

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra speciální zootechniky a etologie



Dědičnost barev a odznaků u starokladrubských koní

Bakalářská práce

Autor práce: Lucie Římalová

Vedoucí práce: doc. Ing. Mgr. Ivan Majzlík, Csc.

© 2014 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Dědičnost barev a odznaků u Starokladrubských koní" 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 neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne: _____

Podpis:

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala panu doc. Ing. Mgr. Ivanu Majzlíkovi, CSc., za pomoc při hledání informací, za cenné rady, vstřícnost a trpělivost a za strávený čas při zpracovávání práce.

Podpis:

Dědičnost barev a odznaků u starokladrubských koní

Souhrn

Zbarvení koní je důležitou vlastností pro chovatele i majitele. Zbarvení koní se stalo u některých plemen typickým plemenným znakem jako u plemen starokladrubských koní, haflinga, clevelandského hnědáka, fríských koní nebo appaloos.

U starokladrubských koní je zbarvení důležitým faktorem šlechtění. Bílé i vrané zbarvení bylo šlechtěno po mnoho generací a pravidla plemenitby nesměla být porušena, aby nedocházelo k výskytu nechtěného zbarvení. Nejvíce ohrožen byl starokladrubský vraník a jeho chov byl téměř zlikvidován. Dnes je chov starokladrubských běloušů i vraníků centralizován v NH Kladruby nad Labem a ve Slatiňanech.

V posledních letech se problematika dědičnosti barev a odznaků dostala popředí vědců a získávají se stále nové informace.

Klíčová slova: barvy, zbarvení, odznaky, genetika, dědičnost, vybělování, starokladrubský kůň

Heredity of coat color and markings in Old Kladruber horse

Summary

Color of horse is an important characteristic for breeders and owners. Colouring horses happened in some breeds the main character as breeding Oldkladruby breeds of horses, Haflinger, Cleveland Dark Horse, Appaloosa and Friesian horses.

At Old Kladruby horse coloring is an important factor in breeding. White and black color has been breeding for many generations and breeding rules could not be breached in order to avoid an unwanted color. Most was threatened Old Kladruby black horse and his breeding was almost destroyed.

Today is breeding Old Kladruby white horses and black horses centralized in NH Kladruby nad Labem and in Slatiňany.

In recent years, the issue of inheritance colors and markings received foreground and scientists are constantly gaining new information.

Keywords: color, color of genetics, markings, genetics, heredity, bleaching, Old Kladruber horse

Obsah

1	Úvod	7
1.1	Rod Equus.....	7
2	Cíl práce.....	10
3	Literární řešerše.....	11
3.1	Chov starokladrubských koní.....	11
3.2	Zbarvení koní	15
3.3	Význam zbarvení.....	16
3.4	Slovní a grafický popis.....	17
3.5	Lokus Color	17
3.6	Lokus Extension	18
3.7	Lokus Agouti	19
3.8	Ryzé zbarvení	19
3.9	Vrané zbarvení.....	20
3.9.1	Jet-black (notfading - black)	21
3.9.2	Fading – black.....	21
3.10	Hnědé zbarvení.....	22
3.11	Determinace bílého zbarvení.....	22
3.11.1	Lokus Gray.....	23
3.11.2	Lokus Roan	25
3.11.3	Lokus White.....	25
3.12	Albinotické zbarvení	26
3.13	Strakaté zbarvení	27
3.13.1	Tobiano	27
3.13.2	Overo.....	27
3.13.2.1	Overo Letal White Syndrome	28
3.13.3	Sabino.....	28
3.13.4	Splashed white	28
3.13.5	Leopard complex.....	29
3.14	Modifikační geny.....	29
3.15	Primitivní znaky.....	30
3.16	Odznaky	31
3.16.1	Odznaky hlavy a trupu	32
3.16.2	Odznaky končetin.....	33
4	Závěr	34
5	Seznam literatury.....	35
6	Přílohy.....	39

1 Úvod

1.1 Rod Equus

Počátek rodu Equus je datován přibližně před 60ti miliony let. Jeho postupný vývoj a veškeré fyziologické změny jsou dochovány v prehistorických nálezech- zkamenělinách. Jedním z nejstarších prakoní byl Eohippus, který postupným vývojem došel až do dnešní podoby Equus Caballus – koně domácího. Evoluční vývoj lze vystopovat ke všem mezníkům jenž byly dochovány v kosterních nálezech a na každém můžeme pozorovat postupné proměny formování těla, stavbu končetin, skladby zubů, tvary lebky a podobně.

Prapředek Eohippus dosahoval velikosti lišky, s krátkou hlavou se 44 zuby a hrbolatými stoličkami, pružný klenutý hřbet, ruční a hleznové klouby jsou blízko nad zemí, ale končetiny jsou delší (Koubek et al.,1957).

Předchůdci dnešních koní obývali pralesy s měkkou půdou, a proto bylo přínosnější pohybovat se po pěti prstech. Změna přírodních podmínek způsobovala již zmíněnou přeměnu tělesných tvarů, protažení končetin, zkrácení prstů a zesílení prostředního prstu na jeden delší a mohutnější (Bowling, 2000; Dušek a kol., 2011; Koubek et al.,1957; Navrátil, 2007, Sambaous, 2006).

Jak uvádí Bekonyi (1987, 2001), domestikace prvních koní vznikala přibližně v době neolitu, v oblasti východní Evropy, odkud se šířili po celém kontinentu. Ve srovnání s dnešními koňmi měřili zhruba 137 cm a byli používáni jako mobilní prostředek v sedle nebo jako koně tažní.

Rod Equus byl domestikován na až přelomu 4.-5. tisíciletí před naším letopočtem. Původně se koně používali jako zdroj potravy a až později lidé začali využívat i jejich sílu, tudíž jako dopravní prostředek. V průběhu domestikace byli chováni pro jejich vlastnosti a pro svou vlastní potřebu (Dušek a kol., 2011; Navrátil, 2007).

Domestikovaná zvířata mají vlastnost proměnlivosti různých typů zbarvení, závislé na zděděných genech potomků po svých rodičích. Prvotní zbarvení původních koní tzv.“divoké zbarvení“ a k němu často vázané primitivní znaky, napomáhalo k ukrývání se před predátory a však bylo modifikováno vlivem vnějšího prostředí, například dlouhodobými výkyvy teploty, slunečním zářením atd., (Koubek et al., 1957).

Pro naši představu původní barva odpovídá myší barvě – šedé až šedohnědé. Srst plní především ochranou a termoregulační funkci těla (Maršálek, 2008).

Zabarvení srsti zvířat v našem případě koní patří mezi hodnotné znaky v první řadě pro chovatele a majitele. Postupným chovem, šlechtěním a vznikem samostatných plemen se ustanovovaly nejen charakteristické vlastnosti jednotlivých plemen, ale i jejich zbarvení. U některých plemen se přihlíží na dědičnost zbarvení pro zachování barvy plemene, jako příklad lze uvést starokladrubske koně, jejichž barva- bělouš, vraník, je typickou vlastností v chovu. Dále koně lipické nebo koně se strakatým zbarvením (Appaloosa) (Kapitzke, 2006, Kelekna, 2009, Misař, 2005).

Wright (1917) a Castle (1954) se shodují, že proměnlivost ve zbarvení domestikovaných koní umožnila studovat genetické založení podle fenotypového projevu.

Zbarvení patří mezi první vlastnosti, které byly zkoumány na molekulární úrovni, přičemž prvním testovaným zvířetem byla myš domácí (Jackson, 1994).

6

M. A. Levine



Figure 1.1. Map showing locations of Dereivka, Botai and Early Iron Age Altai sites: Ak-Alakha, Bashadar and Pazyryk.

Table 1.1. Chronology of the west Eurasian steppe

Obrázek 1 - Oblasti domestikace koní (Mills, 2005)

Žádné zvíře nehrálo takovou roli ve společnosti a politické struktuře jako kůň. Vzestupy a pády říší, velké bitvy, rozvoj dopravního systému, pošty, zemědělství a sportovních aktivit se uskutečnili s koňmi po boku lidí (Bowling, 2000).

Využití koní se neustále mění. Od pomocníků na poli přes soumarské užívání, záprahu v kočárech, až po sportovní využití nebo „jen“ jako hobby, jak ho známe v dnešní podobě. Člověk neustále zasahuje do životních potřeb koní zásadním způsobem a proto nese

zodpovědnost za korektní zacházení, aby se kuň za všech okolností cítil fyzicky i psychicky co nejlépe (Koubek et.al, 1957; Kapitzke, 2006; Navrátil, 2007).

2 Cíl práce

Hlavním cílem této bakalářské práce je, pomocí již zjištěných informací z literárních zdrojů osvětlit a analyzovat problematiku dědičnosti barev a odznaků u koní starokladrubských.

Na základě literárních zdrojů vysvětlit pojmy dědičnost barev a odznaků u starokladrubských koní, u kterých jsou známé dva typy zbarvení v podobě vraníků, běloušů nebo případných odchylek jejich zbarvení. Dále popsat jejich projevy, příčiny, mechanismy zbarvení a pigmentace.

3 Literární rešerše

3.1 Chov starokladrubských koní

Chov starokladrubského koně na světě trvá více než 400 let a patří k nejstarším plemenům koní, který má společný původ s koněm lipickým v předcích starošpanělských a staroitalských. Je tedy plemenem koní, které bylo až do konce 19. století chováno v Itálii severní a střední až k Římu v četných větších i menších populacích. Nejstarší evropský hřebčín byl založen v Kladrubech nad Labem v roce 1491 rodinou Pernštejnů, jenž zakoupila místní panství a v roce 1560 byl prodán královské komoře. V roce 1563 byl zde založen hřebčinec císařem Maxmiliánem II (NH Kladruby).

Ovšem jak je uvádí Koubek (1957), je toto tvrzení přepisovaný omyl z Motlochovy monografie „Die Kladruher Rasse“.

Zakládající listina podepsaná Rudolfem II. v roce je uložena v archivu bývalé České komory. To vše se událo dne 24. dubna roku 1579 (Bílek, in Koubek, 1957).

Základem původního chovu byly domácí klisny, zapouštěné dovezenými hřebci španělského a neapolského původu. Na počátku se chovali koně různých barev, dokonce i isabely a strakáči, vzácní byli albíni s modrými očima. Brzy se však ustálily jen dvě barvy, bílá a černá (Valenta, in Dyková, 2010).



Obrázek 2 Auror: Straková (2014), Galavečer "Koně na Žofíně" (NH Kladruby, 2014).

Nejsilnější rozmach hřebčina patří do období Karla IV., který byl velikým milovníkem koní. Hřebčín se stal nejsilnějším dvorním chovným hřebčínem té doby s chovem kolem 300 klisen a 30 plemeníků. Během Pruských válek byl hřebčín skoro zničen. Po bitvě u Kolína 17. června 1757 se zde usídlil rakouský jezdecký pluk a po jejich odchodu budovy zachvátil požár a shořelo prakticky vše i mnoho nejstarších chovatelských spisů a dokumentů.

V roce 1770 se hřebčín na impuls Josefa II. dočkal své obnovy a chov starokladrubských koní byl zachráněn. Chov byl využíván pro císařský dvůr, tudíž získal podstatnou oporu pro šlechtění, jehož posláním bylo získat elegantního karosiera, podle požadavků tehdejší šlechty. Po vzniku Československé republiky v roce 1918, se předností hřebčina stává chov plemenných hřebců pro zemské chovy všech. Hlavním důvodem byl pád Rakousko-Uherské říše a zánik tehdejších hřebčinů, které pod říši spadaly. Dalším úkolem hřebčina byl chov starokladrubských koní, již pouze ve dvou barvách bílé a černé. Bohužel, vraníci nebyli považováni za raritu a jejich chov byl rozprodán a i téměř zlikvidován.

Až práce Františka Bílka pomohla chov vraníka ve Slatiňanech zachránit. V 90. letech se hřebčín podřídil ministerstvu zemědělství ČR a byl ustaven jako Národní hřebčín. V polovině 90. let pak byl starokladrubský kůň vyhlášen Národní kulturní památkou UNESCO. (Dušek a kol., 2011, NH Kladruby, Koubek et al, 1957; Kapitzke, 2006)

Hřebcem zakladatelem chovu starokladrubských běloušů byl vraný hřebec italsko-španělského původu Peppoli narozený roku 1764, jehož syn Imperátor zplodil bílého hřebce Generale roku 1787, který se stal zakladatelem kmene Generale. Ten dále zplodil mnoho potomků, ale nejdůležitějším je Generalissimus, jakožto jeden z další zakladatelské linie (NH Kladruby).

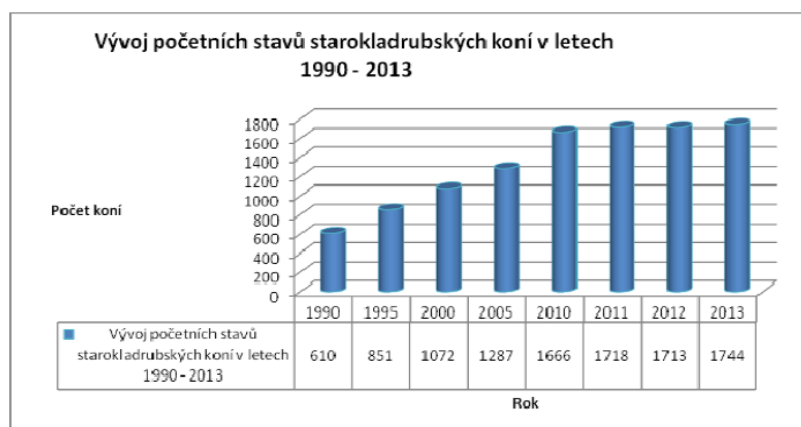
Plemenitba vraníků neprobíhala snadno. Původně začala ve dvou kmenech po hřebcích Sacramoso a Napoleone. Ovšem linie Napoleone byla postupně zlikvidována v Kladrubech v roce 1922. Z kmene Sacramoso se vyštěpil kmen Solo (NH Kladruby).

Jak je uvádí Dyková (2010), pro regeneraci starokladrubského vraníka bylo shromážděno pouhých 12 koní. Tři hřebci po Sacramoso XXIX a osm klisen, z nich pouze dvě čistokrevné. Proto prof. Bílek použil klisny starokladrubského bělouše, lipické klisny, kladrubo-lipické klisny, klisny orlovského klusáka a klisny s částečným starokladrubským původem pro obnovu vraného chovu.

K rozšíření chovu byl použit arabsko-lipický kmen Siglavy Pakra a fríský kmen Romke (Kapitzke, 2006).

V současnosti je chov starokladrubských koní zachován, zdárně rozšiřován s cílem udržení, jako jediné původní české plemeno. Využívá se pro reprezentativní dvorské zápřeže

(slouží na královských dvorech v Dánsku a Švédsku), pro soutěže spřežení (účastní se mistrovství světa), barokní ježdění, pro službu jízdní policie i rekreační vyjíždky (Kapitzke, 2006).



Obrázek 3 - Vyhodnocení šlechtitelského programu za rok 2013, chov starokladrubských koní, NH Kladruby, 17.1. 2014

Hlavním cílem je odchovat koně s středně velkým až velkým tělesným rámcem, s pevnou tělesnou stavbou a souladnými rozměry a s charakteristickou klabonosou hlavou. K 20.1.2010 bylo evidováno 57 plemenných hřebců (28 běloušů, 29 vraníků) a 479 plemenných klisen (234 bělek, 245 vranek). Do genetických zdrojů bylo, z celkového stavu 479 plemenných klisen, zařazeno 352 klisen, tj. 73,5 % (Dyková, 2010).



Obrázek 4 Autor: Fialová (2011), "Bíločerná Elegance" - Quadriga (NH Kladruby, 2011).

Pro porovnání se ve Vyhodnocení šlechtitelského programu roku 2013 (17.1.2014) můžeme dočíst o stavu ke dni 31.12 2013 kdy bylo evidováno „jen“ 50 hřebců, z nich 25 běloušů a 25 vraníků. Nárůst zaznamenal u klisen kterých evidujeme 499 a z toho 241 bělek a 258 vranek (Dyková, 2010).

Po celém světě je evidováno přibližně 1500 Starokladrubských koní. Plemeno starokladrubského koně bylo zařazeno mezi genetické zdroje a plemenná kniha se uzavřela pro přilévání krve dalších plemen (Dyková, 2010).

Tabulka 1 - Přehled zakladatelů čistokrevných klasických kmenů Starokladrubských (Dyková, 2010).

Název	Barva	Rok narození	Plemeno	Původ
Generale	Bělouš	1787	Starokladrubský	Slovensko – Kopčany
Generalissimus	Bělouš	1797	Starokladrubský	Slovensko – Kopčany
Sacramoso	Vraník	1800	Starokladrubský	Morava – Kroměříž
Napoleone	Vraník	1845	Italskošpanělské	Itálie – Řím
Solo	Vraník	1927	Starokladrubský	Čechy– Kladruby n.L.
Favory	Plavák	1779	Starokladrubské	Čechy– Kladruby n.L.

Tabulka 2 - Přehled zakladatelů čistokrevných neklasických kmenů starokladrubských koní (Dyková, 2010).

Název	Barva	Rok narození	Plemeno	Původ
Siglavy Pakra	Vraník	1946	Lipické	Chorvatsko – Dakovo
Romke	Vraník	1966	Fríské	Nizozemsko
Rudolfo	Bělouš	1968	Lusitano	Portugalsko

3.2 Zbarvení koní

Důležitou vlastností pro chovatele koní je zbarvení zejména při popisu exteriéru. Pozornost věnujeme nejen barvám ale i odstínům, odlišnostem a také odznakům. Popis barev je nedílnou součástí plemenářské práce a můžeme se s ní setkat v jakékoli plemenné knize. Dále se snažíme kromě odstínů rozlišovat i další odchylky jako lesklost, skvrnitost, grošování, prokvetlost, vločkování, tečkování (Dušek a kol. 2011; Koubek et al, 1957).

- Lesk je dán ošetřováním a správnou a kvalitní výživou. U koní se doporučuje přidávání lněného semínka do denní krmné dávky jak pro silnější a lesklejší srst, zdravou kůži tak pro lepší trávení a průchodnost střev.
- Skvrnitostí bývají označovány větší různě tvarované skvrny na těle běloušů.
- Grošování se nejčastěji vyskytuje u vybělujících běloušů. Ovšem prokazatelně se vyskytuje i u koní, kteří jsou dobře krmeni a zásobovány živinami. Jde vlastně o kruhovou změť tmavých chlupů se světlým prostředkem, většinou na bocích břicha.
- Prokvetlost jedná se o zamíchání bílých chlupů mezi tmavší a převládající chlupy. Vyskytuje se po celém těle i lokálně, v husté či řídké podobě.
- Vločkování neboli „posněžení“ bílými chlupy po celém nebo jen po části těla.
- Tečkování má přibližně stejný projev jako skvrnitost, ale v popisu se musí uvést barva teček zejména u běloušů.
- Eclipsovy neboli Mohamedovy skvrny jsou tmavé skvrny vyskytující se nejčastěji na krku, prsou, bocích a zádi ryzáků
(Kapitzke, 2006; Maršálek, 2008; Misař, 2005; Navrátil, 2007).

Zbarvení srsti je dáno pigmentem. Geny ovlivňující zbarvení u koní můžeme rozdělit do dvou hlavních skupin. První skupinu tvoří geny působící na melanocyty, na jejich vznik, diferenciaci, proliferaci a migraci a do druhé skupiny řadíme geny působící přímo na syntézu pigmentu (Rieder et al., 2001).

Koubek (1957) i Dušek (2011) se shodují, že určení zbarvení je ovlivněno několika dalšími faktory (kromě již zmíněné pigmentace). Jde o odraz a dopad světla, proto se vždy barvu koně určujeme na dobře osvětleném místě. Ovlivnit jej může také línání, stárnutí či onemocnění.

Jsou známé geny, které ovlivňují základní zbarvení srsti. To znamená že změní podobu základní barvy například zesvětlením. Genetickým základem pro zbarvení koní je 12 párů genů. Barva srsti patří mezi kvalitativní znaky a geny které zodpovídají za tento fenotypový projev nazýváme majorgeny. Majorgeny jsou geny velkého účinku. O většině barev rozhodují majorgeny na zhruba 7 lokusech (Misař, 2005).

Z hlediska mendelistické dědičnosti jsou pravidla odvozena na základě rodokmenů, případně ze záměrného páření konkrétních zvířat známého genotypu (Searle, 1986).

Uspořádání DNA koně můžeme najít například i na webových stránkách:

<http://www.broadinstitute.org/mammals/horse>

3.3 Význam zbarvení

Důležitou vlastností pro chovatele koní je zbarvení hlavně při popisu exteriéru. Pozornost věnujeme nejen barvám ale i odstínům, vzácným odlišnostem a také odznakům. Popis barev je nedílnou součástí plemenářské práce a můžeme se s ní setkat v jakékoli plemenné knize. V poslední době zbarvení má vliv především na širokou veřejnost, ačkoliv na výkonnosti, vytrvalosti, konstituci či charakteru koní nic nemění. Jde spíše o přednost majitele k oblíbenému zbarvení.

Je zatím zcela nejasné zda dědičnost zbarvení ovlivňuje i další vlastnosti jako je schopnost odolávat onemocněním či dlouhověkosti koní. Znalosti o dědičnosti barev lze využít při kontrole rodičovství, při výběru neboli selekci nebo při hledání vhodného páru rodičů pro získání žádoucího zbarvení v další populaci. Tyto vědomosti nám mohou napomoci k sestavování šlechtitelských plánů a volbě vhodných rodičů.

3.4 Slovní a grafický popis

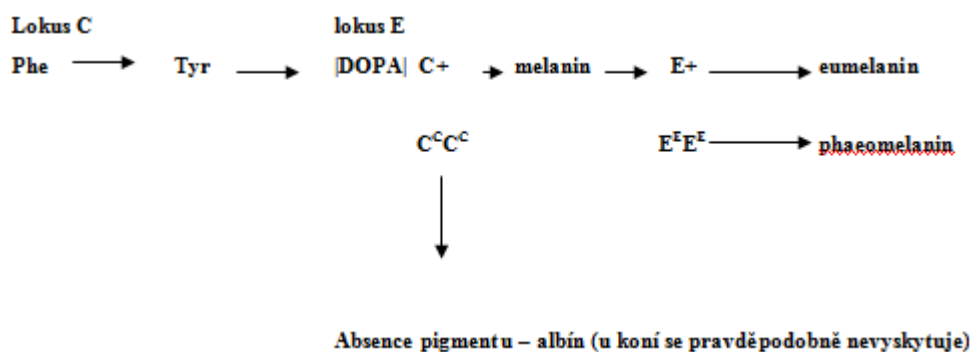
Všechny náležitosti kolem popisu koní a jeho zapisování má dle zákona č.154/2000 Sb., o šlechtění, plemenitbě a evidenci hospodářských zvířat, ve znění pozdějších předpisů a vyhlášek – č.448/2006 Sb.(šlechtění a plemenitba) a č. 136/2004 Sb.(označování a evidence), vydaný Ministerstvem zemědělství na starost Ústřední evidence koní České Republiky, která spadá pod Národní hřebčín Kladruby nad Labem – Slatiňany.

Slovní a grafický popis musí dle výše uvedeného zákona (2004, 2006) musí obsahovat popis základní barvy a vrozených odznaků na částech těla – hlava, krk, končetiny a tělo koně, osla nebo jejich křížence.

Jak ve shodě uvádějí Dušek a kol. (2011), Koubek et al. (1957) a Navrátil (2007), v případě změn během života, musí být opraveny a zapsány do průkazu nebo v registru koní osobou která provádí označování koní. Po té, jsou zakresleny do grafického popisu odznaky v přesném tvaru a jejich umístění včetně chlupových vírů, které se jsou zakreslovány dle směru uspořádání chlupů. Ty jsou různě velké a vyskytují se na mnoha místech těla, nejčastěji však na hlavě, krku, plecích či ve slabínách.

3.5 Lokus Color

Vznik pigmentu a geny, které ovlivňují základní zbarvení u koní je vystižen ve schématu Sponenberga (1996).



Obrázek 5 - Schéma vzniku pigmentu a geny ovlivňující zbarvení - Sponenberg (1996)

Schéma vysvětluje, že za vznik základních zbarvení – ryzák, hnědák, vraník, zodpovídají geny na lokusech. Na lokusu C se nachází gen C^{cr}, který je zodpovědný za tzv. cremello ředění (Sponenberg, 1996).

Tato alela je „neúplně dominantní“, což znamená, že u heterozygotních jedinců má odlišný fenotypový projev než u jedinců s homozygotní sestavou genů. Fenotypový projev tohoto zbarvení spočívá v heterozygotním založení, proto neexistuje možnost vyšlechtění plemene s neštěpícím se zbarvením (Bowling, 2000).

V českém jazyce ovšem pro tyto termíny máme pouze jeden souhrnný název – plavák (Koubek, 1975).

U heterozygotních jedinců dochází k neúplnému zesvětlení pigmentu a hnědé zbarvení přechází v tzv. bucskin, kdy i jejich oči a kůže mají světlejší barvu než u neředěných zbarvení, dále pak z ryzého vznikají tzv. palomina a z vraníků tzv. smoky. U jedinců s homozygotní sestavou dochází k velmi nápadnému zesvětlení srsti až do odstínu barvy tzv. slonovinové kosti. Jejich kůže je růžová a oči často bývají modré. Častokrát jsou tyto koně označováni jako tzv. pseudoalbíni (cremello, perlino, smoky cream) a tudíž bývá velice obtížné stanovit původní zbarvení (Hofmanová, 2010).

Nejjednodušší způsob pro pochopení zesvětlení cremello ředění je v tabulce č.3 kde je znázorněno i jeho zesvětlení od základních barev.

Tabulka 3 - přehled "cremello ředění" s anglickým názvoslovím zbarvení (Hofmanová, 2010)

$C^C C^C$	Ryzák	Hnědák	Vraník
$C^C C^{Cr}$	Palomino	Bucskin	Smoky
$C^{Cr} C^{Cr}$	Cremello	Perlino	Smoky cream

3.6 Lokus Extension

Zbarvení je řízeno genem MC1R, který svou dominantní alelou E řídí tvorbu černého pigmentu eumelaninu. Recesivní alela e je zodpovědná za tvorbu červeného pigmentu - phaeomelaninu (Sponenberg, 1996).

Sestava alel na lokusu Agouti je úplně závislá na lokusu E (Robbins et al., 1993). Vrtková (2010) pravděpodobně nejsnadněji vysvětluje postavení alel v závislosti na jejich dominantnosti, kdy recesivní homozygoti mají barvu červenou – ryzáci. A černě zbarvení koně mají minimálně jednu dominantní alelu E. Proto potomci koní, kteří mají homozygotní sestavu $E^E E^E$ nikdy nebudou mít ryzou srst.

3.7 Lokus Agouti

Robbins et al. (1993) zjistil, že lokus Extension kóduje melanocyty hormon – receptor MSHR, přičemž lokus Agouti kóduje antagonistu tohoto receptoru.

Jako mutaci v souvislosti s recesivním černým – vraným zbarvením A^aA^a uvádí Rieder et al. (2001) delecii v genu ASIP. Kdy je změněna sekvence aminokyselin a tím je produkován modifikovaný agouti-signaling protein.

Lokus Agouti je znám u téměř všech savců (Bowling 2010).

Vrtková (2010) zjednodušeně definovala působení genů dle sestav alel. Dominantní alela A způsobuje černé zbarvení pouze na okrajových částech těla jako ocas, hříva a spodní část těla a vzniká hnědák. Recesivní alela A^a působí na pigmentaci celého těla a vzniká vraník.

Tabulka 4 - Schéma zbarvení koní lokusu Agouti a Extension (Hofmanová, 2010).

LOKUS EXTENSION	LOKUS AGOUTI	VÝSLEDNÉ ZBARVENÍ
$E^c E^c$	$A^A A^A$; $A^A A^a$; $A^a A^a$	Ryzé zbarvení
$E^E E^E$; $E^E E^c$	$A^a A^a$	Vrané zbarvení
$E^E E^E$; $E^E E^c$	$A^A A^A$; $A^A A^a$	Hnědé zbarvení

3.8 Ryzé zbarvení

Ryzé zbarvení je ovlivňováno sestavou alel na lokusu Extension. Recesivní alela e je zodpovědná za tvorbu červeného pigmentu - phaeomelaninu (Sponenberg, 1996).



Obrázek 6 Autor: Votavová (2013) - Horse farm Kroutilík - ryzé zbarvení.

Červený pigment u koní (phaeomelanin) se může objevovat v různých odstínech od hnědočervené měděné, zlatavé až skoro žluté barvy, v závislosti na nepřítomnosti zesvětľujících a modifikačních genů ředění. Faktory ředění mohou způsobovat bílé, krémové, světle hnědé, žluté a zlaté odstíny (Bowling, 2010).

Odstín ryzého zbarvení vypovídá jistou odlišnost od pravých světlých ryzáků od tmavých jedinců. Tato variabilita vzniká pravděpodobně působením dosud neznámých modifikačních genů (Anderson, 2003).

3.9 Vrané zbarvení

Vrané zbarvení je způsobeno působením lokusů Extension a Agouti a jejich vzájemným působením jak je popisováno výše.

Vraníci mají čistě černou barvu bez příměsi hnědé nebo jiné barvy. A mnozí lidé zaměňují černé hnědáky za vraníky. Pokud je viděna jiná barva (kromě bílých odznaků) na srsti koně v zimě, většinou se nejedná o vrané zbarvení. Důvodem proč je hovořeno o zimním období, je proto že slunce v létě srst často zesvětľí (Sutor, 2000).

Při páření dvou vraných koní vzniká homozygotně recesivní $A^a A^a$ (Sponenberg, 2009).

Vraná barva je druhé nejrecesivnější zbarvení. U některých plemen je ale vyžadováno jako třeba u starokladrubsých koní nebo fríských. Za vznik vraného zbarvení jsou zodpovědná sestava $A^a A^a$ na lokusu Agouti (Sponenberg, 1996).



Obrázek 7 Autor: Votavová, 2014, Clin D'Or - vraný hřebec Českého teplokrevníka.

3.9.1 Jet-black (notfading - black)



Obrázek 8 Autor: NH Kladruby - Sacramoso Xedona VI - 31 nar. 20.4. 2010.

Zbarvení charakteristické uhlenně černou až modročernou barvou. Pokud je kůň chován ve vhodném životním prostředí (dostatečný přísun krmiva a tekutin, dostatek pohybu v boxe i ve výběhu), může mít srst až kovově-modrý lesk. Barva není ovlivněna změnou počasí ani línáním (Sponenberg, 2009).

3.9.2 Fading – black

Tzv. letní vraník je takové zbarvení, které je typické svou popelavou barvou nebo hnědým odstínem srsti. Ta je většinou bez lesku a často zesvětlá vlivem počasí nebo línáním (Sponenberg, 2009).



Obrázek 9 Autor: NH Kladruby - Riversa - 12 nar. 1.6.2009 – vraná klisna.

3.10 Hnědé zbarvení

Hnědáci mají pigmentovanou srst i kůži barvy hnědé v různých odstínech, avšak barva končetin a hřívky je černá (Koubek et.al. 1957).

Toto zbarvení je detekováno postavením alel lokusů Extension a Agouti a vzniká při výskytu $E^E E^e$ a zároveň $A^A A^a$ (Vrtková, 2010).

Barva srsti odpovídá kaštanové barvě. Světlý hnědák a tmavý hnědák se odlišují odstínem srsti, a černý hnědák je typický pouze světlými částmi srsti v oblastech slabin, kolem huby a očí, a zbytek těla je černě zbarvený (Maršálek, 2008).



Obrázek 10 Autor: Votavová (2008) - hnědý hřebec Security Risk 6, Napajedla.

3.11 Determinace bílého zbarvení

Chov a šlechtění starokladrubských koní je zaměřen na barevné varianty bělouše a vraníka. Ale vyskytují se i barevné výjimky například hnědáci a ryzáci (Hofmanová, 2010).

Dle plemenného řádu (2011), se z plemenitby nevyklučují ani jiné barevné varianty klisen - hnědáci a ryzáci, ale jiné barevné varianty hřebců, než bělouši a vraníci, jsou z plemenitby vyloučeny.

U starokladrubských běloušů jsou hříbata narozena v základním zbarvení a postupem věku vybělují.

3.11.1 Lokus Gray

I když je pro starokladrubské koně typické pouze dvojí zbarvení – bílé a vrané, mohou se vyskytnout výjimky jiné barvy.

V případě narození hříběte, které nevyběluje, se stává důkazem, že oba jeho rodiče – bělouši, vlastní heterozygotní sestavu alel na lokusu Grey - $G^G G^g$. Při páření takových to jedinců vzniká 75% pravděpodobnost k narození bělouše a 25% pravděpodobnost normálně zbarveného koně, u kterého je konečné zbarvení dáno na lokusech Extension a Agouti (Hofmanová, 2010).



Obrázek 11 - Autor: Schwabe, 2013 - Solo Romea XV21 nar. 9.4.2009 – 5letý vybělující bělouš – Lokus Grey

Proces vybělování je řízen úplně dominantní alelou G na lokusu Grey, to znamená, že nad všemi barvami převládá. S každoroční výměnou srsti zvyšuje podíl bílých chlupů, avšak kůže je stále pigmentovaná (Hofmanová, 2010).

Zákonitost vybělování nebyla doposud vyjasněna, odhaduje se, že jde buď o poškození transportu melaninu nebo o celkové přerušení jeho produkce (Rieder et al., 2000).

Proces vybělování bývá ukončen většinou přibližně kolem 6 až 7 roku věku, nicméně někteří nikdy nedosáhnou úplného vybělení (Sölkner et al., 2004).

Pielberg et al. (2008) tvrdí, že vybělování u homozygotů G^G ve srovnání s heterozygoty G^g probíhá rychleji a efektivněji.

Sestavu alel na lokusu G je v dnešní době možné odhalit experimentální analýzou DNA (Pielberg et al., 2008).

Pielberg et al. (2008) a Hofmanová (2010) zjistili, že heterozygoti vybělují pomaleji a nemusí vždy dosáhnout stejné úrovně vybělení jako homozygotní jedinci. Ovšem existuje možnost, že tento proces vybělování je ovlivňován dalšími genetickými faktory, které způsobují výskyt muškovitosti nebo grošování (Swinburne et al., 2002).



Obrázek 12 - Autor: NH Kladruby - Generale Energica II nar. 1998 – 16letý vybělující bělouš – lokus Grey

Lokus G může také vytvářet mnoho odstínů a vzorů na trupu koně (úhoří pruh, zebrování, grošování či tečkování), prozatím nebylo zjištěno, jakým procesem vznikají (Sponenberg, 2009). Mohou se také vyskytovat nepigmentované plochy po těle a lze i prokázat zvýšenou vnímavost na přítomnost kožního melanomu (Pielberg et al., 2008).

3.11.2 Lokus Roan

Alela Rn^{Rn} je úplně dominantní a způsobuje tzv. prokvetlost. Ta je vysvětlována jako příměs bílých chlupů v základní barvě – hnědé, černé, ryzé. S rostoucím věkem je poměr bílých chlupů nezměněn, zůstává stále stejný na rozdíl od vybělujících běloušů. Po celý život koně hlava zůstává tmavší než zbytek těla, to samé i končetiny a často i spodní část břicha. Existuje možnost výskytu odchylek odstínu zbarvení způsobená vylínáním, nebo ročním obdobím – zima vs. léto, ale ne vždy je na první pohled určitelná. Typická je tmavší srst v částech jizvě, otlaků, nebo obrácené grošování (Sponenberg, 1996).

Tento genotyp $Rn^{Rn} Rn^{Rn}$ býval dlouhou dobu považován za letální – způsobující úhyn (Hintz and Van Vleck, 1979), avšak Geurts (1977 in Bowling, 2000), popisuje výskyt tohoto znaku i u homozygotních jedinců.



Obrázek 13 - Kopečková, 2012 - klisna s hříbtem hnědého bělouše Norického koně

3.11.3 Lokus White

Geny lokusu W ovlivňují výskyt pigmentu v kůži a srsti. Úplně dominantní alela W^W způsobí blokování projevů všech ostatní genů tvořící pigment kůže a srsti. Kůže je růžová a je pokryta bílou srstí a to je způsobeno absolutní nepřítomností melanocytů a melaninu. Oči bývají hnědé, někdy modré. Narozená hříbata jsou bílá, ale na uších a kolem nich mívají pigmentovanou srst, která s věkem vymizí.

Sestava $W^W W^W$ je dominantně homozygotní a způsobuje úhyn již v embryonálním stadiu. V případě narození hříbete s touto sestavou dochází k úmrtí krátce po porodu (Bowling, 1996).

Homozygotní sestava $W^W W^W$ je pro koně letální, $W^W W^w$ způsobuje typické zbarvení s nepigmentovanou srstí, kůží i očima a koně se alelou w^w mají normální zbarvení, které ovlivňují lokusy Extension a Agouti (Haase et al., 2007).

Celkově bylo popsáno 14 alel - mutací, které způsobí tzv. plášťově bílé zbarvení, příměsi bílé – white, příměsi bílých chlupů v základní barvě srsti – roan nebo strakatosti – tobiano, sabino (Rieder et al., 2009).



Obrázek 14 - Autor: Slawik, 2013 - Oldenburgem ikarus

3.12 Albinotické zbarvení

Albínem neboli pseudoalbínem bývají označeni koně s maximálním zesvětlením srsti (Misař, 2005).

Jde vlastně o ředění zbarvení genotypem $C^{Cr}C^{Cr}$, kdy dochází k depigmentaci kůže i srsti. Velmi světlé zbarvení srsti ve spojení s modrou barvou očí je často u některých plemen považováno za vadu a proto takto zbarvení jedinci nejsou zapisováni do plemenné knihy (Mariat et al., 2003).

Bílek (in Koubek et al., 1957) popisuje albína, jako koně narozeného se žlutobílou srstí na nepigmentované růžové kůži, s bílými až světlžlutými žíněmi a rohovinou kopyt. Oči jsou buď pigmentované, hnědé nebo častěji nepigmentované, modré nebo červené. A dále je také popisuje dle odstínu, stupně a lesklosti jejich srsti.

3.13 Strakaté zbarvení

Problematika určování zbarvení strakatosti a jejich typů je složitá především z důvodu, že český jazyk nemá pro tyto typy, stejně tak jako u ředění zbarvení, vhodné názvy, které by označovaly různý genetický základ fenotypů. Patrnou příčinou je málo rozšířený chov koní se strakatým zbarvením na našem území. Ale i v anglicky psané literatuře se objevují rozdíly v určování strakatého zbarvení (Hofmanová, 2010).

3.13.1 Tobiano

Barevné zbarvení srsti je především na hlavě, prsou a slabínách kdežto srst ostatních částí je bílá a vyrůstá z růžové nepigmentované kůže. Oči bývají hnědé, výjimečně modré. Typické jsou také bílé končetiny a často se vyskytují i odznaky na hlavě. Procento nepigmentované plochy je různé od 20-80% a musí přecházet alespoň v jednom místě přes páteř. Tento typ strakatosti je autozomálně dominantní a na základě fenotypu není možné rozpoznat dominantní homozygoty od heterozygotů (APHA 2009).

Alela To^{To} je tedy úplně dominantní. Mezi chovateli je právě v dominantní podobě nejcennější. Nejen proto, že takový jedinec přenesl své geny na potomka, ale i proto, že není letální. Určit, zda je či není kuň dominantním homozygotem dříve napomáhal genetický test experimentálním připouštěním (Bowling, 1996). Dnes již existuje řada testů DNA, díky kterým jsou tyto genotypy zjišťovány.

3.13.2 Overo

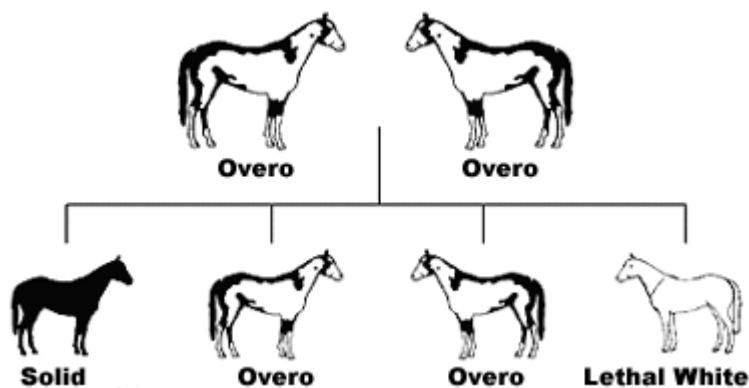
Strakatost overo nejčastěji bývá charakterizována přítomností velkých bílých asymetrických ploch s nepravidelnými okraji na bříše, hřbetu ale část od kohoutku po ocas bývá vždy barevná. Koně získávají většinou modré zbarvení očí a bílé zbarvení na hlavě. Jestliže se na končetinách nevyskytují odznaky, bývají kopyta i nohy tmavá, tak jako u jednobarevných koní (APHA, 2009, Lečiková, 2005).

Někdy se můžeme setkat s názvem frame overo s alelou Fr^{Fr} , který v podobě dominantního homozygota způsobuje tzv. Overo lehal white syndrome (Sponenberg, 2009).

3.13.2.1 Overo Letal White Syndrome

Některá hříbata, především u plemene Paint horse, jsou narozena úplně bílá i když mají geny pro strakatost typu overo. Na první pohled se zdají zdravá, ale po určité době se první příznaky začnou projevovat. Vykazují koliku způsobenou neschopností se vykálet. OLWS je vždy smrtelná a hříbě krátce po porodu uhyne (Vrotsos et al., 1998).

Vrotsos et al., (1998) uvádí, že ne všichni koně s overo zbarvením jsou nositeli letální alely.



Obrázek 15 Anonym – Vetnex.

3.13.3 Sabino

Alela Sb^{Sb} dominantně ovlivňuje jedince s homozygotní sestavou (Sponenberg, 2009).

Typ tohoto zbarvení je obvyklý nejen u plemene paint horse, ale také je přítomen u chladnokrevných i plnokrevných koní. Kopyta a končetiny bývají bílé. Bílá se rozlévá od končetin vzhůru v pruzích od břicha po celém trupu, ale ohraničení bílé a základní barvy bývá neostré. Obvyklá je i prokvetlost. Někteří koně mohou připomínat nevybělující bělouše (APHA, 2009).

3.13.4 Splashed white

Původně převládala teorie o recesivním založení alely Spl^{Spl} . Nyní už víme, že je způsobena dominantním genem. Dříve se toto zbarvení vyskytovalo pouze výjimečně. Tato strakatost se nejlépe definuje jako by kůň byl polit barvou. Hlava bývá bílá s modrýma očima (Sponenberg, 2009).

3.13.5 Leopard complex

Dominantně působící alela Lp^{Lp} , kdy homozygoti jsou typičtí malým počtem pigmentových skvrn a větší částí bílé srsti na povrchu těla. Všechny skvrny mají stejný genotypový základ ale fenotypový projev bývá velmi odlišný. Tato alela se projevuje ve všech barvách kromě white. Častokrát dochází k viditelnosti bělma oka, pruhování kopyt a špatné kvalitě ocasních žíní, které se postupně odlamují (Sponenberg, 2009).

Výskyt minimálně jedné dominantní alely Lp^{Lp} způsobuje strakatost typu „appaloosa“, pro kterou jsou typické drobné různě barevné skvrny v bílé srsti na nepigmentované kůži. Homozygotní sestava $Lp^{Lp} Lp^{Lp}$ udává obvykle větší plochy bílé srsti neheterozygotní $Lp^{Lp} Lp^{lp}$ (Sponenberg, 1996).



Obrázek 16 Autor: Slawik, 2013- Norikem Sixtu - Leopard komplex.

3.14 Modifikační geny

Sooty je známé jako přítomnost černých chlupů v základní, nejčastěji ryzém zbarvení. Mohou připomínat úhoří pruh. V praxi bývají často popisována jako kouřová či popelavá místa v srsti. Patrně jsou zbytkem původního maskování koní (Sponenberg, 2009).

Mealy neboli pangaré, je považován za protiklad sooty, kdy účinkuje zesvětlením některých míst, jako spodní část břicha, na hubě či kolem očí (Sponenberg, 2009).

Flaxen efekt pravděpodobně je způsoben působením více genů a je založen pro ryzé zbarvení. Dochází k zesvětlení hřívy i ohonu z původní barvy na žlutou až bílou. U ryzáků ovšem ale může docházet i k tzv. siluet modifikaci, což je zesvětlení hřívy i ohonu s příměsí světlých i tmavých žíní (Sponenberg, 2009).

3.15 Primitivní znaky

Vznik primitivních znaků je způsoben dominantní alelou D^D (Dun). S působením alely D je spojován výskyt tzv. primitivních znaků jako je úhoří pruh, zebrování na končetinách, maska na hlavě, pruhy a stíny na pleci, krku, bílé žíně v hřívě a ohonu, které jsou prvořadým faktorem pro určení o jaký typ ředění pigmentu se jedná. U některých jedinců nastává spolupůsobení alel pro více typů ředění a tím vznikne jedinec například se zbarvením palomino s úhořím pruhem (Hofmanová, 2010).

Stachurska (1999) se domnívá, že vznik primitivních znaků je podmíněn působením genů na odlišném lokusu M, který je v úzké vazbě s lokusem Dun.

Naprosto odlišnou teorii, která prozatím není podložena žádnou vědeckou prací, je, že primitivní znaky existují u všech koní a dominantní alela D^D nepůsobí na jejich zesvětlení ale pouze v případě zesvětlení jiných částech těla se stávají viditelnými (Castle, 2008).

Úhoří pruh, zvláštní pigmentový pruh podél páteře, vyskytující se především u plaváků. V případě nevyskytujícího pruhu u plavého zbarvení musí tento jev být zapsán v popisu (Dušek a kol. 2011).

3.16 Odznaky

Hofmanová (2010) uvádí, že bílé odznaky vznikají v důsledku absence melanocytů v chlupových cibulkách a v kůži v ohraničených oblastech na těle zvířat. U primitivních koní se odznaky nevyskytovaly a rozšířily se, podobně jako všechny fenotypy, projevující se větším či menším podílem bílých ploch na těle, až v průběhu domestikace.

Odznaky řadíme mezi znaky kvantitativní, což znamená že pro jejich fenotypový projev je potřeba více genů s malým účinkem. V tomto případě není dědičnost zcela vysvětlena (Misař, 2005).

Mezi chovateli ovšem existují nepsaná pravidla o dědičnostech odznaků, například větší výskyt odznaků u ryzáků nebo dědičnost velkých odznaků. Tzv. bez proměny, je nazýván kůň s barevnou srstí bez jediného odznaku (Koubek, 1957).

V prvé řadě jsou rozdělovány na vrozené a získané. Získané odznaky jsou takové které kůň získá během svého života například výžehy, jizvy po zranění, skvrny po otlacích, defekty, tetování nebo označení tekutým dusíkem. A měly by se uvádět do popisu koně po odznacích vrozených (Navrátil, 2007).

Vrozené odznaky jsou takové odlišnosti na základní barvě srsti, jenž slouží k identifikaci a popisu koně (Kapitzke, 2006).

Jsou určovány podle jejich umístění – hlava, trup, končetiny. Odznakům bylo dříve věnováno mnohem více pozornosti, nejen pro důležitost při popisu, ale i kvůli pověrám o odznacích přinášející štěstí nebo smůlu (Koubek, 1957).

Studie zaměřena na plemeno koní Franche-Montagne, ukázala že existují tři hlavní geny, které svými interakcemi určují rozsah bílých odznaků. Bylo testováno více než 1000 koní tohoto plemene na přítomnost těchto genů a bylo odhaleno sedm míst genomu zodpovědných za odznaky a díky nové počítačové technologii z nich byly určeny tři geny, které odznaky způsobují (Haase, 2008., Lesté - Lasserre, 2013).

Přestože byl tento výzkum zaměřen pouze na jediné plemeno, lze jej použít i na koně ostatní plemen (Haase, 2008).

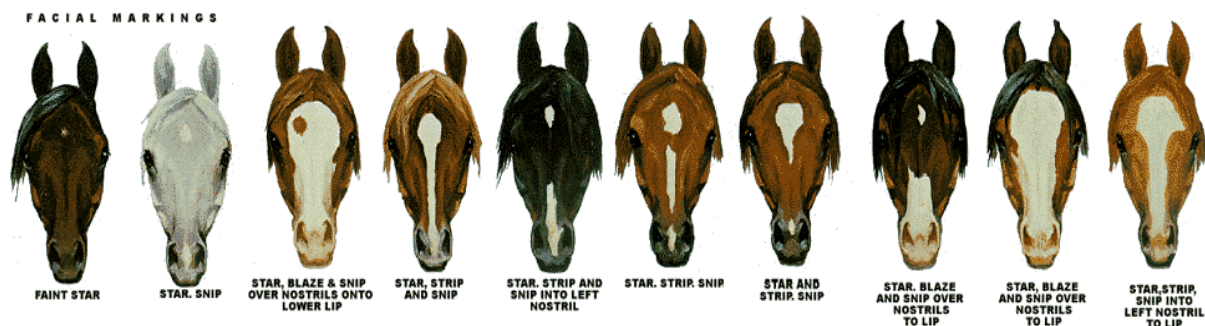
Rieder et al. (2008) uvádí, že bílé odznaky mají vysokou dědivost – $h^2 > 0,5$.

3.16.1 Odznaky hlavy a trupu

Koeficient dědivosti byl zjištěn pro odznaky na hlavě $h^2 = 0,54$ (Misař, 2005).

Například u koní fríských, jsou odznaky na hlavě přípustné pouze v případě, že nepřesahují velikost 3,2 cm a nezasahují do linie očí. Ovšem odznaky na jiné části těla nejsou přípustné (Czech and Slovak Friesian Horse Organization, 2012).

- Prokvetlé čelo – je popsán jako slabě nebo silně prokvetlé čelo.
- Kvítek – menší skvrnka na čela v průměru kolem 1-2cm.
- Hvězdička – menší bílá skvrna na čele.
- Hvězda – větší nebo velká bílá skvrna na čele, uvádí se dle její polohy, tvaru a pravidelnosti.
- Nosní proužek – úzký bílý pruh, přibližně do 2 cm šířky, rozlišován na horní, dolní nebo přerušovaný dle polohy na nose.
- Nosní pruh – širší proužek na nose, někdy bývá spojen s hvězdičkou.
- Lysina – široký pruh většinou od čela až po horní pysk, je popsána dle průběhu a šíře.
- Bílá hlava – neboli lucerna, je široká lysina, probíhající přes jedno či obě oči, bývá spojována s „rybíma“ očima.
- Muška – tak bývá označována malá skvrnka mezi nozdrami.
- Šňupka – neboli slinka, růžová skvrnka na horním pysku.
- Bílý pysk – bývá horní nebo dolní.
- Mléčná huba – oba pysky bílé.
- Skvrny na pyscích – žabka jakožto skvrnka na spodním pysku, díle skvrny na dolním a na obou pyscích nazývána jako kropenatá či ropuší (Dušek, 2011, Koubek, 1957, Navrátil, 2007).



Obrázek 17 The Arabian Horse - Facial markings (1996-2014).

3.16.2 Odznaky končetin

Koeficient dědivosti byl zjištěn pro odznaky na předních končetinách $h^2 = 0,33$ a na zadních končetinách $h^2 = 0,40$ (Misař, 2005).

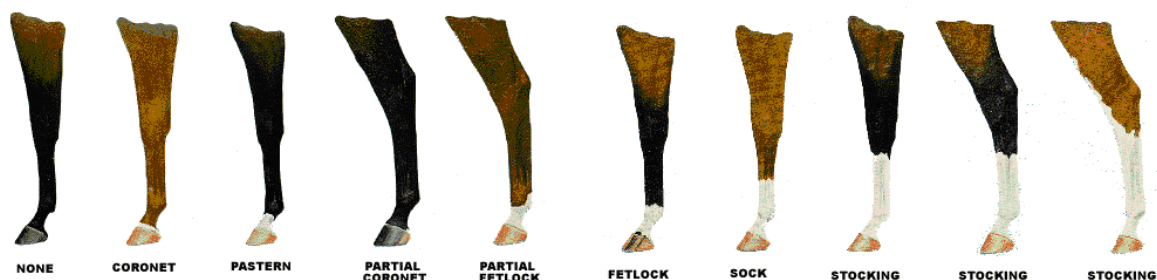
Při popisu těchto končetin je nutno postupovat v daném pořadí levá přední, pravá přední, levá zadní a pravá zadní. Ovšem pokud na nějaké končetině odznak není, z popisu se vynechá. Tyto odznaky mohou být buď bílé nebo prokvetlé či skvrnité, kde se poté uvádí umístění skvrny (Dušek et al., 2011).

Zbarvení kopyta se většinou řídí pigmentací kůže korunky. Kopyto žluté nebo pruhované se do popisu uvádí v případě že není ve spojení s korunkou (Koubek et al., 1957).

- Korunka bílá – je nejmenším odznakem končetin. Bývá označován bílý odznak po celém obvodu korunky.
- Korunka skvrnitá – jedna či více skvrnek na obvodu korunky, určována je skvrnka pravá nebo levá, vzadu či v předu.
- Patka – popisována v případě asymetrického odznaku na patce či patkách.
- Spěnka – spěnkový kloub, celá bílá spěnka, vzadu či vpředu, vně či uvnitř.
- Nad spěnku
- Do $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ holeně – popisována přesná výška odznaku a jeho prokvetlost.
- Holeň
- Nad karp / hlezno
- Do $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ předloktí / bérce – určována výška pro lepší popis.
- Bílá noha – v případě celé bílé nohy.

(Dušek et al., 2011, Koubek, 1957, Navrátil, 2007).

Identifying The Arabian Horse LEG MARKINGS



Obrázek 18 The Arabian Horse - Leg markings (1996-2014).

4 Závěr

Znalosti principů dědičnosti barev a odznaků je důležitým kritériem pro šlechtitelské plány v chovu starokladrubských koní. Je nutno, aby byly rozšiřovány znalosti a informace o genetice zbarvení. Protože každý chovatel by měl mít určité znalosti dědičnosti barev.

Současně i celá společnost, především asociace chovu koní na našem území, by měli podporovat vzdělání v tomto směru a společně se snažit najít nejvhodnější způsoby pro šlechtitelské programy právě v rámci dědičnosti barev.

Existují instituce, které nabízejí testování genotypu koní, ovšem pro mnohé chovatele je to nejen finančně nedostupná záležitost, mnohokrát chovatelé nemají vhodné podklady a materiály nebo jsou odkázáni právě pouze na své znalosti při připařování.

Chov starokladrubských koní již je po mnoho let evidován a kontrolován aby nedocházelo k negativním výsledkům. Další studium dědičnosti barev a odznaků u starokladrubských koní by mělo napomoci ke zlepšení šlechtitelské strategie, samotné selekce i sestavování připařovacích plánů, které jsou základem pro další chov.

5 Seznam literatury

- Anderson, L., Melanocortin receptor variants with phenotypic effects in horse, pig, and chicken. Ann. N. Y. Acad. Sci., 2003.
- APHA, Coat Color Genetics Guide, 2009, Dostupné z: www.apha.com.
- Arabian Horse Association, Markings, Copyright © 1996-2014 Arabian Horse AssociationSM. All Rights Reserved. Dostupné z: <http://www.arabianhorses.org/registration/markings/Markings.asp>.
- Bekonyi S., Animal genetic resources information, volume 6, April 1987, pp29-36, online publishing August 2001, Food and agriculture organization of the United Nations 1987.
- Bílek, F., Chov koní , In Koubek et.al., Speciální zootechnika díl II., 1957. Státní zemědělské nakladatelství v Praze ve sbírce učebnice.
- Bowling, A. T., Horse Genetics, CABI Publishing Wallingford, 1996, UK, ISBN 0 85199 101 7.
- Bowling, A. T., Ruvinsky, A., The Genetics of the horse, CABI Publishing, 2000. ISBN 0 85199 429 6.
- Bowling, A.T., The Agouti and Extension loci in Horses, 27.12 2010; dostupné z: <http://homecomingbook.wordpress.com/2010/11/27/the-agouti-and-extension-loci-in-horses/>.
- Castle, N., Primitive marking Tudory, 2008, dostupné z: www.duncentralstation.com.
- Castle, W.E., Coat color inheritance in horses and in other mammals. Genetics, 1954, Dostupné z: www.genetics.org/cgi/reprint/39/1/35.pdf.
- Czech and Slovak Friesian Horse Organization, 2012, dostupné z: <http://www.csfho.cz/index.php/plemeno>.
- Dušek, J., Misař, D., Miller, Z., Navrátil J., Rajman J., Tluchoř V., Žlumov P., Chov koní, 2011, Nakladatelství Brázda,s.r.o. Praha, ISBN 978-80-209-0388-4.
- Dyková Z., Fuksa I., Machek J., Šancová Z., Valenta V., Plemenná kniha starokladrubsých koní , 2010, Národní hřebčín Kladruby nad Labem,s.p.2010, VČT Sezemice,s.r.o. , Sezemice 2010. ISBN 978-80-254-9004-4.

- Haase, B., Brooks, S.A., Schlumbaum, A., Azor, P.J., Bailey, E., Alaeddine, F., Mevissen, M., Burger, D., Poncet, P.A., Rieder, S., Leeb, T., Allelic heterogeneity at the equine KIT locus in dominant white (W) horses. *PLoS Genetics*, 2007.
- Haase, B., Jude, R., Brooks, S.A., Leeb, T., An equine chromosome 3 inversion is associated with the tobiano spotting pattern in German horse breeds. *Animal Genetics*, 2008.
- Hofmanová B., Charakteristika zbarvení u starokladrubských koní a výskyt melanomu, Disertační práce; Praha 2010.
- Hofmanová B., Majzlík I., Vostrý L., Mach K.; Zbarvení starokladrubských koní a jeho diverzita; *Acta fytotechnica et zootechnica – mimoriadne číslo*, Nitra, Slovaca Universita Agriculturae Nitriae, 2010, str. 9-12.
- Jackson, I. J., Molecular and developmental genetics of mouse coat color. *Annual Review of Genetics* 1994.
- Kapitzke, G., Kůň od A do Z, 2006. Nakladatelství Brázda,s.r.o. 2008. ISBN 978-80-209-0363-1.
- Kelekna, P., The horse in human history, 2009; Cambridge University Press, ISBN-0-521-73629-9.
- Koubek, K., Ambrož, L., Bílek, F., Blažek, K., Dušek, J., Hartmann, K., Hanuš, K., Král, E., Lerche, F., Michal, V., Munk, Z., Müller, V., Pernička, J., Píša, A., Procházka, V., Příbyl, E., Richter, L., Řechka, J., Sejkora, K., Steinitz, J., Speciální zootechnika,díl druhý, Chov koní; 1957; Státní zemědělské nakladatelství Praha.
- Lesté – Lasserre, Ch., Genetics behind horses' face and leg markings studied, 2013., dostupné z : <http://www.thehorse.com/articles/32985/genetics-behind-horses-face-and-leg-markings-studied>.
- Lečíková, S. 2005. Výroba zbarvení – tobiano, overo. *Jezdectví*, 53, 11, 48-49.
- Maršálek, M., Chov koní – popis, posuzování, šlechtění; 2008, Jihočeská zemědělská univerzita, ISBN 978-80-7394-101-7.
- Mariat, D., Taourit, S., Guerin, G., A mutation in the MATP gene cause the cream coat colour in horse. *Genet Sel Evolution*, 2003.
- Mills, D.,McDonnell, S., The domestic horse, 2005, United Kingdom at the University Press, Cambridge; ISBN 10 0-521-89113-2 .
- Misař, D., Jiskrová, I., Chov a šlechtění koní, Mendlova univerzita v Brně, MZLU Brno 2005. ISBN 80-7157-510-0 . Str.147- 150.

- Navrátil, J., Základy chovu koní, Praha: ÚZPI Praha, 2007., ISBN 978-80-7271-186-4.
- Národní Hřebčín Kladruby nad Labem, státní příspěvková organizace, Dostupné z : www.nhkladruby.cz/.
- Pielberg, G.R., Golovko, A., Sundström, E., Curik, I., Lennartsson, J., Seltenhammer, M.H., Druml, T., Binns, M., Fitzimmons, C., Lindrgen, G., Sandberg, K., Baumung, R., Vetterlein, M., Strömberg, S., Grabbher, M., Wade, C., Lindblad-Toh, K., Pontén, F., Heldin, C.H., Sölkner, J., Andersson, L., A cis-acting regulatory mutation cause premature hair greying and susceptibility to melanoma in the horse, 2008, Nature Genetics. Nature Publishing Group, dostupné z: <http://www.nature.com/naturegenetics>.
- Plemenný řád Starokladrubských koní, Národní Hřebčín Kladruby nad Labem, státní příspěvková organizace, 2012 schválen Ministerstvem Zemědělství České Republiky č.j.: 194848/2011-MZE dne 30.11.2011.
- Rieder, S., Taourit, S., Mariat, D., Langlois, B., Guérin, G., Mutation in the agouti (ASIP), the extension (MC1R), and the brown (TYRP1) loci and their association to coat color phenotypes in horses (Equus caballus)., 2001, Mammalian Genome 12: 450-455.
- Rieder, S., Hagger, Ch., Obexer-Ruff, G., Leeb, T., Poncet, PA., Genetic analysis of white facial and leg markings in the Swiss Franches-Montagnes horse breed., 2008 J Heredity, 99(2): 130-136.
- Rieder, S., Molecular tests for coat colours in horses., 2009, J. Anim. Breed. Genetics, 126: 415-424.
- Rieder, S., Stricker, Ch., Joerg, H., Dummer, R., Stranzinger, G., A comparative genetic approach for the investigation of aging grey horse melanoma., 2000, J Anim Breed Genet 117: 73-82.
- Robbins, L. S., Nadeau, J. H., Johnson, K. R., Kelly, M. A., Roselli-Rehfuss, L. et al., Pigmentation phenotypes of variant extension locus alleles result from point mutation that alter MSH receptor function. 1993, Cell 72: 827-834.
- Sambaous, H. H., Atlas plemen hospodářských zvířat, Zlom Adam studio, s.r.o., nakladatelství Brázda s.r.o., Praha, 2006. ISBN 80-209-0344-5.
- Sbírka zákonů České republiky; vydavatelství a nakladatelství Ministerstva Vnitřní ČR, 2004 online z : www.mvcr.cz.
- Slawik, Ch., Equine photography, 2013., dostupné z: <http://slawik.com>.
- Sölkner, J., Seltenhammer, M., Curik, I., Niebauer, G., Genetic relationship between speed of greying, melanoma and vitiligo prevalence in grey horses. 52th Annual Meeting

of the European Association for Animal Production (EAAP). September 5-9, 2004, Bled, Slovenia.

- Sponenberg, P., Equine colors genetics, 1996, 3.vydání Wiley 2009, ISBN 9 780 8138 1364 6.
- Sponenberg, P., Equine colors genetics, 1996, 2. vydání Wiley 2003 ISBN: 9780813807591.
- Sponenberg P., Equine colors genetics, 2009, Wiley, ISBN-13: 978-0813813646.
- Stachurska, A.M., Inheritance of primitive markings in horses. J. Anim. Breed. Genetics, 1999, 116: 29-38.
- Sutor, Ch., Color and Markings, published January 2000, dostupné z: <http://www.equusite.com/articles/basics/basicsColors.shtml>.
- Swinburne, J.E. ,Hopkána A., Binns M.M., Assignment of the horse grey coat colour gene to ECA25 using whole genome scanning. Anim. Genet., 2002., 33, 338–342.
- Vetnex, dostupné z : <http://www.vetnext.com/results.php?s=disease&id=73060378996%20462>.
- Vrotsos, P.D., Santschi E.M., Stalking the lethal white syndrome, University of Minnesota researchers track down the gene responsible for lethal white foals, Paint horse journal, July 1998, dostupné z: www.apha.com/breed/geneticsarticles/lethalwhites3.
- Vrtková, I., Stehlík L., DNA testy pro základní zbarvení koní, 2010, Zpracováno s podporou projektů MZe ČR QH92277 a LAMGen, s.r.o. DNA01.
- Vyhodnocení šlechtitelského programu za rok 2013 chov Starokladrubských koní, Národní hřebčín Kladruby nad Labem, 17.1 2014.
- Výroční zpráva Národního programu ochrany a využití genetických zdrojů hospodářských zvířat, ryb a včel za rok 2002. Národní referenční středisko pro genetické zdroje hospodářských zvířat, VÚŽV Uhřetěves, Praha.
- Wright, S., Color inheritance in mammals. J. Heredity, 1917.

6 Přílohy

Tabulka 5 - - genotypy vybraných barev koní - (Misař, 2005).

Barva	Anglický název barvy	Genotyp
Vraník	Black	E-, aa, CC, dd, gg, ww, tt
Myšák (šedý plavák)	Grullo	E-, aa, CC, D-, gg, ww, tt
Hnědáček	Bay	E-, A-, CC, dd, gg, ww, tt,
Plavák	Dun	E-, A-, CC, D-, gg, ww, tt
Plavák	Buckskin	E-, A-, CC ^{Cr} , dd, gg, ww, tt
Žluťák - isabela	Palomino	ee, (AA,Aa,aa),CC ^{Cr} , dd, ww, tt
Světlý žluťák – isabela - pseudoalbín	Perlino	E-, A-, C ^{Cr} C ^{Cr} , dd, gg, ww, tt
Světlý žluťák – isabela - pseudoalbín	Cremello	ee, (AA,Aa,aa), C ^{Cr} C ^{Cr} , dd, qq, ww, tt
Ryzák	Chrstnut	Ee, (AA,Aa,aa), CC, dd, gg, ww, tt
Albín	White	W-
Bělouš	Grey	G
Hnědý strakoš	Bay tobiano	E-, A-, CC, dd, gg, ww, T-

Tabulka 6 - majorgeny a modifikující geny s velkým účinkem rozhodující o barvě koní (Misař, 2005).

Gen	Alela	Zjištěné účinky u alel homozygótů a heterozygótů	Název barvy
C	CC	CC: Kůň je plně pigmentovaný.	Vraník, hnědák a ryzák Plavák, isabela Světlý isabela („pseudoalbín“)
	C ^{Cr}	CC ^{Cr} : Červený pigment je zeslaben na žlutou, černý pigment (pokud se vyskytuje) není ovlivněn. C ^{Cr} C ^{Cr} : Oba pigmenty červený i černý jsou zeslabeny až na světle krémovou. Barva kůže a očí je také zeslabena	
E	E	EE: Kůň má schopnost vytvářet černý pigment v kůži a srsti. Černý pigment se může vyskytovat pouze v okrajových částech těla (hřívá, ocas, končetiny) nebo může být rovnoměrně rozmístěn po celém těle.	Vraník, hnědák, plavák Vraník, hnědák, plavák Ryzák
	e	Ee: Stejně jako u EE. ee: kůň má tmavě pigmentovanou kůži ale srst se jeví jako červená.	
A	A	AA: Pokud má kůň černou srst nebo žíně (E), pak jsou pouze v okrajových částech těla. A nemá vliv na červený pigment (ee).	Hnědák, plavák Vraník
	a	Aa: Stejně jako AA. aa: Pokud má černou srst (E), pak je uniformně rozmístěna po celém těle, A nemá vliv na (ee)	
D	D	DD: Kůň vykazuje zeslabenou barvu těla až matně červenou, žlutočervenou, žlutou. Okrajové části včetně úhořího pruhu, oslího kříže a kroužkování nohou.	Plavák dun, myšák
	d	Dd: Stejně jako u DD. dd: Kůň nemá zeslabenou barvu srsti.	
G	G	GG U koně je patrné progresivní vybělování až na bílou nebo tečkovanou bílou ale narodil se v jakékoliv barvě, pigment je vždy přítomen v kůži, srsti a očích ve všech fázích vybělování	Vybělující bělouš
	g	Gg: Stejně jako u GG. gg: Kůň nevykazuje vybělování s postupem věku.	
W	W	WW: Letální.	Albín
	w	Ww: Kůň má nedostatek pigmentu v kůži, srsti a očích, jeví se jako albín. ww: Kůň je pigmentovaný	
T	T t	TT: Kůň má charakteristické bílé skvrny, končetiny většinou bílé. Tt: Stejně jako TT. tt: Nejsou přítomny žádné znaky tobiano.	Strakoš

Tabulka 7 Porovnání názvosloví (Hofmanová 2010)

České označení barvy:	Americké názvosloví :
Hnědák, světlý hnědák	Bay
Tmavý hnědák, černá hnědák	Brown
Vraník	Black
Ryzák, světlý ryzák	Sorrel
Tmavý ryzák, černý ryzák	Chestnut
Plavák bez úhořího pruhu	Buckskin
Izabela – žluťák	Palomino
Světlý plavák – dříve albín	perlino
Světlá izabela – dříve albín	Cremello
Tmavý plavák	Dun
Šedý plavák	Grullo
Ryzák s úhořím pruhem	Red dun
Vybělující bělouš	Gray
Hnědý bělouš	Bay roan
Mourek	Blue roan
Červený bělouš	Red roan
Bílý kůň	white



Autor: Šancová , 271 Erisia – vybělující klisna



Autor: Šancová, 236 Consula - vybělující klisna



Autor: Šancová, 260 Egida - vybělující klisna



Obrázek 19 autor: NH Kladruby (2014), Rema-27, nar. 5. února 2014, vybělující klisnička.



Obrázek 20 Autor: NH Kladruby (2014), Generalissimus Aluma XLV - 5, vybělující hřebeček.



Obrázek 21 Autor: NH Kladruby, Ikora 40, nar. 8.5. 2008, vraná klisna.