



# Svaz chovatelů koní Kinských

Hradištko 126, 289 12 Sadská  
www.schkk.cz

## ZBARVENÍ A DĚDIČNOST BARVY U KINSKÉHO KONĚ

Prof. Ing. Václav Jakubec, DrSc., Česká zemědělská univerzita, Praha, Česká republika  
Dr. Monika Reissmann, Humboldt-Universität zu Berlin, Německo  
Ing. Josef Volenec, Národní hřebčín Kladruby nad Labem

Kinského kůň je v České republice zařazován do plemene „teplokrevný kůň“ s tím, že se vyznačuje značným výskytem tzv. žluťáků (isabel) a plaváků. V souladu se současnou mezinárodní terminologií se:

1. Žluťáci bez úhoří pruhu nazývají „palomino“ a s úhořím pruhem „red dun“.
2. Plaváci bez úhořího pruhu nazývají „buckskin“ a s úhořím pruhem „dun“.

I když zbarvení nemá přímý vliv na výkonnost koní, začíná mít široká veřejnost, která se zabývá sportovním využitím koní, zájem na tom, aby kromě žádané výkonnosti a exteriéru vykazovali jejich koně charakteristické zbarvení. Je však i pravděpodobné, že zbarvení a dědičnost zbarvení mohou mít vliv na další vlastnosti, které jsou korelovány s odolností vůči chorobám, s dlouhověkostí a chovatelskou hygienou. Zejména v USA je u chovatelů často zbarvení a výskyt odznaků a strakatost natolik středem zájmu, že je u některých plemen typ zbarvení koní plemenným znakem a podmínkou pro zápis do plemenné knihy. Mezi taková plemena patří v USA i plemeno koní „Palomino“, „Paint Horse“ či „Pinto“. Jedinci plemene **Palomino**, kteří přicházejí na trh, musí vykazovat světle žlutou barvou (zlatou barvu) srsti na trupu, hřívě, ohonu a končetinách bez úhořího pruhu.

Z uvedeného vyplývá, že je zapotřebí se systematicky v šlechtitelském cíli a šlechtitelském programu zabývat se zbarvením Kinského koně a využít této zvláštnosti pro jeho deklaraci jako plemene, popřípadě „genetické zdroje“ s ohledem na jeho specifickou v České republice a dokonce i v Evropě. Za tím účelem je nezbytná genetická analýza zbarvení Kinského koně. K dokonalému pochopení výsledku genetické analýzy je třeba ve stručnosti shrnout i nejnovější poznatky o dědičnosti zbarvení koní, a to se zaměřením především na ty geny a lokusy, které jsou pro zbarvení Kinského koně rozhodující.

Genetická analýza spočívá ve 2 krocích:

1. Teoretických základech dědičnosti zbarvení u koní
2. Vlastní genetické analýze Kinského koně

### 1. Teoretické základy dědičnosti

- 1.1. Základní principy mendelistické dědičnosti
- 1.2. Popis dědičných vloh barev a odznaků
- 1.3. Popis a dědičnost barev koní

#### 1.1. Základní principy Mendelistické dědičnosti

Barvu srsti, stejně jako rohatost, tvar hřebínku u slepic apod. řadíme do vlastností kvalitativních, které též označujeme jako *znaky*. Dědičné založení (*genotyp*) těchto znaků je přímo patrné na jedincích a jemu odpovídá zhruba i vzhled, tj. *fenotyp*. Faktory prostředí působí na projev těchto znaků nepatrně.

Každá tělní tkáň se skládá z buněk, v jejichž jádře se nalézají zárodečná hmota ve formě *chromosomů*. Každá somatická buňka koně vlastní 32 párů chromosomů. Potomku však každý z rodičů předává jen jednu sadu chromosomového páru, a to prostřednictvím pohlavních buněk (*gamet*). Při splynutí samčí a samičí pohlavní buňky dochází k vytvoření buňky (*zygoty*), obsahující v jádru buňky párové sady



## Svaz chovatelů koní Kinských

Hradištko 126, 289 12 Sadská  
www.schkk.cz

chromosomů, ze kterých se vyvíjejí embrya a nový jedinec. Přenos sady chromosomů na potomstvo se uskutečňuje náhodně. Na chromosomech je umístěno mnoho různých *genů*. Geny jsou rovněž uspořádány na chromosomech na určitém místě (*lokusu*) a každý lokus je označován velkým písmenem abecedy. Geny na stejném místě páru chromosomů nazýváme *alelními geny* neboli *alelami*. Tak například u dvou alel na lokusu **E** můžeme mít alelu E a alelu e. Mohou se tím vytvořit tři genotypy (pokud nebereme zřetel na jiné lokusy a geny, které mohou toto zbarvení modifikovat, nebo odborně řečeno působit epistaticky), a to EE (vraník), Ee (vraník) a ee (ryzák). Víme již, že spojením dvou rodičovských gamet vznikne zygota. Zygota je *homozygotní*, jestliže je pár alel na lokusu stejný (EE, ee) a *heterozygotní*, jestliže jsou obě alely různé (Ee). Z toho vyplývá, že alespoň jedna alela E rozhoduje o tom, že budoucí jedinec bude vraníkem. Alela E je zodpovědná za černou barvu a i u heterozygota Ee se bude jednat o vraníka. Alelu E označíme za *dominantní* (převládající) a alelu e za *recesivní* (potlačovanou, ustupující). Červená barva se projeví pouze u recesivního homozygota ee.

U uvedených genotypů EE, Ee a ee můžeme však za určité konstelace získat nikoliv jen vraníky a ryzáky, nýbrž vybělující bělouše (pseudoalbíny, koně s typem zbarvením cremello či perlino). Alela nebo alelový pár na jednom lokusu může potlačit účinek jiného alelového páru či alely na lokusu druhém, takže se účinek posledně jmenovaného páru nemůže vůbec projevit. V našem příkladu alela  $C^{cr}$  (žlutá barva bez úhořího pruhu) na lokusu **C** potlačuje účinek (působí epistaticky) všech možných genotypů na lokusu **E**, tj. genotyp  $C^{cr}C^{cr}$  a  $CC^{cr}$  zabraňuje vzniku ryzáků a jedinci  $CC^{cr}$  budou mít v dospělosti zbarvení palomino a jedinci  $C^{cr}C^{cr}$  budou bílí. Alelu  $C^{cr}$  označujeme za převládající (*epistatickou*) a lokus (gen) **E** za potlačovaný (*hypostatický*). Epistatické alely mohou být dominantní, přičemž mohou potlačit projevení alely na jiném lokusu buď v homozygotním stavu ( $C^{cr}C^{cr}$ ) nebo heterozygotním stavu ( $CC^{cr}$ ). Projevení alel na jiných lokusech však mohou potlačit i epistatické alely ve stavu recesivním. K tomu, aby mohly překrýt projevení alel na jiných lokusech musí být epistatické alely recesivní v homozygotním stavu.

Závěrem je třeba podotknout, že geny, které jsou zpravidla zodpovědné za barvu koní, označujeme za geny s velkými účinky (*major geny*).

### 1.2. Popis dědičných vloh

Popis dědičnosti vloh se soustředí pouze na ty lokusy a alely, které mají bezprostřední vztah ke zbarvení u koní Kinských, jedná se o tři lokusy **C**, **E** a **A**, na kterých jsou umístěny geny s velkým účinkem (*major geny*).

Principiálně však dědičnost barev koní je relativně jednoduchá, protože geny zhruba na 5 lokusech rozhodují o většině barev.

#### **Lokus C (color)**

Téměř všichni savci mají gen **C**, který v homozygotním stavu (cc) způsobuje nepřítomnost pigmentu v kůži, srsti a očích. Tito jedinci vykazují červené zbarvení očí, růžové zbarvení kůže a bílé (albinotické) zbarvení srsti. Alela c nebyla zjištěna u koní. Různé geny jsou zodpovědné za bílé anebo téměř bílé zbarvení koní, avšak ani jeden z těchto genů nezpůsobuje pravé albinotické zbarvení. Většina plemen koní je homozygotní pro gen **C**. V případě alely C se jedná o úplnou dominanci. U koní je však na stejném lokusu alela  $C^{cr}$ , která je neúplně dominantní a má ředící efekt pouze na barvu hnědou a červenou, nikoliv na barvu černou. Genotyp  $CC^{cr}$  rozředuje (zesvětluje) hnědou a červenou barvu srsti částečně.

Genotyp  $C^{cr}C^{cr}$  zesvětluje tyto barvy tak intenzivně, že jsou jedinci s tímto genotypem označováni jako albíni, i když pravými albíny nejsou (pseudoalbíni).



Svaz chovatelů koní Kinských

## S v a z c h o v a t e l ů k o n í K i n s k ý c h

Hradištko 126, 289 12 Sadská  
www.schkk.cz

Genotyp  $CC^{cr}$  mění hnědáky na zesvětlené hnědáky (bucks skin - *čti bakskin*), které označujeme jako plaváky.

Stejný genotyp mění ryzáky na palomino se světlou hřívou a světlým ocasem. Oči těchto koní mají barvu tmavou.

Genotyp  $C^{cr}C^{cr}$  zesvětluje hnědou barvu tak intenzivně, že vzniká odstín perlino. Stejný genotyp  $C^{cr}C^{cr}$  zesvětluje červenou barvu na krémově bílou barvu a v angličtině jsou tito jedinci nazýváni cremello (creamello - *čti krímelo*). I když jedinci typu perlino mají poněkud tmavší hřívou a ohon než jedinci typu cremello, je často obtížné oba dva genotypy od sebe odlišit.

### **Lokus E (extension)**

Dominantní alela E (EE, Ee) umožňuje tvorbu melaninu, zatímco recesivní alela e zabraňuje tvorbě melaninu a genotyp ee (recesivní homozygot) je zodpovědný za červené zbarvení a umožňuje tvorbu phaeomelaninu (*čti feomelaninu*). Hlavním znakem černého vlasového pigmentu u koní je okolnost, že může být rozšířen úplně na celém těle anebo může být lokalizován pouze na hřívě, ocasu a distálních částí končetin. V případě jen částečného rozšíření černé barvy na hřívou, ocas a distální část končetin hovoříme o hnědácích, protože na zbývajících částech těla bývá srst převážně hnědá až v některých případech červená. Úplné anebo částečné rozšíření černé barvy na těle je způsobeno epistatickými účinky jiného genu A (agouti), který bude popsán v další podkapitole. V podstatě můžeme říci, že fenotypy EE a Ee jsou zodpovědné za černou, tmavohnědou a hnědou barvu. Fenotyp ee je zodpovědný za různé odstíny od tmavého ryzáka až po světlého ryzáka.

### **Lokus A (agouti)**

Jak už bylo naznačeno v případě lokusu E, lokus A řídí rozšíření eumelaninu na těle koní. Dominantní alela A omezuje rozšíření černé barvy na hřívou, ocas a spodní část končetin. Recesivní alela a, pokud je v homozygotním stavu, neomezuje rozšíření černé barvy na těle. Recesivní homozygoti (aa) mají tudíž na celém těle černou barvu a jsou vraníky. Dědičnost na tomto lokusu lze shrnout do dvou bodů:

- alela A omezuje výskyt černé barvy na hřívou, ocas a spodní část končetin, jedinci AA a Aa jsou hnědáky
- alela a v homozygotní konstelaci je zodpovědná za černou barvu na celém těle jedinců. Jedinci jsou úplně černí.

### **1.3. Popis a dědičnost barev**

**Černá – vraník (black)** aa E- (možnost Ee a EE) CC,  $CC^{cr}$ ,  $C^{cr}C^{cr}$

Vraníci mají po celém těle černou srst včetně ocasu a žíní. Stejně tak i nozdry, pysky, tlama, slabiny a kopyta jsou černé. Vraníci mají zpravidla méně bílých odznaků než hnědáci a ryzáci.

**Hnědá – hnědák (bay brown - čti bej braun)** A- E- CC

Hnědáci se vyznačují hnědou a červeně mahagonovou barvou s černou hřívou, ocasem a končetinami. Za zmínku stojí tzv. černý hnědák, který bývá často zaměňován za vraníka. Černý hnědák má sice srst černou, ve které jsou roztroušeny načervenalé a hnědé chlupy na hlavě a končetinách a zejména na tlamě a slabinách.

**Plavá – hnědý plavák (bucks skin - čti bakskin)** A- E-  $CC^{cr}$

V tomto případě se jedná o zesvětlené hnědáky. Anglickým synonymem pro plavou barvu je bucks skin (jelení hněd). Termín jelení hněd přichází od barvy tříslem vyčiněné jelenice. Zbarvení bucks skin (bez



# Svaz chovatelů koní Kinských

Hradištko 126, 289 12 Sadská  
www.schkk.cz

úhořího pruhu) je způsoben lokusem **C**, kdy jedinci tohoto typu mají genotypovou konstituci typu  $CC^{cr}$ . Koně se zbarvením buckskin mají černou hřívu, ocas a končetiny.

## Perleťově bílá – perleťový bělouš (perlino) A- E- $C^{cr}C^{cr}$

Srst je téměř bílá (perleťové barvy, angl. pearl - čti perl). Od cremello se liší tmavší hřívou a ocasem. Pokud takoví koně mají bílé odznaky, jsou na podkladě perleťové barvy viditelné. Koně s tímto zbarvením jsou pseudoalbíny.

## Ryzá – ryzák (chestnut - čti čestnat) (AA, Aa, aa) ee CC

Ryzáci se vyznačují červenohnědou srstí s odstíny od žlutavě červené (světlý ryzák) až po tmavě hnědou jako u hnědáků a červených hnědáků s tím rozdílem, že hříva, ohon a spodek končetin jsou stejné barvy jako barva těla. Ryzák s velmi světlou barvou je v angličtině označován jako sorrel a na lokusu **A** má s největší pravděpodobností konstelaci alel aa.

## Žlutá – žluťák (palomino, isabella) (AA, Aa, aa) ee $CC^{cr}$

Zbarvení srsti na těle je žlutozlaté barvy a žíně i ohon jsou žlutobílé až bílé. Obecně platí, že žluťáci mají srst barvy žluté v různých odstínech, jehož žíně ve hřívě a ohonu, jakož i spodek končetin jsou buď téže barvy jako srst na trupu anebo světlejší, případně bílé a oči jsou tmavě zbarvené.

## Žlutě bílá – žlutý bělouš (cremello) - (AA, Aa, aa) ee $C^{cr}C^{cr}$

Jsou téměř bílí a jsou nesprávně označováni za albíny. Jsou tudíž pseudoalbíny. Ocas a hříva u typu cremello jsou zpravidla světlejší než u koní typu perlino. Jak u typu perlino, tak i cremello je v duhovce přítomno málo pigmentu.

## 2. Vlastní genetická analýza Kinského koně

### 2.1. Mendelistická dědičnost barev

V tab. 1 je uvedeno početní a procentické zastoupení jednotlivých barev podle pohlaví a celkem

Tab. 1. Početní a procentické zastoupení jednotlivých barev podle pohlaví

	Počet	Cremello Perlino		Hnědák		Palomino		Plavák		Ryzák		Vraník	
		ks	%	ks	%	ks	%	ks	%	ks	%	ks	%
<b>Hřebci</b>	24	0	0	2	8,33	14	58,33	2	8,33	5	20,8	1	4,18
<b>Klisny</b>	172	6	3,49	16	9,3	65	37,79	22	12,79	63	36,6		
<b>Valaši</b>	15	1	6,67	5	33,3	2	13,33	4	26,67	3	20		
<b>Celkem</b>	211	7	3,32	23	10,9	81	38,39	28	13,27	71	33,7	1	0,47

Z tab. 1 jednoznačně vyplývá vysoké zastoupení jedinců typu **palomino, ryzáků a cremello (resp. perlino)**, tj. 159 jedinců z celkového počtu 211 koní, což představuje 75,36 %. V tab. 2 jsou uvedeny genotypové a genové četnosti jak rodičovské generace, tak i generace potomků, tj. generace  $F_1$ , za předpokladu náhodného páření, což je teoretický předpoklad, že by v populaci zůstali kromě genotypů **palomino, ryzáků a cremello** ještě genotypy **plaváci, hnědáci a perlino**.



# Svaz chovatelů koní Kinských

Hradištko 126, 289 12 Sadská  
www.schkk.cz

Tab. 2. Genotypové a genotypové četnosti rodičovské generace a potomků F<sub>1</sub>

Genotypy		CcrCcr	CCcr	CC
<b>Celkem</b>	211	7	109	95
<b>Genotypová četnost</b>	1	p <sup>2</sup> 0,03	2pg 0,52	q <sup>2</sup> 0,45
<b>Genová četnost</b>	1	p (C <sup>cr</sup> ) 0,29	q (C) 0,71	
<b>Genotypová četnost F<sub>1</sub></b>	1	p <sup>2</sup> 0,08	2pq 0,41	q <sup>2</sup> 0,51
<b>Genová četnost F<sub>1</sub></b>	1	p (C <sup>cr</sup> ) 0,29	q (C) 0,71	

C<sup>cr</sup>C<sup>cr</sup> cremello a perlino  
CC<sup>cr</sup> palomino a plaváci  
CC ryzáci, hnědáci a vraníci

Pokud by se realizovalo náhodného připárování, tak jak tomu je v současné době, byla by značná pravděpodobnost, že by ve sledu generaci zůstalo zastoupení jednotlivých barevných typů relativně konstantní.

## 2.2. Molekulárně-genetické pozadí dědičnosti barev u Kinského koně

V roce 2003 byly odebrány žíně z koní v chovu Equus Kinský pro molekulárně-genetickou analýzu a ve spolupráci s Dr. Reissmannovou z Institutu für Naturwissenschaften z Humboldtovy univerzity v Berlíně byla provedena analýza s ohledem na lokusy **A**, **E** a alely C<sup>cr</sup>. Výsledky této analýzy jsou uvedeny v tab. 3. Molekulárně-genetická analýza potvrdila Mendelistickou dědičnost barev. Z celkového počtu 51 koní bylo 11 **ryzáků** (21,57 %), 22 jedinců typu **palomino** (43,14 %), 1 kůň typu **cremello (perlino)** (1,96 %), 7 **hnědáků** (13,73 %), 9 **plaváků** (17,64 %) a **vraník** (1,96 %). Tato tabulka je velmi poučná, protože z ní vyplývají zajímavé poznatky. Podle očekávání jsou jedinci typu ryzák, palomino a cremello na lokusu **E** recesivními homozygoty typu ee a na lokusu **A** dominantními homozygoty AA a heterozygoty Aa. Na lokusu **C** vykazují ryzáci genotyp CC, jedinci typu palomino genotyp CC<sup>cr</sup> a cremello genotyp C<sup>cr</sup>C<sup>cr</sup>. Vraník vykazuje podle očekávání na lokusu **A** jednoznačně genotyp aa (recesivní homozygoti). Vraníci musí být genotypu E-, tj. buď EE nebo Ee. V daném případě (tab. 3) se jedná o vraníka s genotypem Ee. Na lokusu **C** je vraník genotypu CC, i když by teoreticky mohl být s genotypem CC<sup>cr</sup> nebo C<sup>cr</sup>C<sup>cr</sup>, vzhledem k tomu, že alela C<sup>cr</sup> at' již v homozygotním nebo heterozygotním stavu nemůže černou barvu modifikovat, tj. zesvětlit.

Zatímco jedinci typu ryzák, palomino, cremello vykazovali pro zbarvení genotypové složení na lokusech **A** (AA, Aa) a **C** (CC, CC<sup>cr</sup>, C<sup>cr</sup>C<sup>cr</sup>) které odpovídá očekávání, vykazují hnědáci a plaváci v daném souboru shodu v lokusech **A** (AA, Aa) a **C** (CC, CC<sup>cr</sup>), určitou specifičnost na lokusu **E**. Na tomto lokusu se vyskytuje u všech jedinců pouze genotyp Ee a v žádném případě genotyp EE. Zde se naskytá otázka, čím je tento jev způsoben? Proč se vyskytují jedinci pouze genotypu Ee, tj. proč mají tito heterozygoti selektivní výhodu oproti genotypům EE. Tento úkaz by mohl být způsoben i embryonální úmrtností



Svaz chovatelů koní Kinských

## Svaz chovatelů koní Kinských

Hradištko 126, 289 12 Sadská  
www.schkk.cz

genotypů EE. Za účelem objasnění tohoto fenotypu bude zapotřebí řízená páření u dostatečně velikého počtu jedinců hnědáků s genotypem AA CCEe x AACCEe a u plaváků s genotypem AACCC<sup>cr</sup>Ee x AACCC<sup>cr</sup>Ee. V případě embryonální úmrtnosti by se u potomstva nevyskytli jedinci s očekávaným štěpným poměrem 25% s genotypem AACCEE u hnědáků, AACCC<sup>cr</sup>EE u plaváků a AAC<sup>cr</sup>C<sup>cr</sup>EE u jedinců typu perlino.

### 2.3. Návrh šlechtitelského programu pro Kinského koně se zřetelem na zbarvení

Podobně jako u plemene **Palomino** v USA je u Kinského koně typické zbarvení **palomino** a **plavé**. Je zapotřebí, aby se chovatelé do budoucna dohodli na barevném typu Kinského koně, který by se měl jednoznačně určit šlechtitelským cílem a který by byl i důležitým plemenným znakem. Tomuto šlechtitelskému cíli se bude muset podřídit šlechtění v rámci „Šlechtitelský program“. Z dědičnosti tohoto zbarvení však vyplývá, že není možno pářením jedinců typu **palomino** či **plavák** získat 100 % potomstva s tímto zbarvením, vzhledem k výše popsané složité dědičnosti. Pokud by se přípařování koní provádělo tradičním způsobem, je pravděpodobné zastoupení všech barevných typů. Tento způsob šlechtění do značné míry zatěžuje ekonomickou efektivnost chovu. Stejně tak se produkují **hnědáci** a **ryzáci**, jedinci typu **palomino**, **buckskin** (**plaváci**), **cremello**, **perlino** a **vraníci**.

Pokud by došlo k uznání plemene Kinského kůň bylo by zapotřebí, aby se toto plemeno jednoznačně barevně vymezilo oproti ostatním teplokrevným koním, u kterých barva nehraje podstatnou roli.

Navíc by bylo žádoucí, aby se v maximální míře produkovali jedinci typu **palomino** a **plavák**.

Šlechtění jedinců **palomino** na podkladě **ryzáků** s maximalizací produkce jedinců typu **palomino** je relativně jednodušší než plaváků na podkladě hnědáků. V takovém případě by byly možné dvě alternativy typu páření:

1. 50 % páření **palomino x palomino**, přičemž by se rodilo potomstvo s tímto procentickým zastoupením 25 % **cremello**, 50 % **palomino** a 25 % **ryzáků**. Klisny typu **cremello** by se zapouštěly hřebci **ryzáky** a klisny **ryzky** by se zapouštěly hřebci **cremello**, z těchto dvou typů páření by 100 % vznikli jedinci typu **palomino**.
2. V chovu by se chovali v obou pohlavích pouze jedinci typu **palomino** a **ryzáci**, kteří by se mezi sebou pářili, čímž by vzniklo vždy 50 % **ryzáků** a 50 % jedinců **palomino**.

Šlechtění **plaváků** na podkladě **hnědáků** by bylo daleko složitější, protože se kromě **plaváků**, **hnědáků** a jedinců **perlino**, vyštěpují jedinci typu **palomino**, **cremello**, **ryzáci** a **vraníci**. Pro nedostatek místa a teoretické náročnosti nebudou analyzována páření mezi **hnědáky**, **plaváky** a jedinci typu **perlino**. Velkým pomocníkem při sestavování přípařovacích plánů by bylo stanovení genotypu jedinců s ohledem na lokusy **A**, **C** a **E** pomocí molekulárně-genetických metod. Tyto analýzy by však byly spojeny s dodatečnými finančními náklady.

### ZÁVĚR

Doufáme, že se nám přes určitou složitost dědičnosti zbarvení Kinského koně podařilo přiblížit jejich chovatelům problematiku šlechtění na zbarvení tohoto plemene. Barva Kinského koně je kromě jiných vlastností důležitým znakem pro jeho vymezení vůči jiným plemenům teplokrevných koní a pro jeho uznání za autochtonní plemeno v České republice, jehož původ sahá až do poloviny 19.století. Teorie dědičnosti zbarvení koní a různé nástroje dědičnosti (Mendelistická a molekulární genetika) se stávají důležitým pomocníkem při šlechtění, u kterých je určitý typ zbarvení charakteristickým znakem. Složitost tohoto šlechtění spočívá v tom, že není možno při páření jedinců se stejným zbarvením získat potomstvo s uniformním zbarvením jako u rodičů. V příloze jsou vyobrazeny koně s typickým zbarvením pro Kinského koně s popisem jejich genotypového složení.