy jsou i úplně bílí a často vykazují sluchové i zrakové problémy. Proto je v evropských zemích páření dvou merle jedinců zakázáno (Hédan et al. 2006).

Později výzkum Ballif et al. (2018) odhalil další typy merle alel na základě korelace mezi genotypem a fenotypem. Alely byly rozdělené do více skupin, než jen „merle“ a „non-merle“. Skupiny se rozlišují podle délky poly-A ocasu. První z nich je Non-merle, kdy pes nevykazuje žádné znaky merlování. Další skupinou je Kryptické merle, kdy barva psa vypadá jako non-merle, avšak v srsti se mohou vyskytovat nepatrné merle skvrny nebo jemné barevné anomálie. Atypické merle ve většině případů ředí klasickou barvu srsti do světlejších nebo načervenalých odstínů. Klasické merle, jak už název napovídá, ukazuje klasické merlování s velkým množstvím vzorování. Poslední skupinou je pak Merle harlekýn, kdy se skvrny zbarvují do více odstínů stejných nebo různých barev a zředěný pigment bývá bělejší nebo naopak tmavší.

Ve stejném roce studie Langevin et al. (2018) rozdělila alely merle genu na celkem 7 jednotlivých typů: **m**, **M<sup>c</sup>**, **M<sup>ct</sup>**, **M<sup>a</sup>**, **M<sup>at</sup>**, **M** a **M<sup>h</sup>**. Kdy alely **m**, **M<sup>c</sup>** a **M<sup>ct</sup>** se fenotypově

projevují bez merle vzoru. U jedinců s genotypem **m/M<sup>c+</sup>** bývá černá nebo červená štěněcí srst světlejší, mírně připomínají nestandardní zředěnou barvu, věkem psa pak srst tmavne. Alela **M<sup>a</sup>** se také projevuje bez merle vzoru, avšak černá srst bývá zbarvená do hnědších odstínů. V srsti psů **M<sup>at</sup>** se už začíná objevovat mírný náznak merle vzoru. **M** je klasický merle vzor a alela **M<sup>h</sup>** je popisována stejně jako harlekýn.

Jelikož každý jedinec vlastní 2 alely tohoto genu, vzniká tak celkem 28 možných kombinací, kdy každá kombinace má svůj typický projev na srsti zvířete (viz příloha). Z toho 14 kombinací může vybělit pigment až do bílé barvy. **M<sup>h</sup>** může vybělit pigment i v kombinaci s alelou **m**.

Fenotypově se kombinace alel **m/M<sup>c</sup>**, **m/M<sup>c+</sup>** a **m/M<sup>a</sup>** projevují jako non-merle. Problémem jsou hlavně alely **M<sup>c+</sup>** a **M<sup>a</sup>**, protože pokud se zkombinují s merle alelou **M**, může dojít k vybělení pigmentu. Délka poly-A ocasu alely **M<sup>c</sup>** je natolik krátká, že se chová jako non-merle.

Alela **M<sup>h</sup>** má tři různé fenotypy. Prvním z nich je „minimal merle“, kdy je velká část vzoru zbarvená jako non-merle. Merle vzor se potom objevuje pouze na okrajových částech barvy nebo je vybělen až do bílé, a tudíž k nerozpoznání od opravdových bílých znaků. Další, klasický harlekýnový vzor se projevuje tím, že skvrny se zředěným pigmentem bývají více vybělené a můžou se v srsti objevit i skvrny s jiným odstínem. Poslední skupina má fenotypový projev stejný jako alela **M**, avšak takoví psi jsou schopni produkovat i potomky s fenotypy „minimal merle“ a harlekýn.

Už dlouho je známo, že homozygotní merle jedinci mohou mít vyšší riziko poškození sluchu a zraku ve srovnání s ostatními jedinci. Nejedná se pouze o jedince s genotypem **M/M**, ale také o jedince s heterozygotními genotypy v kombinaci s alelou **M<sup>h</sup>**.

Jaké kombinace jsou tedy bezpečné? Většina z nich je považována za bezpečné. Obecně je potřeba se vyvarovat páření, kdy oba rodiče nesou plný merle gen (alelu **M** nebo **M<sup>h</sup>**), protože potom se s největší pravděpodobností každé čtvrté štěně narodí s vyběleným pigmentem. U kombinace **M/M<sup>a</sup>**, stejně jako u některých dalších, může docházet k menšímu riziku vybělení pigmentu než u předešlých kombinací.

Alela **M<sup>h</sup>** je u australských ovčáků velice běžná. Testování na relativní četnost alel ukázalo, že nejvíce zastoupené alely v testované populaci australského ovčáka byly alely **m** a **M<sup>h</sup>**, obě tyto alely vlastnilo 60 % testovaných psů. Druhou nejčastější alelou byla alela **M<sup>c</sup>** s výskytem u 45 % populace (Langevin et al. 2018).

	m	M <sup>c</sup>	M <sup>c+</sup>	M <sup>a</sup>	M <sup>a+</sup>	M	M <sup>h</sup>
m	bez rizika	bez rizika	bez rizika	bez rizika	bez rizika	bez rizika	malé riziko
M <sup>c</sup>	bez rizika	bez rizika	bez rizika	bez rizika	bez rizika	bez rizika	střední riziko
M <sup>c+</sup>	bez rizika	bez rizika	bez rizika	bez rizika	malé riziko	malé riziko	velké riziko
M <sup>a</sup>	bez rizika	bez rizika	bez rizika	bez rizika	malé riziko	střední riziko	velké riziko
M <sup>a+</sup>	bez rizika	bez rizika	malé riziko	malé riziko	střední riziko	velké riziko	velké riziko
M	bez rizika	bez rizika	malé riziko	střední riziko	velké riziko	velké riziko	velké riziko
M <sup>h</sup>	malé riziko	střední riziko	velké riziko	velké riziko	velké riziko	velké riziko	velké riziko

Tabulka 1: Kombinace merle alel a riziko výběření pigmentu (Upraveno podle Langevin et al. 2018).

### 3.3.6 Lokus S

S (spotting) lokus je u psů hlavním lokusem, který má za následek bílé skvrny v srsti. Tento lokus tedy ovlivňuje rozložení pigmentových oblastí a oblastí bez pigmentu (bílých oblastí) (Baranowska Körberg et al. 2014). Za bílé znaky u psů je zodpovědný gen MITF (Saif et al. 2020).

Bílé znaky se objevují v místech, kde pigmentové buňky neprodukují žádný pigment. Chybějící pigment na nosní houbě způsobí u daného jedince růžový nos a chybějící pigment v očích má za následek modrou barvu očí (Saif et al. 2020).

Rozložení bílých znaků na těle psa záleží na čtyřech různých alelách tohoto lokusu. Pes s dominantní alelou **S** většinou nemá žádné bílé znaky, ale malé odznaky se mohou i tak ukázat na tlapkách nebo hrudníku. Další alela **S<sup>i</sup>** způsobuje takzvaný irský vzor. Pro tento vzor jsou typické bílé znaky na břicho, okolo celého krku, na ventrální straně končetin, na špičce ocasu a kolem čenichu. Může také vytvářet bílou lysinku na hlavě. Rozsah nepigmentovaných oblastí se může u každého jedince výrazně lišit. Alela **S<sup>p</sup>** způsobuje náhodné bílé skvrny v srsti psa, tato skvrnitost se nazývá „piebald“ a je typická například pro plemeno bígl. Poslední alela **s<sup>w</sup>** je spojena s extrémními bílými znaky. Pes je v podstatě celý bílý, ale obvykle má na hlavě nebo u kořenu ocasu alespoň nějakou barvu (Schmutz et al. 2009).

Genotyp **S/s<sup>w</sup>** způsobuje takzvaný pseudo-irský vzor, který je od irského vzoru s genotypem **S<sup>i</sup>/S<sup>i</sup>** fenotypově neodlišitelný (Baranowska Körberg et al. 2014).

Existují plemena psů, u kterých je extrémní bílá skvrnitost žádoucí, například plemeno foxteriér nebo argentinská doga. Standard australského ovčáka striktně vymezuje místa, na kterých se bílá barva nesmí vyskytovat. Proto alely **S<sup>p</sup>** a **s<sup>w</sup>** nejsou v genotypu



žádoucí, ale i přesto se v populaci vyskytují. Jedná se o takzvané bílé přenašeče, kteří mají barvu dle standardu, ale produkují potomky s nadměrnou bílou barvou.

Více bílé barvy znamená více problémů. Bílá barva na uchu a kolem ucha bývá většinou spojena s hluchotou. Hluchota je způsobena nedostatkem pigmentu ve vnitřním uchu. Bílá barva na uších nebo v jejich blízkosti může být indikátorem toho, že ve vnitřním uchu chybí pigment. Pigmentové buňky jsou nutné pro normální vývoj vnitřního ucha (Barsh 2007), proto psi s rozsáhlými bílými znaky vykazují zvýšené riziko vrozené hluchoty (Kaelin & Barsh 2013).

Potomci dvou merle rodičů, kteří zdělili dvě dominantní kopie merle genu, mají téměř vždy vady sluchu a zraku. Bílé znaky u nich často přesahují hranice standardu. Avšak zdá se, že genotyp lokusu S má pouze minimální dopad, pokud vůbec nějaký má, na zdravotní problémy způsobené merle genem (Langevin et al. 2018).

### 3.3.7 Lokus T

Lokus T způsobuje pihaté tečkování v bílých chlupcích. Malé svazky pigmentových chlupců vytváří pihy, které se objevují pouze na místech, kde chlupy žádný pigment nemají (jsou bílé). Tečkování není při narození viditelné. Skvrny se začínají objevovat v prvních týdnech života a nejčastěji se dají najít na tlamě a předních končetinách (Little 1958).

Skvrny mohou být jakkoliv veliké, od malých pih přes větší šmouhy až po velké a kulaté skvrny (Brancaion et al. 2021). Všechny velikosti jsou uznávány plemenným standardem.

Alely způsobující skvrnitost v bílých znacích jsou dominantní nad divokými alelami, u kterých se tyto pihy nevyskytují (Kaelin & Barsh 2013). Lokus T má tři alely:  $T^R$ ,  $T$  a  $t$ . Alela  $T^R$  (roan) vytváří velmi výrazné tečkování po celém těle psa, toto zbarvení se vyskytuje například u australského honáckého psa. Alela  $T^R$  je dominantní nad ostatními alelami lokusu T. Méně intenzivní tečkování, které se objevuje hlavně na čenichu a na tlapách způsobuje alela  $T$ , tento fenotyp je typický pro plemeno velšspringrspaněl, ale vyskytuje se i u australského ovčáka. Recesivní alela  $t$  nevytváří žádné tečkování, bílá srst zůstává bílou. Alely mají mezi sebou vztah neúplné dominance (Brancaion et al. 2021).

## 4 Metodika

### 4.1 Analýza dat

Analýza dat byla provedena v rámci populace plemene australský ovčák. Do analýzy byli započtení pouze jedinci s Průkazem původu FCI, kteří se narodili na území České republiky v letech 2013 až 2021. Data k provedení analýzy byla získána z Plemenné knihy dostupné na webových stránkách Klubu Chovatelů Belgických ovčáků (KCHBO, zs.), z genealogické databáze tohoto klubu (<http://kchbo.com/genealogie/>), ve které se u každého jedince mimo jiné zobrazuje i zbarvení zapisované do Průkazu původu, a pak také z databáze Aussies World (<http://www.aussiesworld.cz/>).

Shromážděná data byla analyzována a graficky zpracována v programu Microsoft Excel, verze 2211. Cílem bylo zjistit, jaké zbarvení se v rámci sledovaného období vyskytovalo nejvíce. Dále, jak se zastoupení jednotlivých barev měnilo vzhledem k uplynulým rokům a pohlaví. A v poslední řadě se analýza zabývala nestandardně zbarvenými jedinci.

## 5 Výsledky

### 5.1 Souhrnné výsledky sledované populace

První vrh australských ovčáků v České republice se narodil v roce 2002 a od té doby počet vrhů každý rok rapidně stoupá (kromě roku 2019, jak lze vidět v tabulce 2). Od roku 2013 se každý rok rodí více než 50 vrhů. V roce 2017 byl počet vrhů vůči roku 2013 dvojnásobný a v roce 2021 byl tento počet téměř čtyřnásobný.

Ve sledovaném období se dohromady narodilo 6821 štěňat v celkem 1020 vrzích, z toho bylo 256 jedinců nestandardně zbarvených. Počet narozených psů a fen byl poměrně vyrovnaný, psů se narodilo o 2 % více než fen. Průměrný počet štěňat v jednom vrhu činil 6,7.

Roky 2014 a 2020 naznačují, že výskyt nestandardního zbarvení není spojený s počtem narozených štěňat. Maximální počet nestandardně narozených štěňat v jednom vrhu byl 7, všechna štěňata byla nestandardní kvůli nadměrné bílé barvě. Tento vrh se narodil v roce 2019 a štěňata se standardním zbarvením byla pouze 3.

	počet vrhů	počet štěňat	průměrný počet štěňat ve vrhu	počet psů	počet fen	nestandardní zbarvení
2013	53	375	7,1	189	186	20
2014	68	477	7,0	247	230	39
2015	77	518	6,7	247	271	20
2016	97	611	6,3	285	326	30
2017	106	695	6,6	350	345	28
2018	134	868	6,5	421	447	23
2019	120	832	6,9	458	374	41
2020	163	1068	6,6	554	514	21
2021	202	1377	6,8	725	652	34

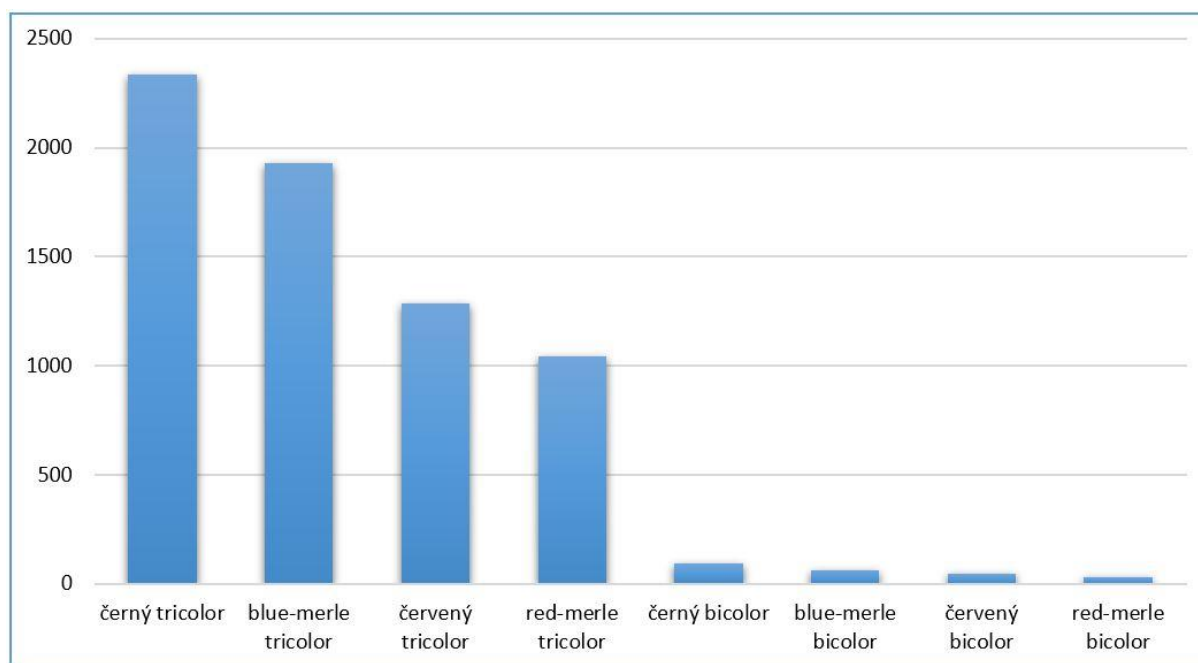
Tabulka 2: Souhrnný přehled narozených jedinců.

## 5.2 Nejčastěji vyskytující se zbarvení

Nejčetnější barvou ve sledované populaci byla černá s bílými znaky a pálením. Jedinců se zbarvením černý tricolor se narodilo celkem 2334, což činí 34,2 % z celé populace. Štěňat ve zbarvení blue-merle s bílými znaky a pálením se narodilo 1928 (28,3 %), červených s bílými znaky a pálením bylo 1287 (18,9 %) a red-merle s bílými znaky a pálením 1042 (15,3 %).

Jak ukazuje graf 2, zbarvení bez měděného pálení se vyskytuje jen vzácně. Celkově se jedinců bez pálení narodilo 233, tedy 3,4 % z celé populace. Černých s bílými znaky bylo 92 (1,3 %), blue-merle jedinců s bílými znaky se narodilo 62 (0,9 %) červených s bílými znaky 47 (0,7 %) a nejméně bylo štěňat ve zbarvení red-merle s bílými znaky, takových se za sledované období narodilo pouze 32 (0,5 %).

Průměrně se v jednom vrhu narodilo 0,2 štěňat bez pálení, v rámci všech vrhů. Pokud bychom počítali pouze s vrhy, kde se alespoň jedno bicolorní štěně narodilo, potom by se tento průměr zvýšil na 3,9. Nejvíce se v rámci jednoho vrhu narodilo 9 štěňat bez pálení.

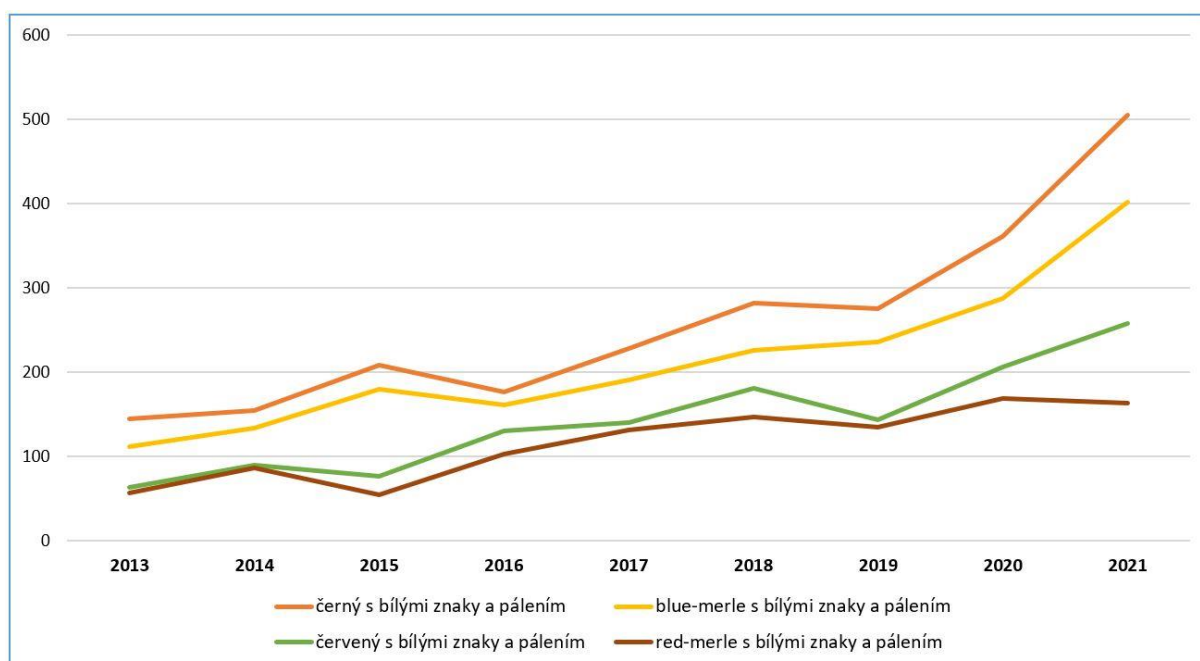


Graf 2: Zastoupení jednotlivých zbarvení.

### 5.3 Rozdíly mezi jednotlivými roky

Jak je patrné z grafu 3, rozdíly mezi čtyřmi nejpočetnějšími barvami (tedy černé s bílými znaky a pálením, blue-merle s bílými znaky a pálením, červené s bílými znaky a pálením a red-merle s bílými znaky a pálením) se v průběhu let nijak výrazně neměnily. Zastoupení barev vzrůstalo spolu s rostoucí populací.

V roce 2016 byl poměr barev mezi narozenými jedinci nejvyváženější. Naopak v roce 2021 byl tento poměr nejméně vyrovnaný, převážně z důvodu rychlého vzrůstu populace, která se v letech 2020 i 2021 zvýšila o 28 %.



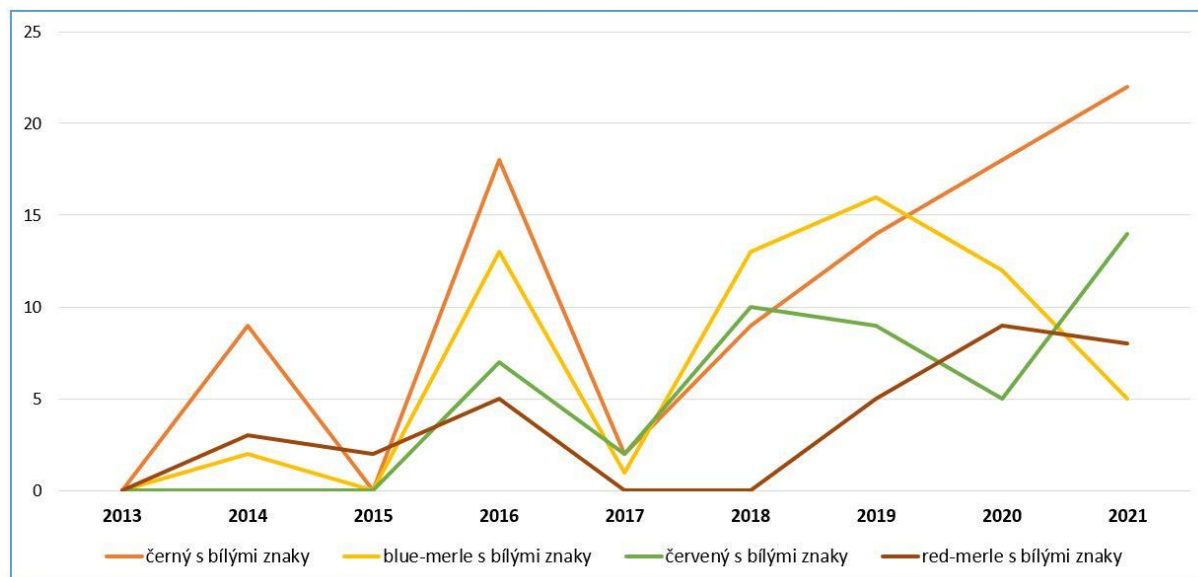
Graf 3: Počty narozených tricolorních jedinců v rámci sledovaného období.

Jak již bylo zmíněno, bicolorně zbarvených jedinců se nerodí mnoho. Například v roce 2013 se žádný bicolorní jedinec na území České republiky nenarodil. Počet narozených jedinců bez pálených znaků za sledované období znázorňuje graf 4.

Nejvíce bicolorních jedinců se narodilo v roce 2021, a to 49. Avšak v roce 2016 se narodilo nejvíce bicolorních jedinců v poměru k jedincům tricolorním. Tento poměr byl přibližně 1:13, zatímco v roce 2021 byl poměr jedinců bez pálení ku jedincům s pálením 1:27. Naopak nejnižší byl tento poměr v roce 2015, kdy se narodili pouze dva bicolorní jedinci v jednom vrhu. Poměr byl 1:258.

V roce 2020 a 2021 se uskutečnilo nejvíce vrhů, ve kterých se mohli bicolorní jedinci narodit. V obou rocích se takových vrhů narodilo 14. V roce 2020 se jednalo o 8,6 %

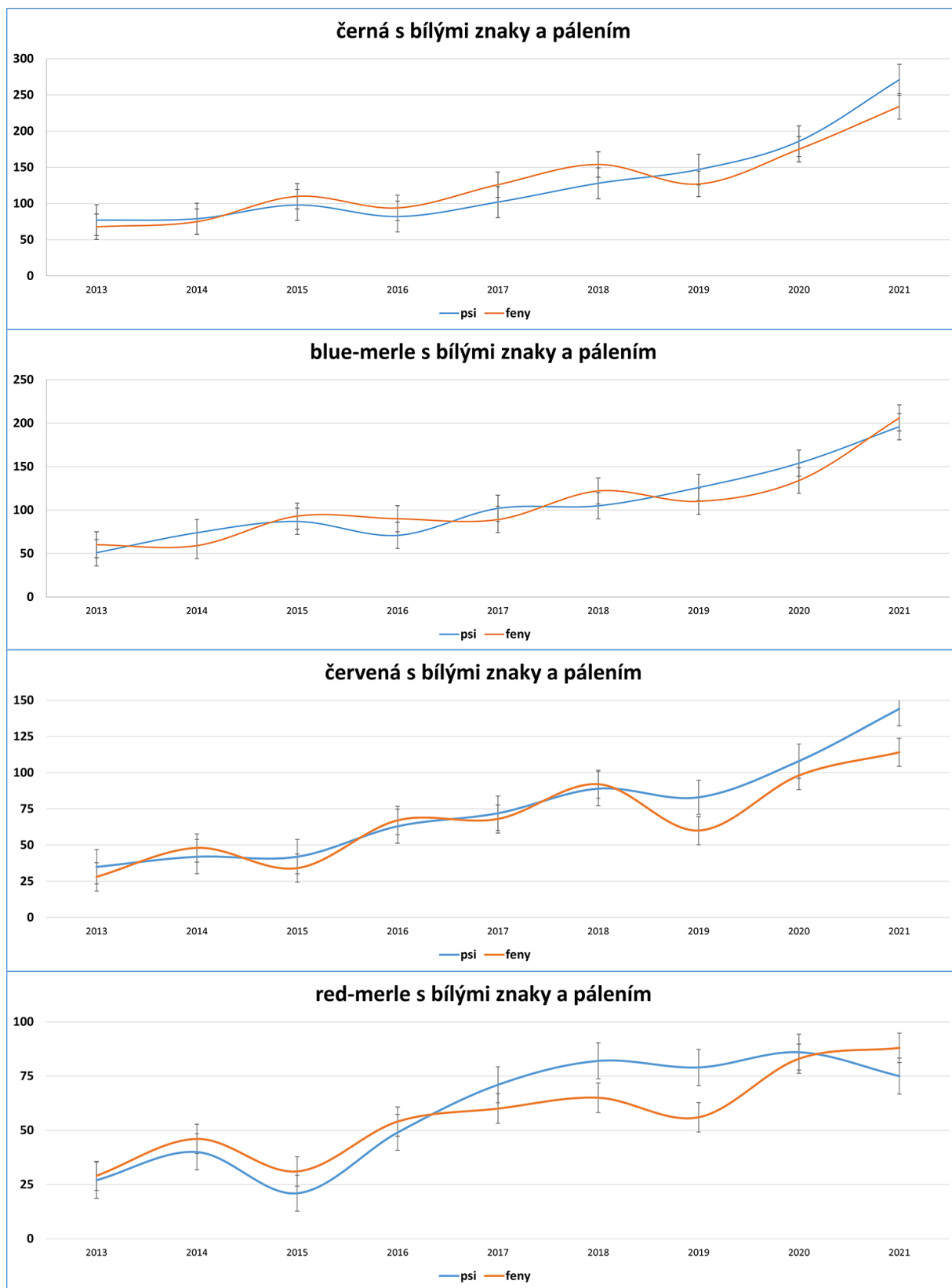
ze všech vrhů narozených tento rok a v roce 2021 o 6,9 %. V roce 2016 byl tento procentuální poměr ze všech roků nejvyšší, bicolorních vrhů bylo 9, což je 9,3 %. Nejmenší procentuální poměr byl zase v roce 2015, ale stejný poměr 1,3 % vyšel i v roce 2017. V roce 2019 se uskutečnily dva vrhy, u kterých byla 50% pravděpodobnost, že se zde narodí jedinec bez pálení, ale žádné takto zbarvené štěně se zde nakonec nenarodilo. V roce 2014 a i v roce 2021 se uskutečnil jeden takový vrh.



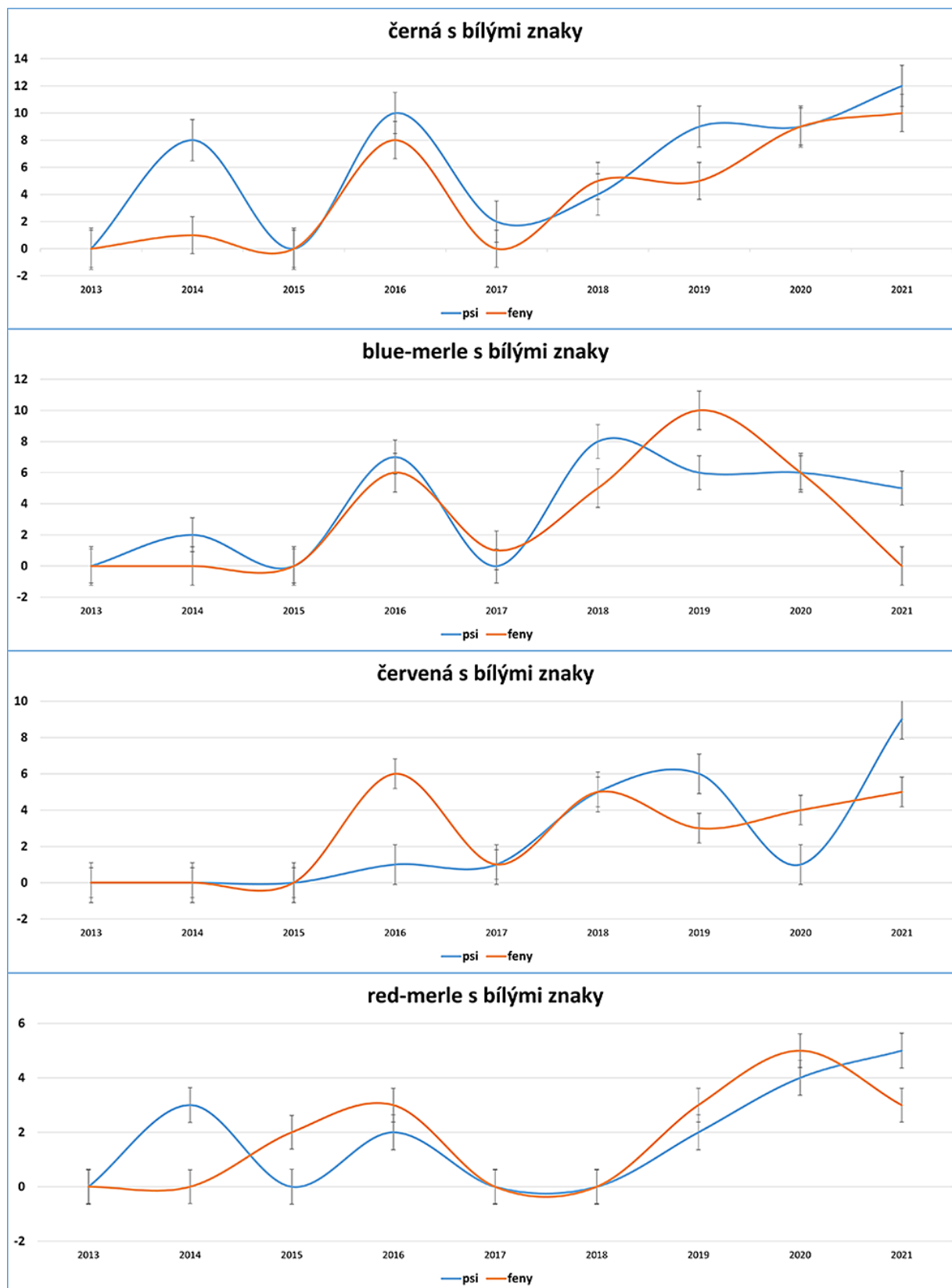
Graf 4: Počty narozených bicolorních jedinců v rámci sledovaného období.

## 5.4 Rozdíly mezi pohlavím

V rámci sledovaného období se neobjevily žádné výrazné rozdíly ve zbarvení ke vztahu k pohlaví. Grafy 5 a 6 ukazují, jak se v průběhu let měnil poměr pohlaví v jednotlivých barevných kombinacích.



Graf 5: Rozdíly mezi pohlavím u tricolorních zbarvení.



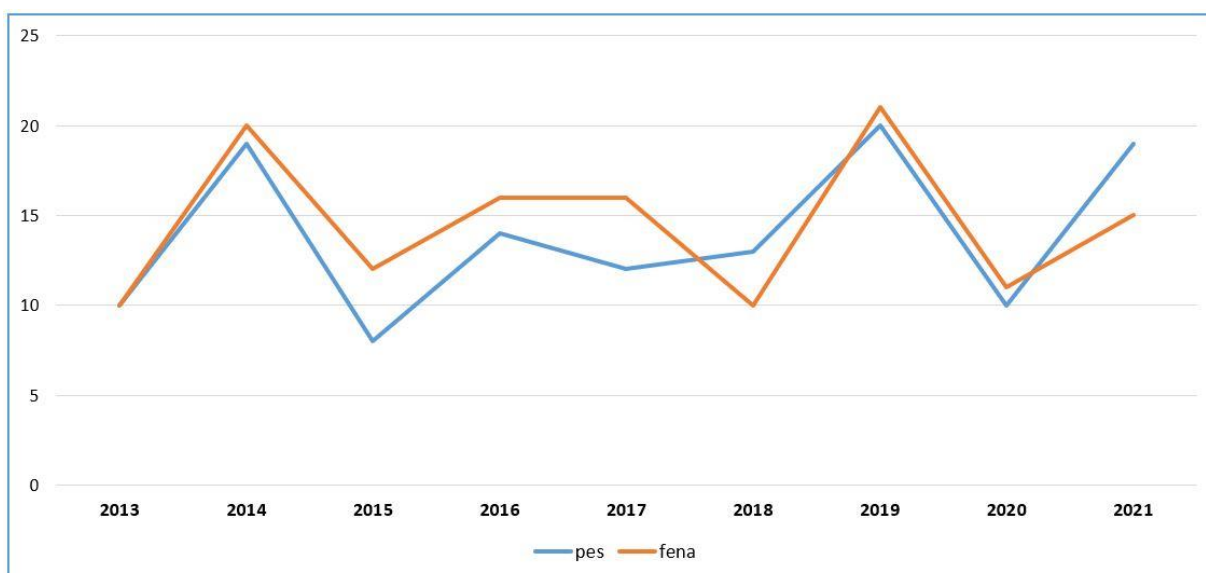
Graf 6: Rozdíly mezi pohlavím u bicolorních zbarvení.



## 5.5 Nestandardně zbarvení jedinci

Barevně nestandardních štěňat se narodilo celkem 256. Všichni jedinci byli nestandardní z důvodu nadměrných bílých znaků přesahujících hranici standardu. Nestandardních psů se narodilo 125 a fen 131. Průměrný počet narozených nestandardních jedinců za rok byl 28,4 (z toho 13,9 psů a 14,6 fen). Graf 7 znázorňuje počty nestandardně zbarvených jedinců za sledované roky.

Nejvíce nestandardních štěňat se narodilo v roce 2019, kdy se takto zbarvených jedinců narodilo 41. Nejméně nestandardních jedinců se narodilo v letech 2013 a 2015, v obou případech to bylo 20 příliš bílých štěňat. Nejvíce nestandardních jedinců vzhledem k celé populaci se narodilo v roce 2014, bylo to 8,2 % a naopak nejméně to byla pouze 2 % v roce 2020. Nejvíce vrhů, kde se narodil alespoň jeden nestandardní jedinec, se také uskutečnilo v roce 2014. Jednalo se o 26 vrhů, ve kterých se narodilo celkem 39 nestandardních štěňat.



Graf 7: Počty nestandardně zbarvených jedinců narozených v rámci sledovaného období.

Největším producentem nestandardně zbarvených štěňat byl chovný pes „Carson Medvědí Tlapa“ a mezi fenami vedla „Prosto Chudo Ultramarine Star“. Další velké producenty nestandardně zbarvených štěňat ukazují tabulky 3 a 4.

	Počet nestandardních štěňat	Počet vrhů, ve kterých se narodilo nestandardní štěně	Celkový počet vrhů
Carson Medvědí Tlapa	11	7	15
Bombastic Amazonka	8	4	7
Triplemoon Hot Apple Cider	8	4	10
Dailo's Boogiewoogie	7	1	1
Key To My Heart Puella Fera	6	4	5
Diego Šťastný Koutek	6	3	8
Just What I Needed Carcassonne Tolugo	6	3	9
Lenny Puella Fera	6	2	2
Esquire Carcassonne Tolugo	5	4	7
Polar Express Great Lady	5	4	8
Malteco Cofi Capito	5	2	5

Tabulka 3: Přehled plemenů, kteří produkovali nejvíce nestandardních štěňat.

	Počet nestandardních štěňat	Počet vrhů, ve kterých se narodilo nestandardní štěně	Celkový počet vrhů
Prosto Chudo Ultramarine Star	7	3	5
Landy Cofi Capito	7	1	2
Amiable Anastasia Of Amaranthville	6	2	3
Citadelle Cofi Capito	6	2	3
Indiana Speedy Girl od Diamantové řeky	6	2	2
All Darling In Blue Perla Mahagon	5	3	5
Northbay's Xsell Fergalicious	5	3	3
Abby Haliba	5	2	4

Tabulka 4: Přehled chovných fen, které porodily nejvíce nestandardních štěňat.

## 6 Diskuze

V této bakalářské práci byla shromážděna chovatelská data u plemene australský ovčák, se zaměřením na zbarvení, a následně provedena jejich analýza. Do analýzy byli zahrnuti pouze čistokrevní jedinci narozeni na území České republiky v letech 2013 až 2021.

Počty narozených australských ovčáků každý rok stoupají (kromě roku 2019, kdy počet narozených štěňat mírně klesl). Je to z toho důvodu, že se plemeno stává stále oblíbenějším. Podobné výsledky ukazuje i švédská a finská databáze (Svenska Kennelklubben Avelsdata a Suomen Kennelliitto Jalostustietojärjestelmä). Počty narozených jedinců v těchto zemích také stoupaly, ale ne tak rapidně jako v České republice. Ve Švédsku se v roce 2013 narodilo 137 australských ovčáků, v roce 2021 se jich narodilo 394 (Svenska Kennelklubben 2023). Ve Finsku se za rok 2013 narodilo 253 štěňat a v roce 2021 se narodilo 493 štěňat (Suomen Kennelliitto 2023).

Na základě online průzkumu z období červen až prosinec 2017 (Bennett-Wimbush et al. 2018) byl vypočten průměrný počet štěňat ve vrhu na 6,6. Což je v souladu s výsledky této práce, kde průměrný počet štěňat ve vrhu byl 6,7.

Nejvíce zastoupená barva v populaci byla černá s bílými znaky a pálením. Může to být způsobeno tím, že černá barva způsobená lokusem K je dominantní nad červenou barvou (Robinson 1994). Z hlediska poptávky jsou černí australští ovčáci nejméně oblíbení, takto zbarvená štěňata čekají na své majitele nejdéle. Stejně procentuální zastoupení černých tricolorů se narodilo i ve Finsku (za stejné období). Rozdíl byl hlavně v dalších barvách. V České republice bylo druhým nejčastějším zbarvením blue-merle s bílými znaky a pálením, kdežto ve Finsku bylo na druhém místě červené zbarvení s bílými znaky a pálením. Blue-merle s bílými znaky a pálením bylo ve Finsku třetím nejčastějším zbarvením.

Zajímavé je, že bicolorně zbarvených jedinců se ve Finsku narodilo mnohem více. Takto zbarvených štěňat bylo ve Finsku 355, zatímco v Česku 233. Vzhledem k menší velikosti finské populace tvoří jedinci bez pálení 12,6 % z celé populace, v České republice pouze 3,4 % (Suomen Kennelliitto 2023).

Bílé znaky se u australských ovčáků nejčastěji vyskytují v irském vzoru, tento vzor bývá preferován na výstavách. Avšak již nepatrně větší množství bílé barvy může být standardem penalizováno. Nestandardně bílých jedinců se rodí poměrně veliké množství, viz graf 7. Může to být způsobeno tím, že je po nestandardně zbarvených jedincích poptávka. Takové štěně dostane průkaz původu stejně jako jeho standardně

zbarvení sourozenci, ale není možné tohoto jedince dále zapojovat do chovu, proto bývá cena za nestandardní štěně nižší.

Ke snížení počtu nestandardně zbarvených štěňat by mohlo dojít v případě, kdyby se z chovu začali vyřazovat jedinci, kteří mají velké zastoupení bílé barvy hraničící se standardem a pak také ti jedinci, kteří nestandardně zbarvená štěňata produkují. Nejde pouze o produkování štěňat v souladu se standardem plemene, ale také o zdraví těchto příliš bílých jedinců. Bíle zbarvená štěňata totiž mohou trpět vrozenou hluchotou (Strain 2004).

Hluchota se nevyskytuje pouze u psů s nadměrnými bílými znaky, ale je také spojována se zbarvením merle. Podle studie Strain et al. (2009) trpí vrozenou hluchotou (unilaterální i bilaterální) 3,5 % heterozygotních merle psů. Z toho 2,7 % bylo postiženo unilaterální hluchotou. U homozygotních merle psů byl hluchý každý čtvrtý jedinec (10 % trpělo unilaterální a 15 % bilaterální hluchotou). Celkem bylo testováno 153 jedinců v rámci plemen, u kterých je merle zbarvení běžné (kromě australských ovčáků to byla například tato plemena: louisianský leopardí pes, čivava, kolie, šeltie). Za sledované období se v České republice neuskutečnil žádný vrh, kde by se mohl homozygotní merle jedinec narodit (double-merle). Krytí dvou merle jedinců je v rámci Mezinárodní kynologické federace zakázané (Fédération Cynologique Internationale 2021).

## 7 Závěr

Cílem této práce bylo vytvořit ucelený literární přehled o problematice genetické determinace zbarvení srsti u psů. V práci byly popsány pouze lokusy, které se vyskytují u plemene australský ovčák. Literární přehled byl doplněn o analýzu plemene.

Studiem dědičnosti barvy srsti u psů se za posledních několik desetiletí zabývalo velké množství autorů. Bylo popsáno přes deset genů, které jsou zodpovědné za konkrétní zbarvení srsti. Zbarvení australského ovčáka má čtyři základní barevné varianty: černá, červená, blue-merle a red-merle. Tato základní zbarvení mohou být libovolně kombinována s bílými znaky a/nebo s měděným pálením.

Statistika provedená za období 2013 až 2021 zahrnovala celkem 6821 jedinců. Poměr pohlaví byl téměř vyrovnaný, psů bylo nepatrně více než fen (psi = 3476, feny = 3345). Závěrem zjištěným na základě provedení analýzy je, že nejvíce jedinců bylo ve zbarvení černá s bílými znaky a pálením. Naopak nejméně vyskytující se typy zbarvení byly bicolorní varianty. Nestandardně zbarvených jedinců (z důvodu bílé barvy přesahující hranice standardu) se každý rok rodilo přibližně stejně, v průměru 28,4 za rok. Z celé sledované populace bylo nestandardních jedinců 3,8 %.

Velké množství bílé barvy je u australských ovčáku penalizováno standardem. Nejde totiž pouze o „vadu na kráse“. Psi s bílými znaky přesahujícími hranice standardu mají větší predispozice k vrozené hluchotě. Především jde o bílou barvu na uších nebo v oblastech kolem uší. Pro snížení výskytu nestandardních jedinců by mohlo pomoci neopakovat spojení psa a feny, kterým se v prvním vrhu narodilo nestandardně bílé štěně a také omezit v chovu plemeníky a chovné feny, kterým už se několik nestandardních štěňat narodilo. Dále by mohlo být přínosem ke snížení četnosti bílé barvy, kdyby se v chovu více používali jedinci s pouze minimálními bílými znaky.

## 8 Literatura

ANDERSSON L. 2020. Mutations in domestic animals disrupting or creating pigmentation patterns. *Frontiers in Ecology and Evolution* **8**:116.

BALLIF BC, RAMIREZ CJ, CARL CR, SUNDIN K, KRUG M, ZAHAND A, SHAFFER LG, FLORES-SMITH H. 2018. The PMEL gene and merle in the domestic dog: A continuum of insertion lengths leads to a spectrum of coat color variations in Australian Shepherds and related breeds. *Cytogenetic and Genome Research* **156**(1):22-34.

BARANOSWKA KÖRBERG I, et al. 2014. A simple repeat polymorphism in the MITF-M promotor is a key regulator of white spotting in dogs. *PLoS One* **9**(8).

BARSH GS. 1996. The Genetics of Pigmentation: from fancy genes to complex traits. *Trends in Genetics* **12**(8):299-305.

BARSH GS. 2007. How the dog got its spots. *Nature Genetics* **39**(11):1304-1306.

BENNETT-WIMBUSH K, SUAGEE-BEDORE J, SHARP CA. 2018. A Survey of Australian Shepherd Breeding Practices and Genetics Diversity. *Journal of Animal Science* **96**:157-158.

BERRYERE TG, KERNS JA, BARSH GS, SCHMUTZ SM. 2005. Association of an Agouti allele with fawn or sable coat color in domestic dogs. *Mammalian Genome* **16**(4):262-272.

BRANCALION L, HAASE B, MAZRIER H, WILLET CE, LINDBLAD-TOH K, LINDGAAS F, WADE CM. 2021. Roan, ticked and clear coat patterns in the canine are associated with three haplotypes near usherin on CFA38. *Animal Genetics* **52**(2):198-207.

BULTMAN SJ, MICHAUD EJ, WOYCHIK RP. 1992. Molecular characterization of the mouse agouti locus. *Cell* **71**(7):1195-1204.

CANDILLE SI, KAELIN CB, CATTANACH BM, YU B, THOMPSON DA, NIX MA, KERNS JA, SCHMUTZ SM, MILLHAUSER GL, BARSH GS. 2007. A  $\beta$ -defensin mutation causes black coat color in domestic dogs. *Science* **318**(5855):1418-1423.

CLARK LA, WAHL JM, REES CA, MURPHY KE. 2006. Retrotransposon insertion in SILV is responsible for merle patterning of the domestic dog. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **103**(5):1376-1381.

DREGER DL, SCHMUTZ SM. 2010. A new mutation in MC1R explains a coat color phenotype in 2 „old“ breeds: Saluki and Afghan Hound. *Journal of Heredity* **101**(5):644-649.

DREGER DL, PARKER HG, OSTRANDER EA, SCHMUTZ SM. 2013. Identification of a Mutation that Is Associated with the Saddle Tan and Black-and-Tan Phenotypes in Basset Hounds and Pembroke Welsh Corgis. *Journal of Heredity* **104**(3):399-406.

FÉDÉRATION CYNOLOGIQUE INTERNATIONALE. 2009. FCI-Standard N° 342. Available from <https://www.fci.be/Nomenclature/Standards/342g01-en.pdf> (accessed January 2023).

FÉDÉRATION CYNOLOGIQUE INTERNATIONALE. 2021. Breeds, varieties and crosses. Fédération Cynologique Internationale. Available from <https://www.fci.be/nomenclature/docs/SCI-REG-CRO-RAC-VAR.pdf> (accessed January 2023).

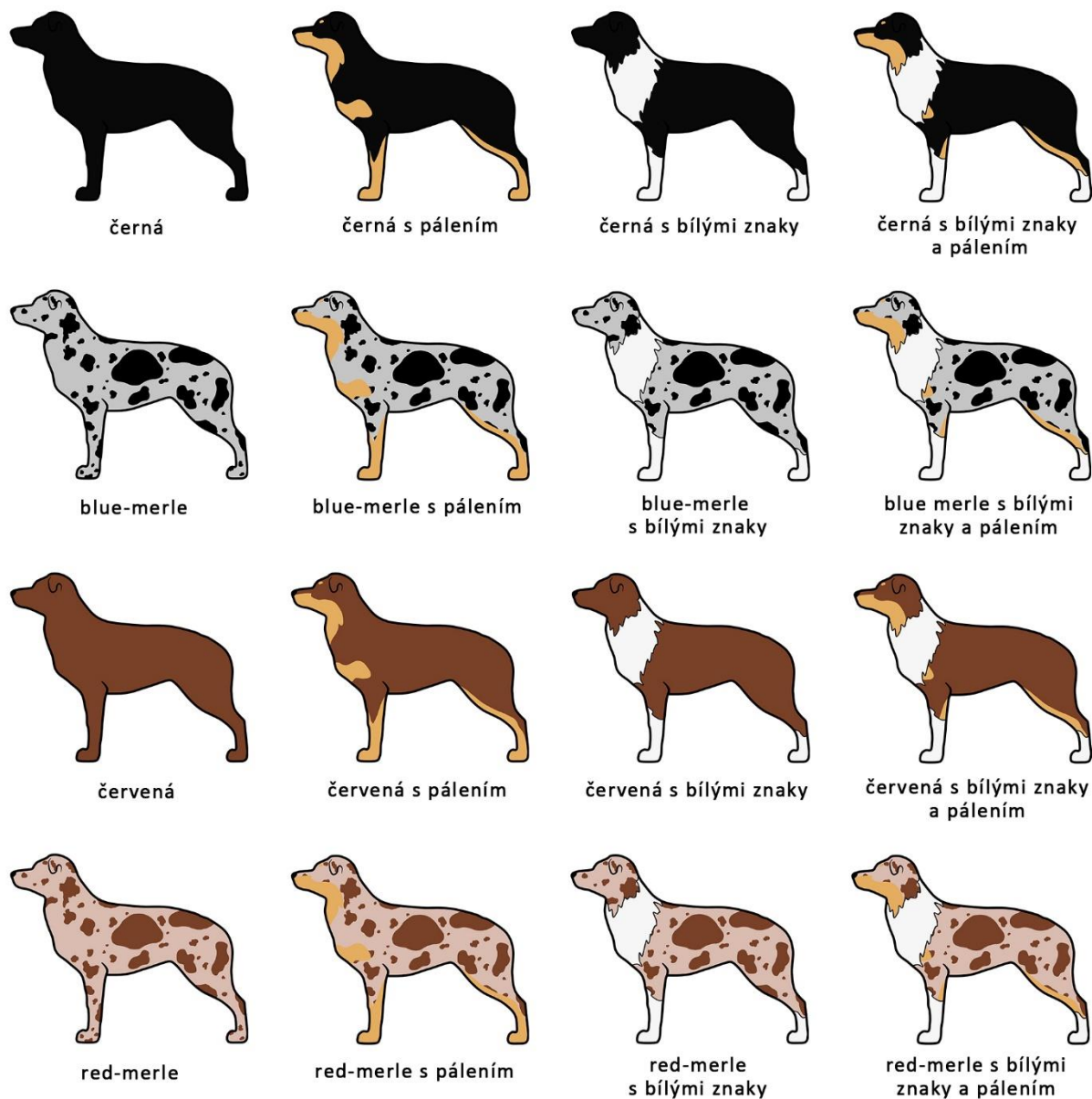
- FÉDÉRATION CYNOLOGIQUE INTERNATIONALE. 2022. Presentation of our organisation. Fédération Cynologique Internationale. Available from <https://www.fci.be/en/Presentation-of-our-organisation-4.html> (accessed December 2022).
- HARTNAGLE-TAYLOR JJ. 2009. All About Aussies. Alpine Publications, Inc., Crawford.
- HÉDAN B, CORRE S, HITTE C, DRÉANO S, VILBOUX T, DERRIEN T, DENIS B, GALIBERT F, GALIBERT MD, ANDRÉ C. 2006. Coat colour in dogs: identification of the Merle locus in the Australian shepherd breed. *BMC veterinary research* **2**(1):1-10.
- HODKOVÁ M. 2013. Úvod k českému vydání. In: HARTNAGLE-TAYLOR JJ. 2009. All About Aussies. Alpine Publications, Inc., Crawford.
- ITO S, WAKAMATSU K. 2003. Quantitative analysis of eumelanin and pheomelanin in humans, mice, and other animals: a comparative review. *Pigment cell research* **16**(5):523-531.
- JANCUSKOVA T, LANGEVIN M, PEKOVA S. 2018. TYRP1:c.555T>G is a recurrent mutation found in Australian Shepherd and Miniature American Shepherd dogs. *Animal Genetics* **49**(5):500-501.
- KAELIN CB, BARSH GS. 2013. Genetics of pigmentation in dogs and cats. *Annual Review of Animal Biosciences* **1**(1):125-156.
- KERNS JA, NEWTON J, BERRYERE TG, RUBIN EM, CHENG JF, SCHMUTZ SM, BARSH GS. 2004. Characterization of the dog Agouti gene and a nonagouti mutation in German Shepherd Dogs. *Mammalian Genome* **15**(10):798-808.
- KERNS JA, et al. 2007. Linkage and segregation analysis of black and brindle coat color in domestic dogs. *Genetics* **176**(3):1679-1689.
- KCHBO, z.s. 2008. Genealogie. KCHBO, z.s. Available from <http://kchbo.com/genealogie/> (accessed November 2022).
- KCHBO, z.s. 2008. Historie australského ovčáka. KCHBO, z.s. Available from [http://kchbo.com/?Plemena:Historie\\_australsk%20ov%20ka](http://kchbo.com/?Plemena:Historie_australsk%20ov%20ka) (accessed November 2022).
- LANGEVIN M, SYNKOVA H, JANCUSKOVA T, PEKOVA S. 2018. Merle phenotypes in dogs-SILV SINE insertions from Mc to Mh. *PloS one* **13**(9).
- LIN JY, FISHER DE. 2007. Melanocyte biology and skin pigmentation. *Nature* **445**(7130):843-850.
- LITTLE CC. 1914. Coat color in Pointer dogs. *Journal of Heredity* **5**(6):244-248.
- LITTLE CC. 1957. The inheritance of coat color in dogs. Constable & Co. Ltd., London.
- LITTLE CC. 1958. Coat color genes in rodents and carnivores. *The Quarterly Review of Biology* **33**(2):103-137.
- NEWTON JM, WILKIE AL, HE L, JORDAN SA, METALLINOS DL, HOLMES NG, JACKSON IJ, BARSH GS. 2000. Melanocortin 1 receptor variation in the domestic dog. *Mammalian Genome* **11**:24-30.
- PENNISI E. 2002. CANINE EVOLUTION: A Shaggy Dog History. *Science* **298**(5598):1540-1542.
- RIEDER S. 2009. Molecular tests for coat colours in horses. *Journal of Animal Breeding and Genetics* **126**(6):415-424.

- ROBINSON R. 1994. Inheritance of coat and colour in the Griffon Bruxellois dog. *Genetics Selection Evulation* **26**(2):167-170.
- SAIF R, IFTEKHAR A, ASIF F, ALGHANEM MS. 2020. Dog coat colour genetics: A review. *Advancements in Life Sciences* **7**(4):215-224.
- SCOTT JP. 1968. Evolution and domestication of the dog. *Evolutionary Biology* **2**:243-275.
- SCHMUTZ SM, BERRYERE TG, GOLDFINCH AD. 2002. TYRP1 and MC1R genotypes and their effects on coat color in dogs. *Mammalian Genome* **13**(7):380-387.
- SCHMUTZ SM, BERRYERE TG, ELLINWOOD NM, KERNS JA, BARSH GS. 2003. MC1R studies in dogs with melanistic mask or brindle patterns. *Journal of Heredity* **94**(1):69-73.
- SCHMUTZ SM, BERRYERE TG. 2007. Genes affecting coat colour and pattern in domestic dogs: a review. *Animal genetics* **38**(6):539-549.
- SCHMUTZ SM, BERRYERE TG, DREGER DL. 2009. MITF and white spotting in dogs: a population study. *Journal of Heredity* **100**(1):66-74.
- SCHMUTZ SM, MELEKHOVETS Y. 2012. Coat color DNA testing in dogs: Theory meets practice. *Molecular and cellular probes* **26**(6):238-242.
- SCHMUTZ SM, DREGER DL. 2014. Genetic interactions among three pigmentation loci in domestic dogs. *Proceedings of the 10th World Congress of Genetics Applied to Livestock Production*.
- STRAIN GM. 2004. Deafness prevalence and pigmentation and gender associations in dog breeds at risk. *The Veterinary Journal* **167**(1):23-32.
- STRAIN GM, CLARK LA, WAHL JM, TURNER AE, MURPHY KE. 2009. Prevalence of deafness in dogs heterozygous or homozygous for the merle allele. *Journal of veterinary internal medicine* **23**(2):282-286.
- SUOMEN KENNELIITTO. 2023. KoiraNet Jalostustietojärjestelmä, Jalostustilastot. Suomen Kennelliitto. Available from <https://jalostus.kennelliitto.fi/frmJalostustilastot.aspx?R=342&Lang=fi> (accessed January 2022).
- SVENSKA KENNELKLUBBEN. 2023. SKK Avelsdata. Svenska Kennelklubben. Available from <https://hundar.skk.se/Avelsdata/Initial.aspx> (accessed January 2022).
- TRUT L, OSKINA I, KHARLAMOVA A. 2009. Animal evolution during domestication: the domesticated fox as a model. *Bioessays* **31**(3):349-360.
- TURNOVA EH, MAJCHRAKOVA Z, BIELIKOVA M, SOLTYS K, TURNA J, DUDAS A. 2017. A novel mutation in the TYRP1 gene associated with brown coat in the Australian Shepherd Dog Breed. *Animal Genetics* **48**:626-627.
- VONHOLDT BM, BAILEY E, EIZIRIK E. 2021. Animal Pigmentation Genetics in Ecology, Evolution, and Domestication. *Journal of Heredity* **112**(5):393-394.
- WANG GD, CHENG LG, FAN RX, IRWIN DM, TANG SS, PENG JG, ZHANG YP. 2013. Signature of balancing selection at the MC1R gene in Kunming dog populations. *PLoS One* **8**(2):e55469.



## 9 Samostatné přílohy

### 9.1 Zbarvení australského ovčáka



Obrázek 10: Přehled zbarvení, které uznává standard plemene.

fenotyp	genotyp
Černá	$E/-, K^B/-, B/-, m/m, S/S$ nebo $E/-, k^Y/k^Y, a/a, B/-, m/m, S/S$
Černá s pálením	$E/-, k^Y/k^Y, a^t/-, B/-, m/m, S/S$
Černá s bílými znaky	$E/-, K^B/-, B/-, m/m, S^i/S^i$ nebo $E/-, k^Y/k^Y, a/a, B/-, m/m, S^i/S^i$
Černá s pálením a bílými znaky	$E/-, k^Y/k^Y, a^t/-, B/-, m/m, S^i/S^i$
Červená	$E/-, K^B/-, b/b, m/m, S/S$ nebo $E/-, k^Y/k^Y, a/a, b/b, m/m, S/S$
Červená s pálením	$E/-, k^Y/k^Y, a^t/-, b/b, m/m, S/S$
Červená s bílými znaky	$E/-, K^B/-, b/b, m/m, S^i/S^i$ nebo $E/-, k^Y/k^Y, a/a, b/b, m/m, S^i/S^i$
Červená s pálením a bílými znaky	$E/-, k^Y/k^Y, a^t/-, b/b, m/m, S^i/S^i$
Blue-merle	$E/-, K^B/-, B/-, M/m, S/S$ nebo $E/-, k^Y/k^Y, a/a, B/-, M/m, S/S$
Blue-merle s pálením	$E/-, k^Y/k^Y, a^t/-, B/-, M/m, S/S$
Blue-merle s bílými znaky	$E/-, K^B/-, B/-, M/m, S^i/S^i$ nebo $E/-, k^Y/k^Y, a/a, B/-, M/m, S^i/S^i$
Blue-merle s pálením a bílými znaky	$E/-, k^Y/k^Y, a^t/-, B/-, M/m, S^i/S^i$
Red-merle	$E/-, K^B/-, b/b, M/m, S/S$ nebo $E/-, k^Y/k^Y, a/a, b/b, M/m, S/S$
Red-merle s pálením	$E/-, k^Y/k^Y, a^t/-, b/b, M/m, S/S$
Red-merle s bílými znaky	$E/-, K^B/-, b/b, M/m, S^i/S^i$ nebo $E/-, k^Y/k^Y, a/a, b/b, M/m, S^i/S^i$
Red-merle s pálením a bílými znaky	$E/-, k^Y/k^Y, a^t/-, b/b, M/m, S^i/S^i$

Tabulka 5: Přehled fenotypových zbarvení a jejich genetický zápis.



Obrázek 11: přehled možných kombinací merle alel (Převzato z Langevin et al. 2018).

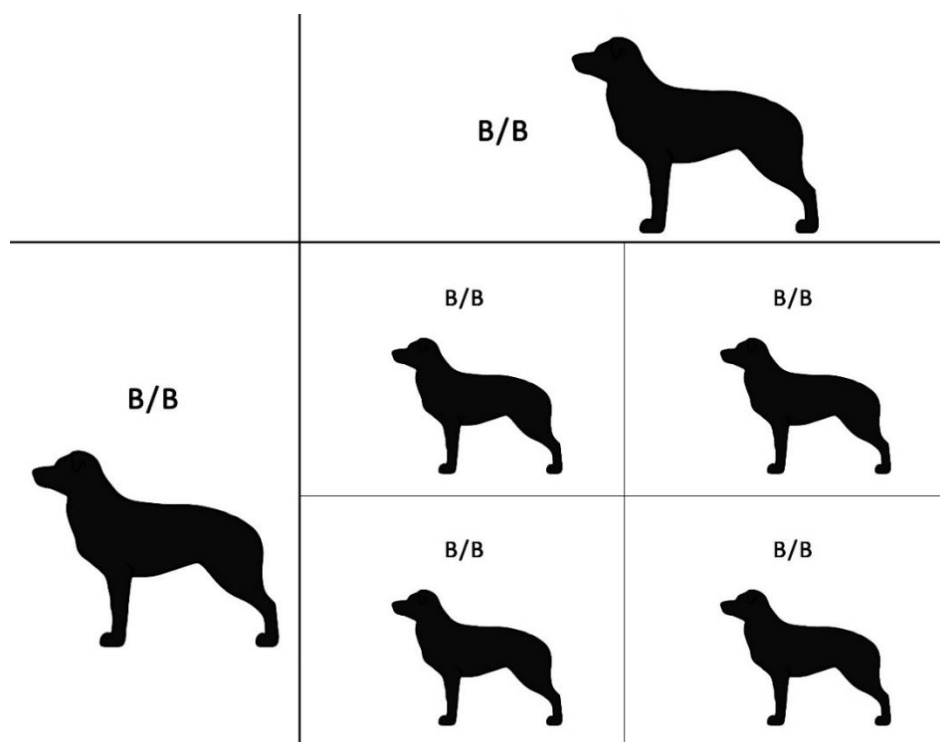
A: m/m. B: m/Mc. C: Mc/Mc. D: m/Mc+. E: Mc+/Mc+. F: m/Ma. G: Mc/Ma. H: Ma/Ma.

I: m/Ma+. J: Mc/Ma+. K: Mc+/Ma+. L: Ma+/Ma+. M: m/M. N: Mc/M. O: Mc+/M. P: Ma/M.

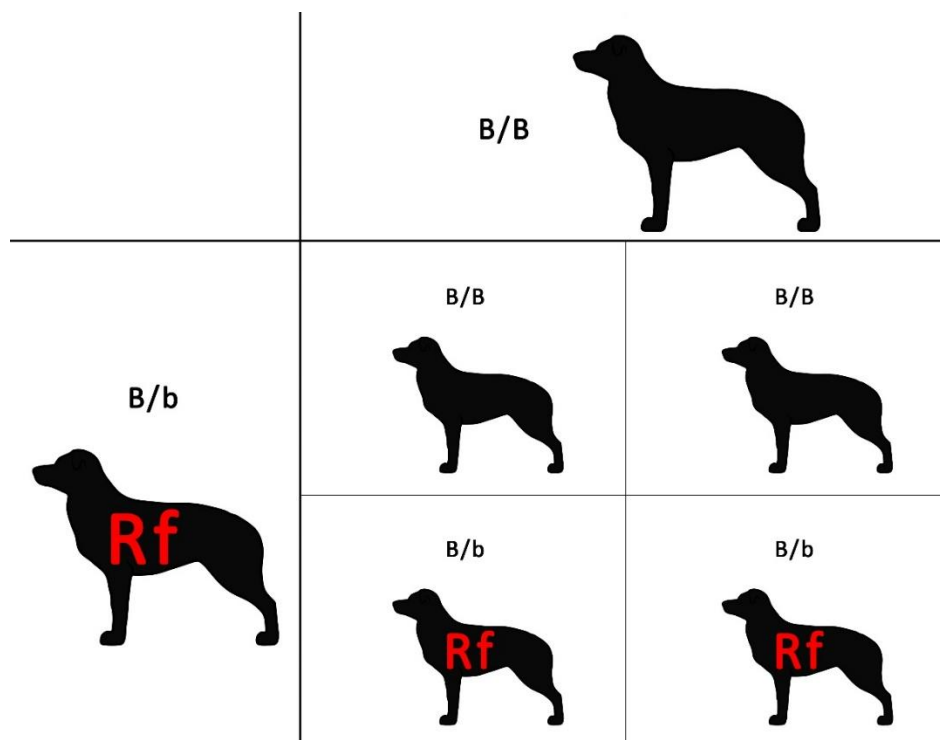
Q: Ma+/M. R: M/M. S: m/Mh. T: Mc/Mh. U: Mc+/Mh. V: Ma/Mh. W: M/Mh. X: Mh/Mh.

## 9.2 Dědičnost barev

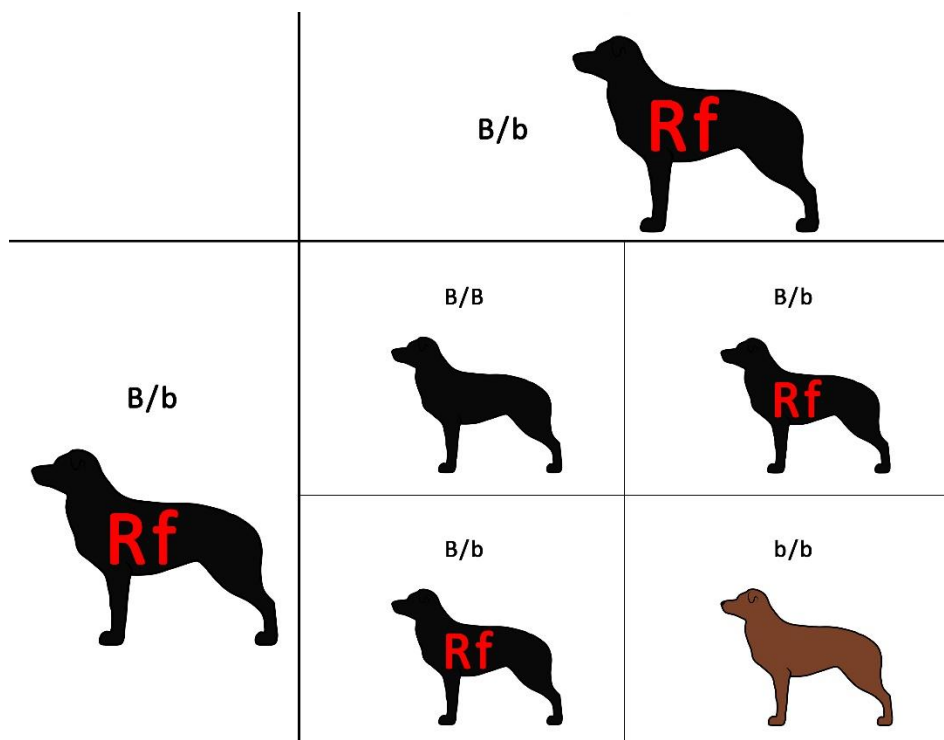
### 9.2.1 Černá a červená



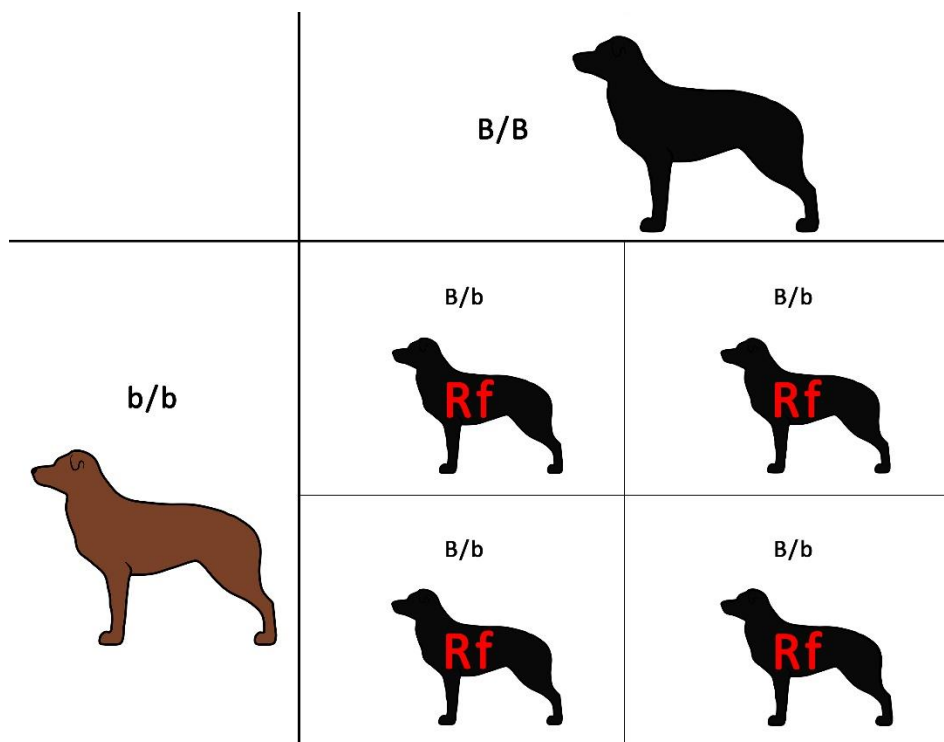
Obrázek 12: Ukázka krytí dvou černých jedinců bez red faktoru.



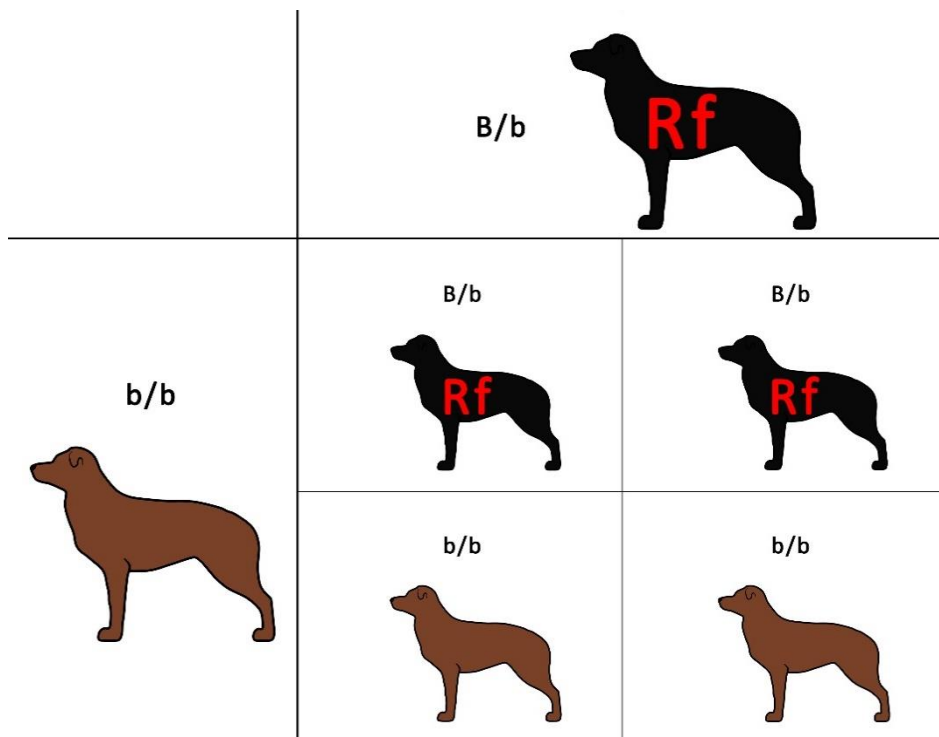
Obrázek 13: Ukázka krytí černého jedince bez red faktoru a černého jedince s red faktorem.



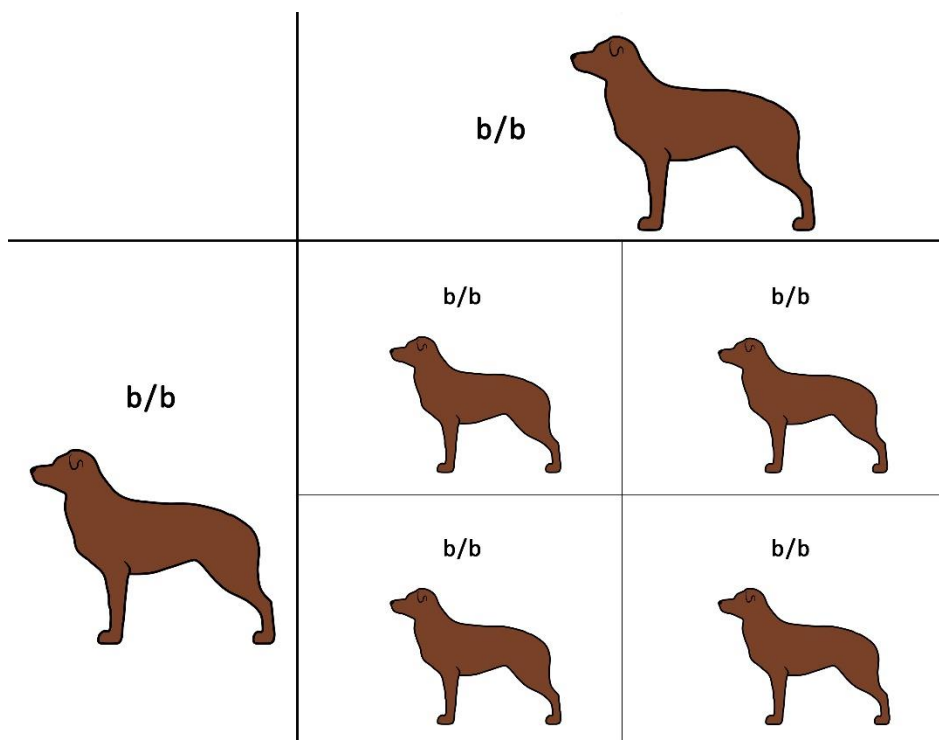
Obrázek 14: Ukázka krytí dvou černých jedinců s red faktorem.



Obrázek 15: Ukázka krytí černého jedince bez red faktoru a červeného jedince.

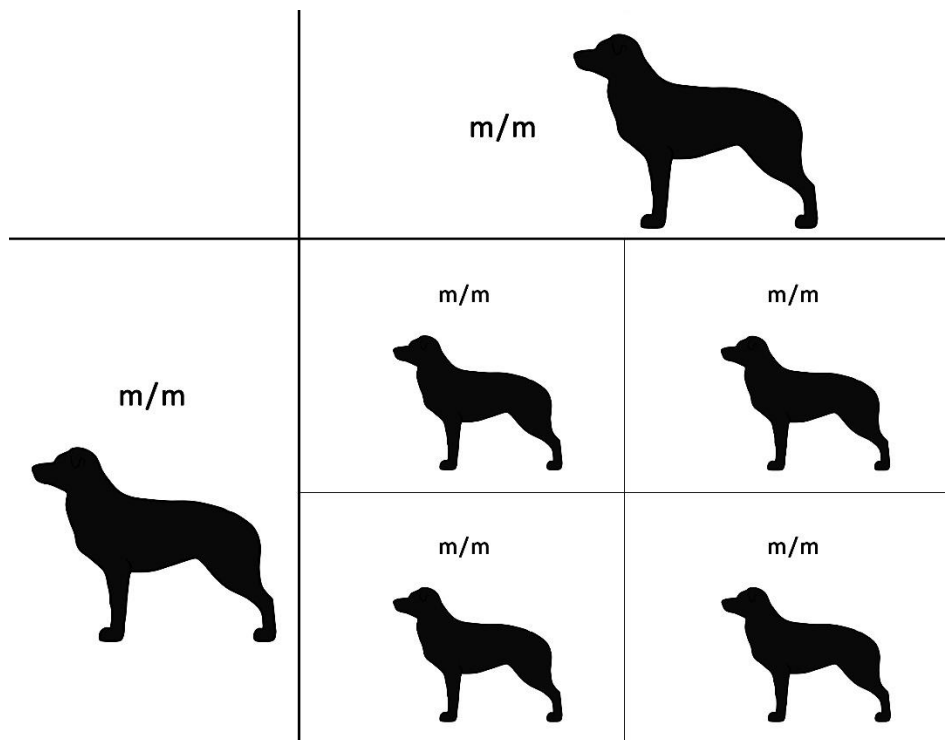


Obrázek 16: Ukázka krytí černého jedince s red faktorem a červeného jedince.

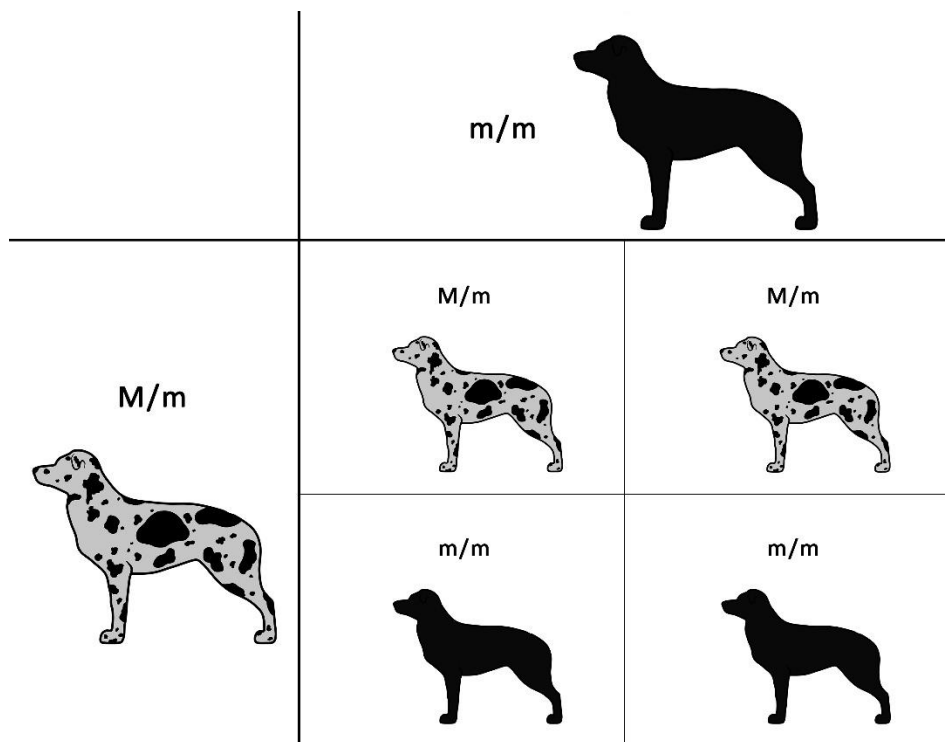


Obrázek 17: Ukázka krytí dvou červených jedinců.

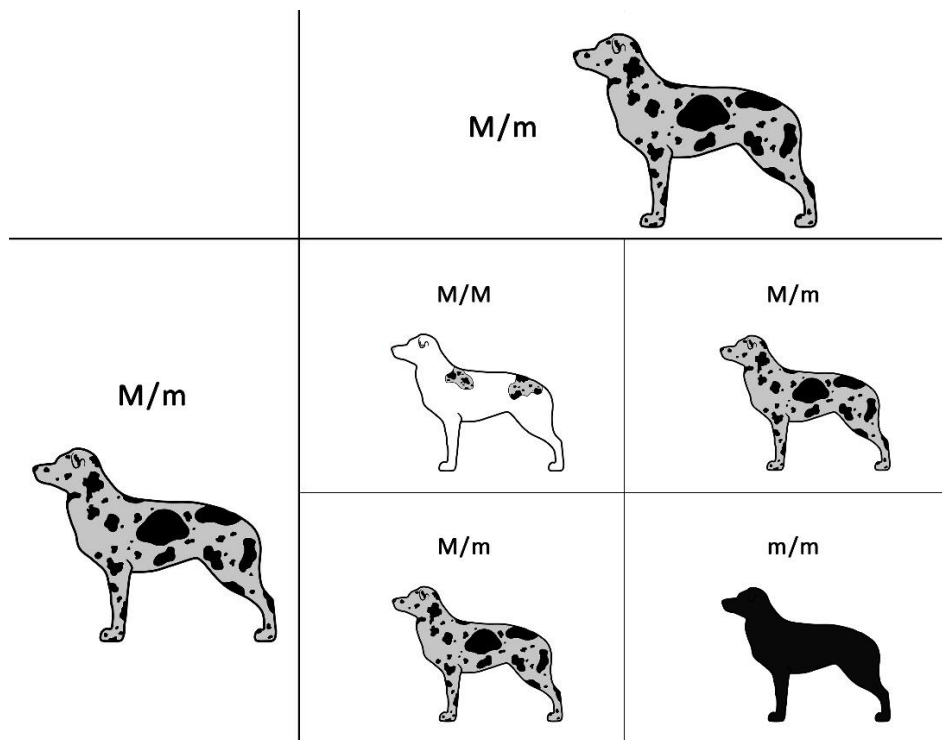
### 9.2.2 Double-merle, merle a non-merle



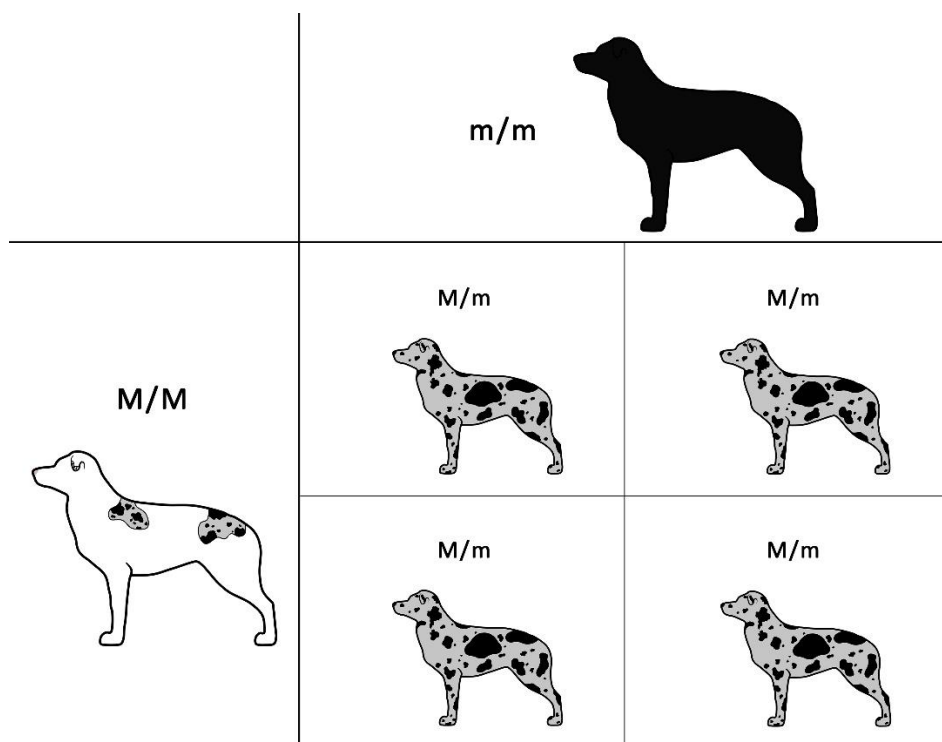
Obrázek 18: Ukázka krytí dvou non-merle jedinců.



Obrázek 19: Ukázka krytí non-merle a merle jedince.

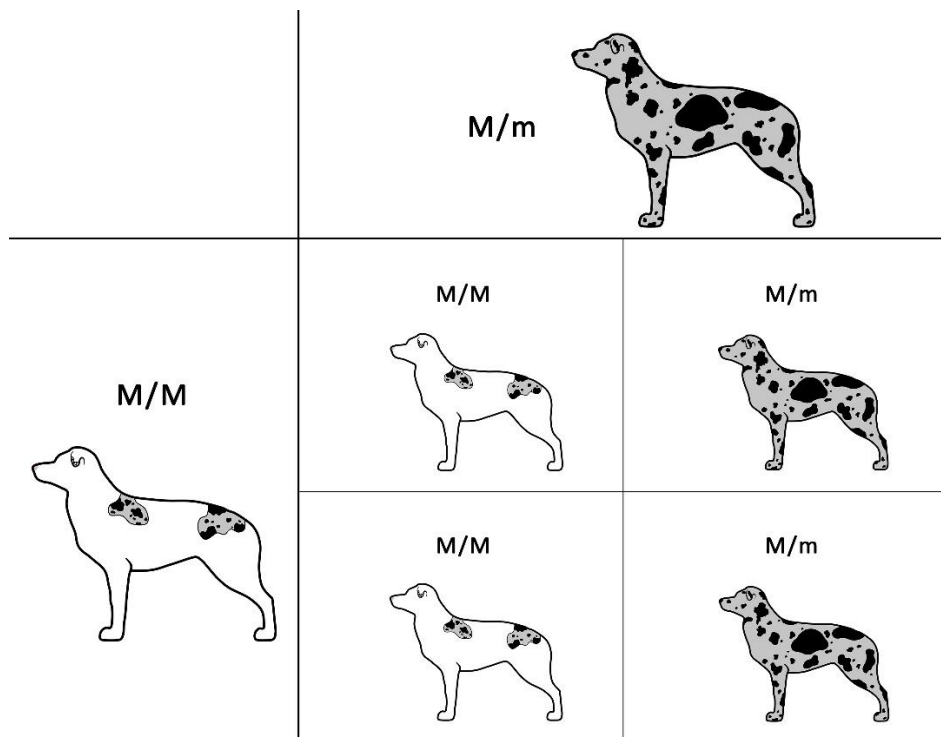


Obrázek 20: Ukázka krytí dvou merle jedinců. Takové krytí je v rámci FCI zakázáno.

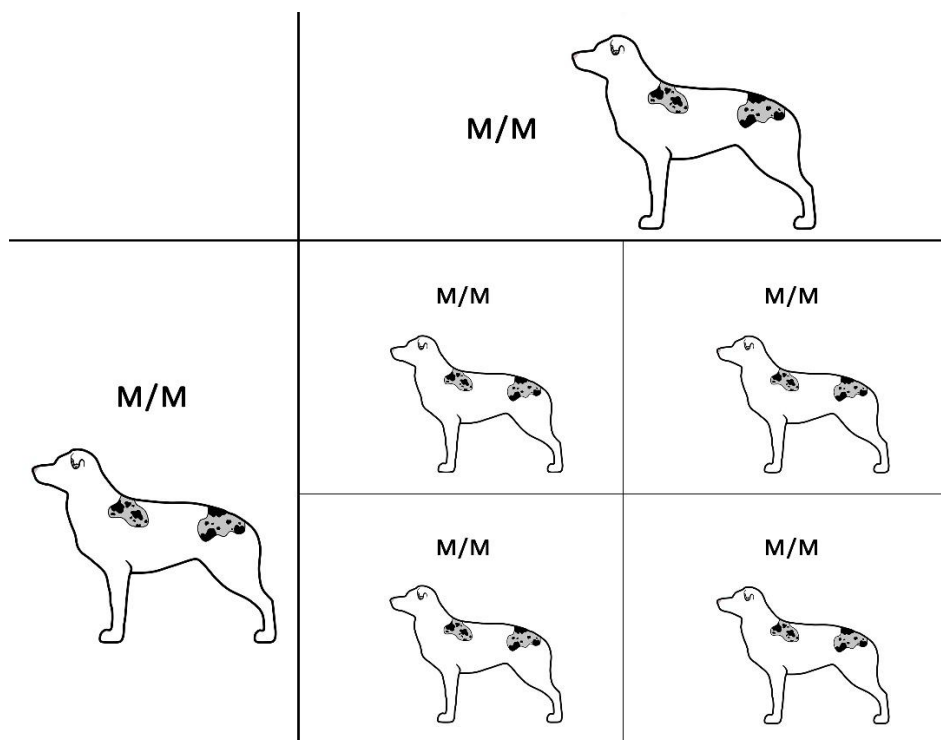


Obrázek 21: Ukázka krytí non-merle a double-merle jedince.



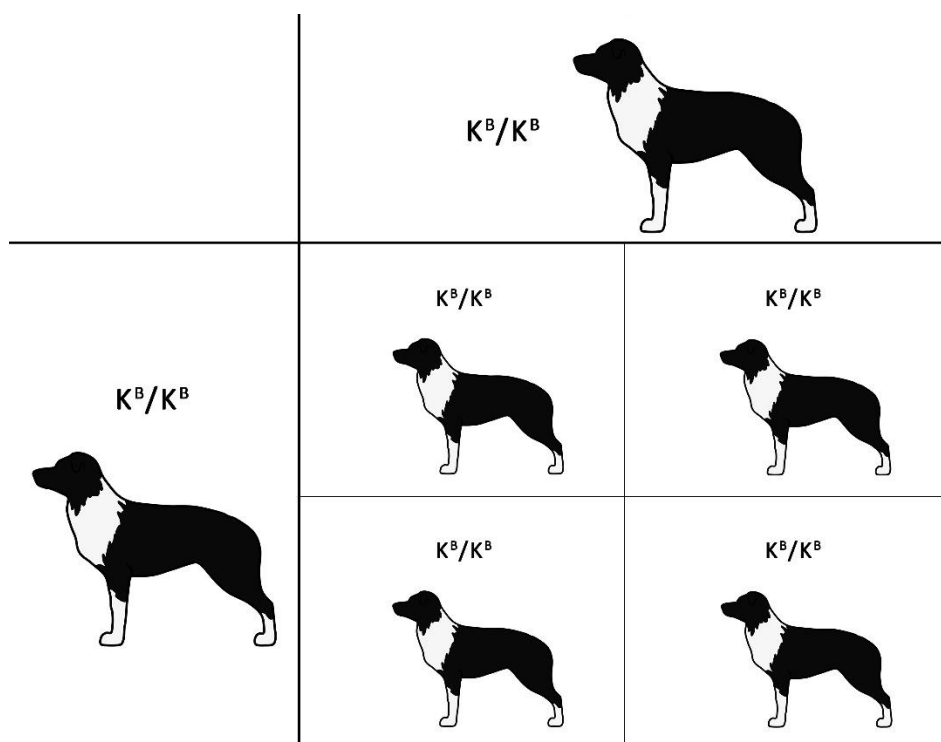


Obrázek 22: Ukázka krytí merle a double-merle jedince. Takové krytí je v rámci FCI zakázáno.

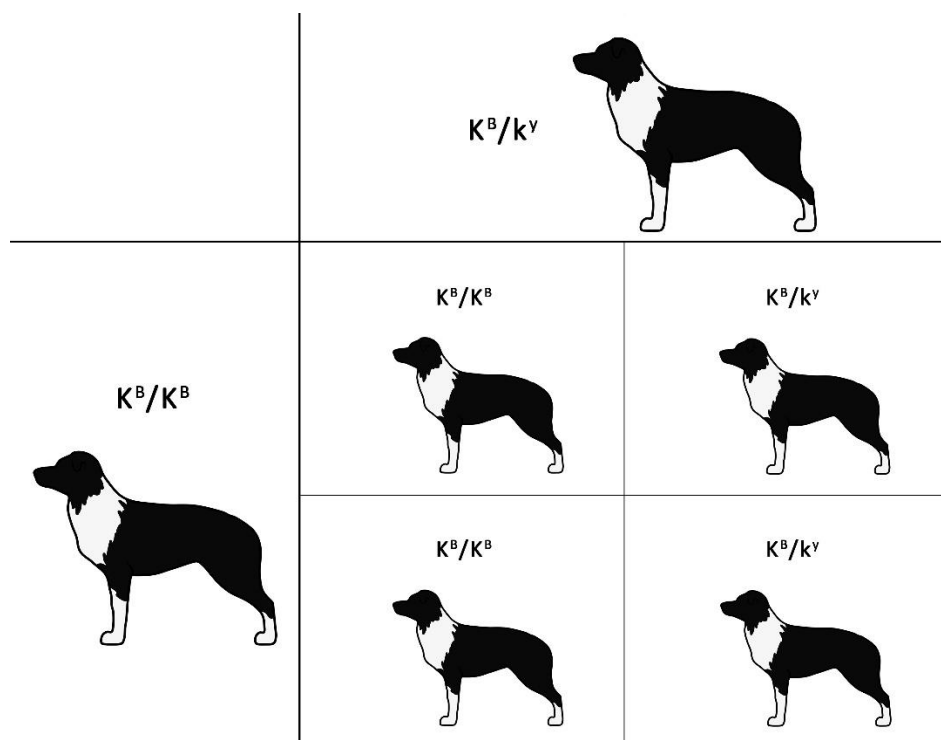


Obrázek 23: Ukázka krytí dvou double-merle jedinců. Takové krytí je v rámci FCI zakázáno.

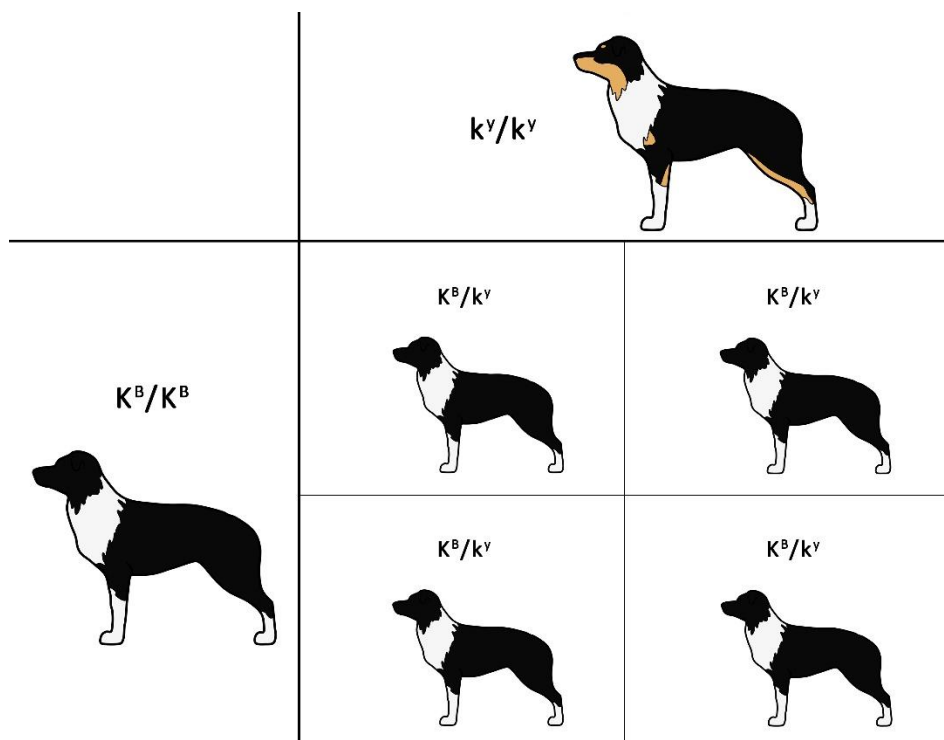
### 9.2.3 Pálení ovlivněné lokusem K



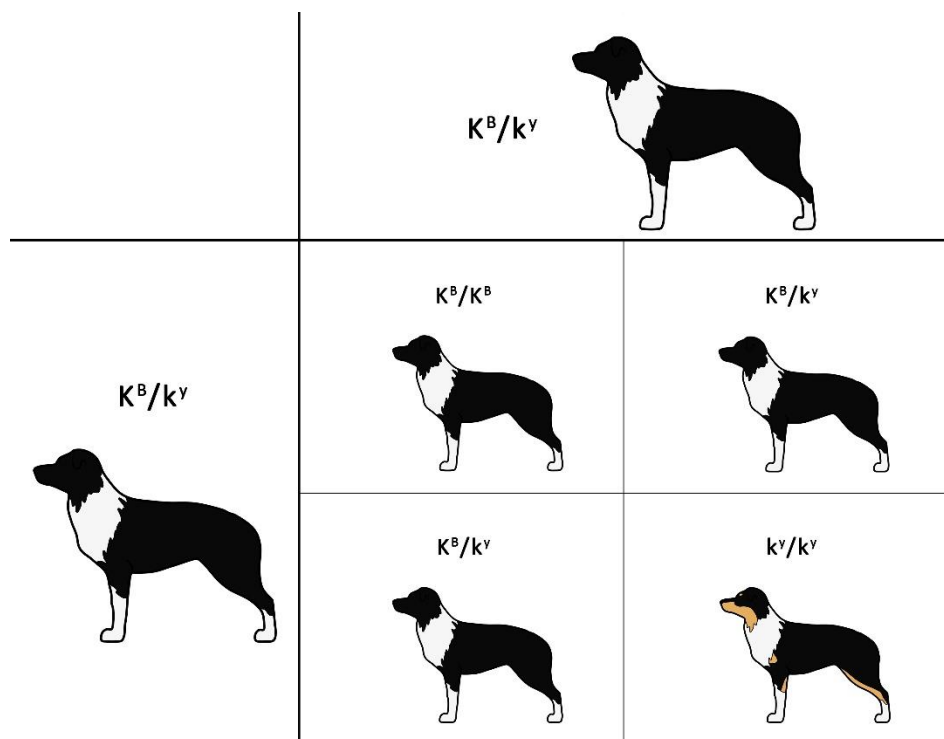
Obrázek 24: Ukázka krytí dvou bicolorních jedinců bez vlohý pro pálení.



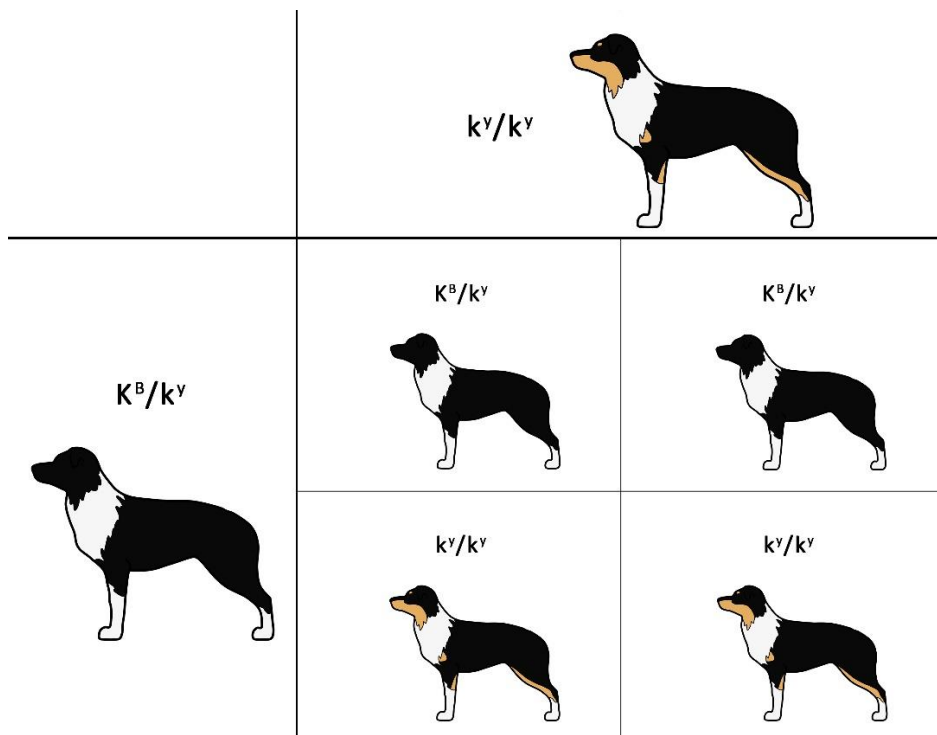
Obrázek 25: Ukázka krytí bicolorního jedince s vlohou pro pálení a bicolorního jedince bez vlohý pro pálení.



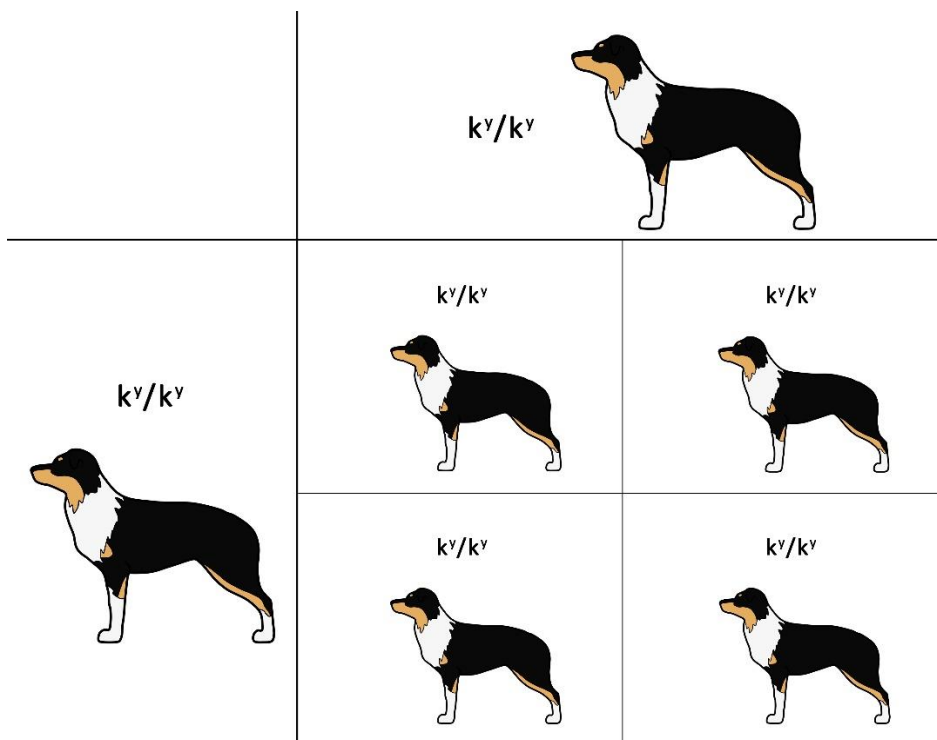
Obrázek 26: Ukázka krytí tricolorního a bicolorního jedince bez vlohy pro pálení.



Obrázek 27: Ukázka krytí dvou bicolorních jedinců s vlohou pro pálení.

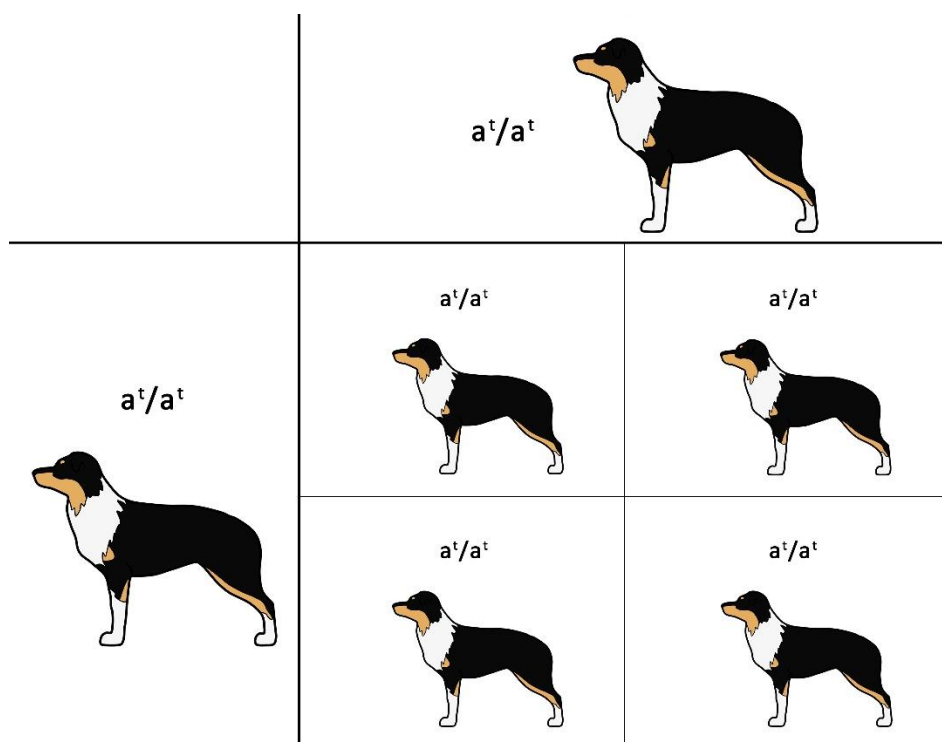


Obrázek 28: Ukázka krytí tricolorního a bicolorního jedince s vlohou pro pálení.

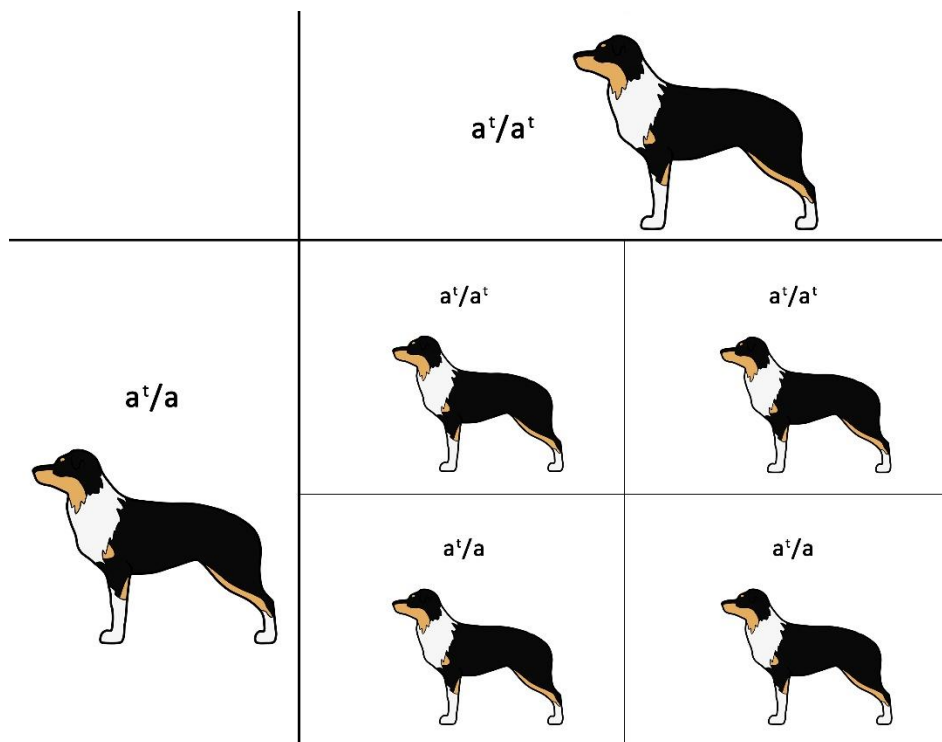


Obrázek 29: Ukázka krytí dvou tricolorních jedinců.

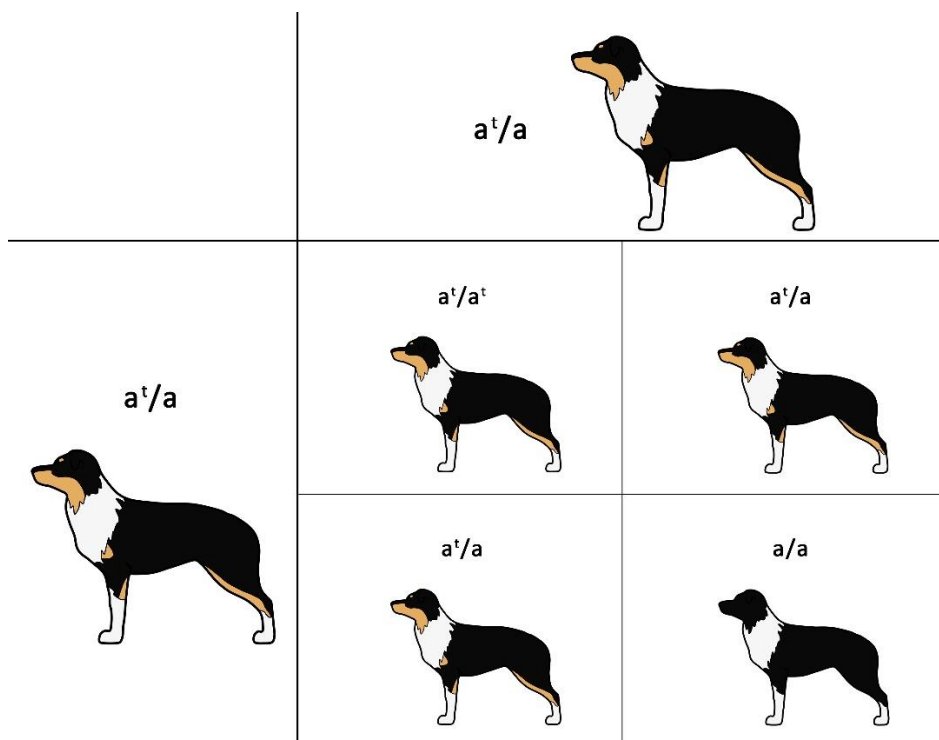
### 9.2.4 Pálení ovlivněné lokusem A



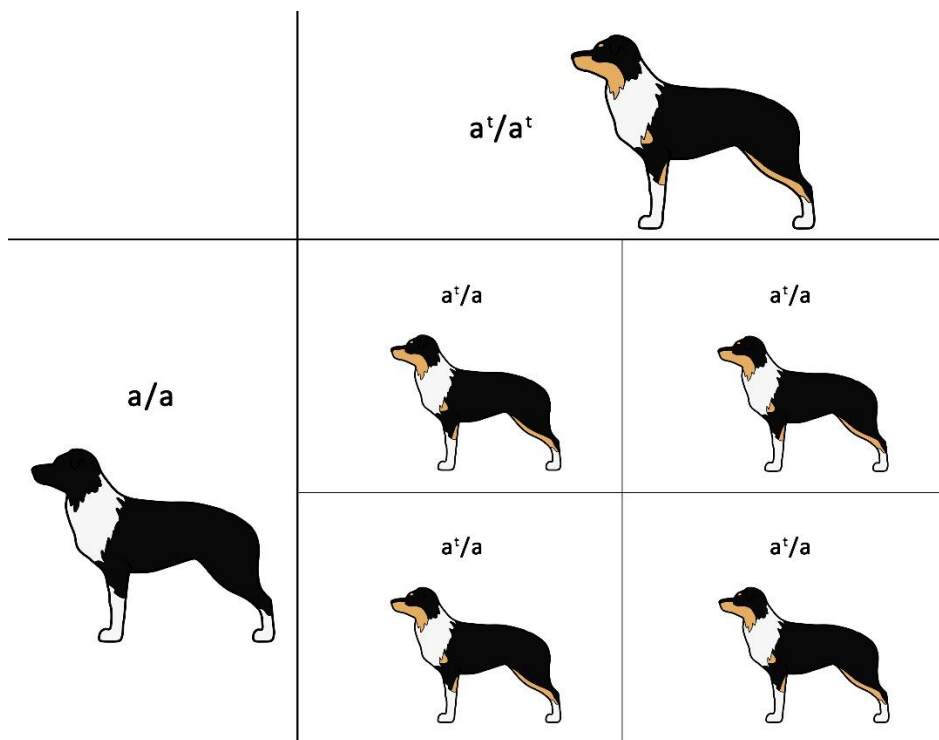
Obrázek 30: Ukázka krytí dvou tricolorních jedinců bez vlohy pro celoplášťovou černou.



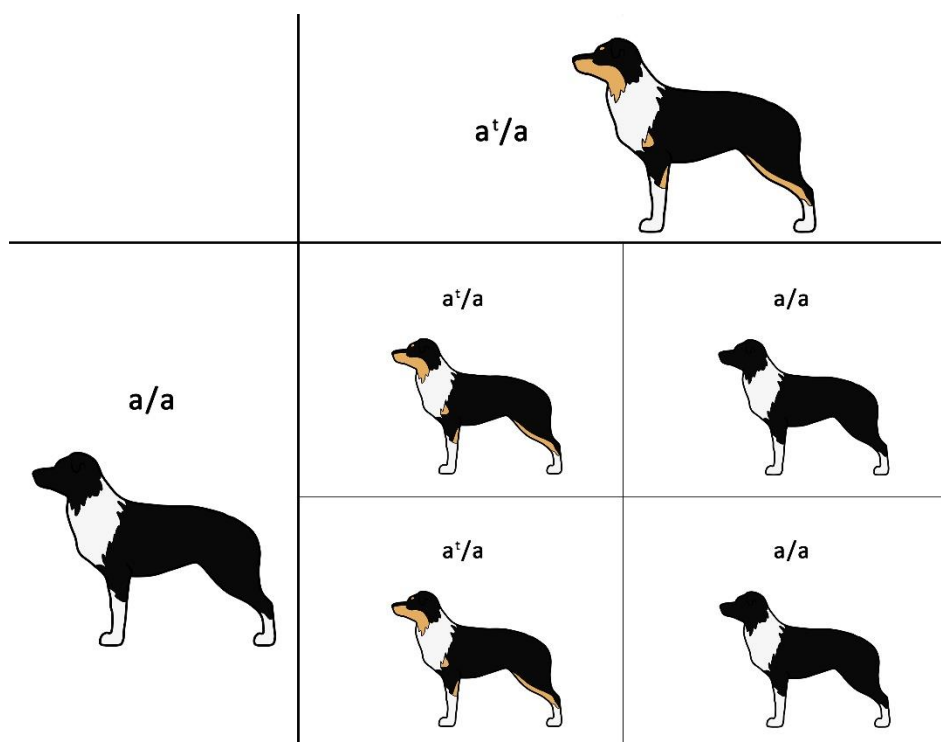
Obrázek 31: Ukázka krytí tricolorního jedince bez vlohy pro celoplášťovou černou a tricolorního jedince s vlohou pro celoplášťovou černou.



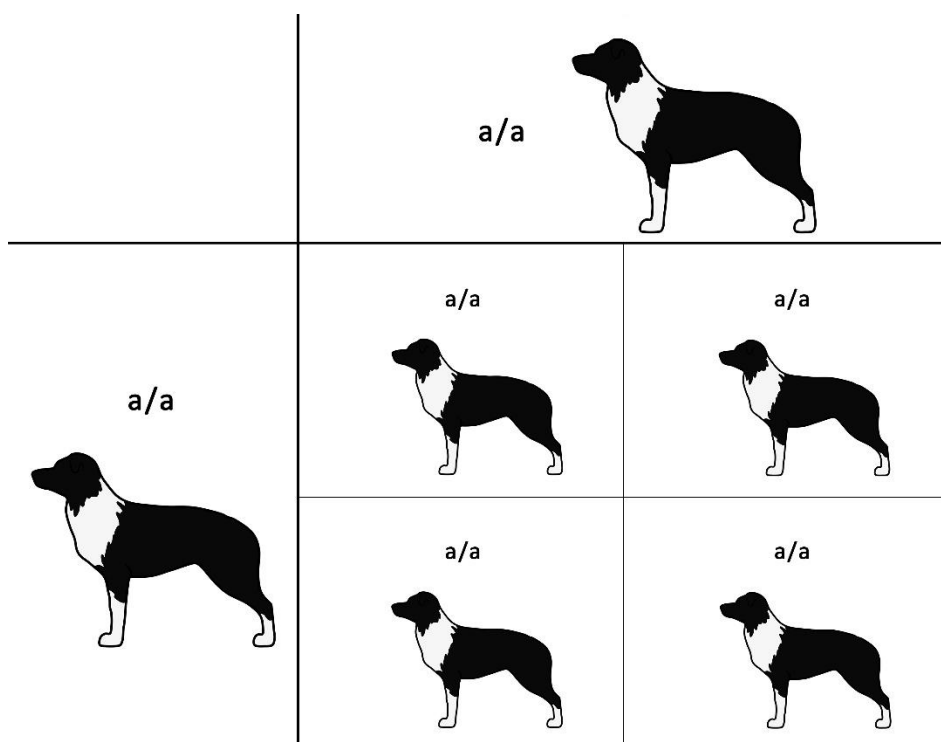
Obrázek 32: Ukázka krytí dvou tricolorních jedinců s vlohou pro celoplášťovou černou.



Obrázek 33: Ukázka krytí tricolorního jedince bez vlohy pro celoplášťovou černou a bicolorního jedince.



Obrázek 34: Ukázka krytí tricolorního jedince s vlohou pro celoplášťovou černou a bicolorního jedince.



Obrázek 35: Ukázka krytí dvou bicolorních jedinců.

### 9.3 Standard plemene

## **FEDERATION CYNOLOGIQUE INTERNATIONALE**

Secretariat General: 13, Place Albert I – B 6530 THUIN (Belgie)

F.C.I.-Standard č. 342 / 05.06.2009 / GB

### **AUSTRALSKÝ OVČÁK** **(Australian Shepherd)**

**ZEMĚ PŮVODU:** USA

**DATUM PUBLIKACE ORIGINÁLNÍHO PLATNÉHO STANDARDU:** 26. 3. 2009

**POUŽITÍ:** ovčácký a farmářský pes

**ZAŘAZENÍ PODLE FCI:** Skupina 1: ovčáčtí a honáčtí psi (kromě švýcarských salašnických psů)  
Sekce 1 -- ovčáčtí psi  
Bez zkoušky z výkonu.

**KRÁTKÉ HISTORICKÉ SHRNUÍ:** Ačkoli existuje mnoho teorií o původu australského ovčáka, současná podoba tohoto plemene pochází výhradně z USA. Australský ovčák dostal své jméno, protože připomíná baskické ovčáky, kteří přišli do Spojených států z Austrálie v 19. století. Po druhé světové válce popularita australského ovčáka postupně stoupala s rostoucí oblibou westernového jezdeckví, zejména díky rodeům a koňským show, filmům a televizním pořadům. Přizpůsobivá a učenlivá povaha z nich učinila oblíbené pomocníky na mnoha amerických farmách a rančích. Američtí chovatelé pokračovali v rozvoji plemene, udržovali jeho všestrannost, bystrost, silné ovčácké instinkty a přitažlivý vzhled, kterému plemeno vděčí za svou všeobecnou oblíbenost. Ačkoli je každý jedinec unikátní svým zbarvením a odznaky, všichni australští ovčáci jsou nepřekonatelně oddaní své rodině. To vše dohromady zajišťuje australskému ovčákovi stálý nárůst obliby.

**CELKOVÝ VZHLED:** Australský ovčák je dobře vyvážený, o něco delší než vyšší, střední velikosti a síly kostí, se zbarvením, které nabízí rozmanitost a osobitost.

Je pozorný a živý, mrštný a čilý, pevně stavěný a osvalený bez neohrabanosti. Srst je přiměřené délky a hrubosti. Ocas je kupírovaný nebo přirozený.

**DŮLEŽITÉ PROPORCE:** Délka od hrudní kosti k zadní straně stehna by měla být větší než výška v kohoutku, australský ovčák má obdélníkový rámec, je lehce delší než vyšší.

Pevně stavěný s přiměřenou silou kostí. Stavba psa (samce) odráží pohlavní ráz bez hrubosti. Feny vypadají jemněji bez toho, že by měly slabší kosti.

**POVAHA / TEMPERAMENT:** Australský ovčák je inteligentní pracovní pes se silnými pasteveckými a hlídacími instinkty. Je to oddaný společník a vydrží pracovat celý den. S takovými



vlastnostmi má dobrou povahu, zřídka je svárlivý. Při prvním setkání může být poněkud zdrženlivý.

**HLAVA:** Čistá, silná a suchá. Celková velikost by měla odpovídat velikosti těla.

**MOZKOVNA:**

**Lebka:** Plochá až mírně vyklenutá. Týlní hrbol může být lehce vyznačený. Její délka je stejná jako šířka.

**Stop:** Dobře vyjádřený, přiměřený.

**OBLIČEJOVÁ ČÁST:**

**Nos:** Jedinci zbarvení blue merle a černí mají černou nosní houbu (a pysky). Jedinci zbarvení red merle a červení mají játrový (hnědý) nos (a pysky). U jedinců zbarvených merle jsou na nosní houbě povoleny malé růžové skvrny, které ovšem u psů starších jednoho roku nesmí přesahovat 25 % plochy nosní houby, to je vážná vada.

**Tlama:** Stejně dlouhá nebo mírně kratší než mozkovna. Při pohledu ze strany jsou horní plocha mozkovny a čenichové partie souběžné, oddělené přiměřeným, dobře vyjádřeným stopem. Tlama se směrem k nosu poněkud zužuje a je zaoblená.

**Zuby/Čelisti:** Úplný chrup se silnými bílými zuby by měl tvořit nůžkový, případně klešťový skus.

**Oči:** Hnědé, modré, jantarové nebo kombinace těchto barev, včetně skvrn a mramorování. Mandlový tvar, ani zapadlé, ani vypoulené. Jedinci zbarvení blue merle a černí mají černé okraje očních víček, red merle a červení mají okraje očních víček játrové (hnědé). Výraz: vyjadřuje pozornost a inteligenci, ostražitost a dychtivost. Pohled by měl být ostražitý, ale přátelský.

**Uši:** Zavěšené, trojúhelníkové, přiměřeně velikosti, vysoko nasazené. V afektu se uši natáčejí dopředu a nahoru, nebo do strany (jako ucho tvaru růžového lístku).

**KRK:** Silný, středně dlouhý, horní linie krku je lehce klenutá, dobře zasazený do plecí.

**TRUP:**

**Horní linie:** Hřbet je pevný a silný, rovný od kohoutku ke kyčelním kloubům.

**Zád:** Mírně spadající.

**Hrudník:** Nepříliš široký, ale hluboký, dosahuje až k loktům.

**Žebra:** Dobře klenutá a dlouhá. Hrudník není ani sudovitý ani protáhlý.

**Spodní linie a břicho:** Přiměřeně vtažené.

**OCAS:** Rovný, přirozeně dlouhý nebo zkrácený. Je-li kupírovaný (v zemích, kde tento zvyk není zakázaný), nebo přirozeně krátký, nepřesahuje 10 cm.

**KONČETINY:**

**HRUDNÍ KONČETINY:**

**Plece:** Lopatky jsou dlouhé, ploché, poměrně blízko kohoutku a jsou dobře uloženy.

**Končetiny:** Rovné a silné. Kostí silné, v průřezu spíše oválné než kulaté.

**Nadprstí:** Středně dlouhé a velmi mírně skloněné. Přední paspárky mohou být odstraněny.

**Tlapy:** Oválné, kompaktní, se sevřenými, dobře klenutými prsty. Nášlapné polštářky jsou silné a pružné.

**PÁNEVNÍ KONČETINY:**

**Celkový vzhled:** Pánevní končetiny jsou od sebe vzdálené přibližně stejně jako hrudní končetiny v plecích.

Zaúhlení mezi pávní a stehenní kostí odpovídá úhlu mezi lopatkou a ramenní kostí, tvoří přibližně pravý úhel.

**Koleno:** Čistě vyjádřené.

**Hlezenní kloub:** Přiměřeně zaúhlený.

**Hlezna:** Krátká, kolmá k zemi a při pohledu zezadu souběžná. Zadní paspárky musí být odstraněné.

**Tlapy:** Oválné, kompaktní, se sevřenými, dobře klenutými prsty. Nášlapné polštářky jsou silné a pružné.

**CHODY:** Australský ovčák má hladký, nenucený krok. Vykazuje velkou čílost pohybu s vyrovnaným dlouhým krokem. Hrudní a pánevní končetiny se pohybují přímo a souběžně s podélnou osou těla. Při rychlejším pohybu se tlapy obou párů končetin stácejí směrem k této ose, přičemž hřbet zůstává pevný a rovný. Australský ovčák musí být hbitý a schopný okamžitě změnit směr nebo typ pohybu.

**OSRSTĚNÍ:** Středně hrubé, rovné až zvlněné, odolné vůči počasí a středně dlouhé. Množství a kvalita podsady se liší v závislosti na klimatu. Srst je kratší a hladší na hlavě, uších, přední straně hrudních končetin a na hleznech. Na zadní straně hrudních končetin a stehnech je srst přiměřeně delší. Hříva a náprsenka je výraznější u psů než u fen.

**ZBARVENÍ:**

Blue merle, černá, red merle, červená – všechny barvy s i bez bílých odznaků, a s nebo bez tříslových odznaků, žádný typ zbarvení nemá přednost. Linie růstu bílých chlupů límce nesmí přesáhnout kohoutek.

Bílá barva je přípustná na krku (jak na části, tak celý límec), na hrudi, na končetinách, na spodní straně tlapy, tvoří lysinku na hlavě. Bílá na spodní části těla smí zasahovat 10 cm (4 palce) od vodorovné linie měřené od lokte.

Na hlavě by bílá barva neměla převažovat, oči musí být úplně obklopené barevnou srstí s dostatkem pigmentu. Zbarvení merle věkem psa tmavne.

**VÝŠKA:**

**Výška v kohoutku:** U psů se upřednostňuje výška 51-58 cm (20-23 palců), u fen 46-53 cm (18-21 palců). Kvalita nesmí být obětována ve prospěch velikosti.

**VADY:** Jakákoliv odchylka od výše uvedených bodů má být považována za vadu a vážnost, s níž je vada posuzována, má být v přímém poměru k jejímu stupni a jeho účinku na zdraví a prospěch psa.

**VÁŽNÉ VADY:**

- Vztyčené a visící uši.
- Netypické osrstění.

**VYLUČUJÍCÍ VADY:**

- Útočnost nebo přílišná plachost.
- Předkus. Podkus větší než 3 mm (1/8 palce). Ztráta kontaktu způsobená tím, že prostřední řezáky (středáky) jsou menší, by u jinak korektního skusu neměla být považována za předkus. Zlomené zuby, nebo zuby, které chybí po úraze, by neměly být penalizované.
- U všech zbarvení bílé skvrny na těle, což znamená bílá na těle mezi kohoutkem a ocasem, na bocích mezi lokty a zadní stranou pánevních končetin.

Všichni jedinci vykazující fyzickou vadu nebo poruchu chování budou vyloučeni z posuzování.

**Pozn.:** Psi musí mít dvě zjevně normálně vyvinutá varlata, plně sestouplá v šourku.