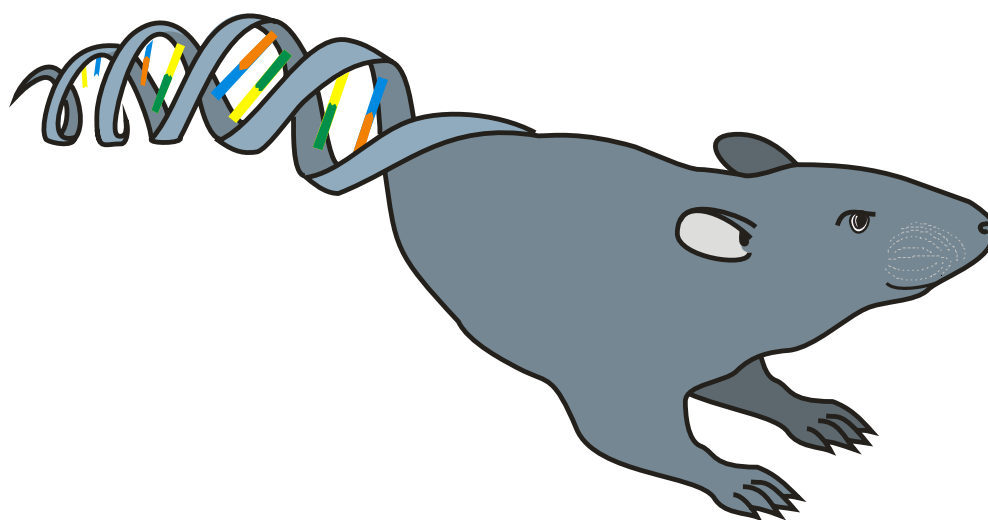


Rukověť genetiky pro chovatele potkanů

Příručka pro chovatele, kteří by se rádi dozvěděli, jak celá ta věc funguje



Bc. Markéta Čacká

© Praha, 2013

OBSAH

Úvod.....	3
Základy genetiky	4
Obecné principy.....	4
Alely a jejich vztahy.....	5
Definice některých vybraných pojmů	7
Geny, alely a způsoby zápisu	8
Předpověď vlastností mláďat.....	9
Šlechtění a plemenitba	11
Metody plemenitby	11
Testovací křížení	13
Genetika variet	14
Stavba těla	14
Typ srsti.....	15
Kudrnaté variety	15
Bezsrsté variety.....	16
Dlouhá a saténová srst	17
Genetika barev.....	18
Základní geny pro barvy.....	18
Aguti faktor	18
Čokoládová barva	18
Modré barvy	19
Šampaňská barva	19
Běžová barva.....	19
Mink a perlová barva	20
Barvy srsti a barevné linie.....	20
Stínování a příbuzné barvy (kuní, albín)	22
Jiné barevné efekty (mramorování, postříbření, husky a další)	24
Genetika bílé kresby	25
Gen hooded a jeho modifikátory.....	25
Gen pro australskou kresbu.....	28
Gen pro kresbu na hlavě.....	28
Genetika povahy	29
Genetika zdraví	32
Délka života.....	32
Imunitní systém	33
Nemoci.....	33
Dodatky.....	37
Přehled genů a jejich alel.....	37
Genotypy barev	38
Mezinárodní slovník barev a jejich genotypů.....	40
Náměty na další čtení	44

NEPROPADEJTE PANICE!

GENY JEŠTĚ NIKDY NIKOHO NESEŽRALY!



Příručka a veškeré její části jsou autorským dílem dle zákona č. 121/2000 Sb. Šíření příručky nebo jejích částí není možné bez souhlasu autora. Porušením autorských práv se vystavujete nebezpečí zákonných sankcí.

ÚVOD

Chov potkanů není jen náhodné množení mláďat, ale jedná se o cílený odchov oblíbených variet, barev či kreseb. Bez znalostí genetiky se současný chovatel již neobejde, není nutné postupovat metodou pokus – omyl a všechno objevovat znovu jako manžel tety Kateřiny ze Saturnina.

Příručka je rozdělena do několika částí. Kapitola Základy genetiky by měla pomoci začínajícím chovatelům se zorientovat v základech genetiky, tedy toho, jak funguje dědičnost a co od ní můžeme čekat. Ale ani zkušený chovatel by ji neměl přeskochit.

Další části se věnují genetice jednotlivých oblastí, tedy vzhledu (variety a zbarvení) a také samozřejmě zdraví a povaze. Každý chovatel by si měl především uvědomit, že není možné preferovat jen jednu z trojice vzhled – zdraví – povaha, ale že všechny tři by měly být v rovnováze, v plném smyslu řeckého slova kalokagathia, tedy v harmonii těla i duše.

I když vím, že část chovatelů se zajímá pouze, jak zkřížit dvě barvy, aby měli třetí, nenajdete v příručce prostě „tohle je gen A, dědí se tak a onak“ a šlus, jsem toho názoru, že trocha vědy ještě nikoho nezabila. Informace o dědičnosti jsou doplněné i obecným vysvětlením, proč ten gen dělá to, co dělá. Další informace z různých oblastí a či náměty k prostudování jsou schovány v poznámkách pod čarou¹.

Na konci příručky jsou potom dodatky, kde najdete důležité věci jako přehled genů a jejich alel, genotypy jednotlivých barev atd.

¹ Miluji poznámky pod čarou, vy ne? Poznámky pod čarou slouží k tomu, aby se autorka nerozplývala v hlavním textu nad něčím, co vůbec nikoho nezajímá, a nemátla tím lidi, co se o to ani zajímat nechtěli a doufají, že o tom v životě už nikdy neuslyší. Při tom v některých publikacích se to nejzajímavější najde právě pod čarou...

ZÁKLADY GENETIKY

Genetika je věda, která se zabývá mimo jiné způsoby, jakými se přenášejí vlastnosti rodičů na potomky. Má i další praktická využití, ať už ve forenzní medicíně (pomáhá dopadnout pachatele) nebo v dalších vědních oborech, jako je třeba evoluční biologie. Pro chovatele je nezbytným pomocníkem, bez kterého si nedovedeme šlechtění vůbec představit. Umožňuje plánovat vrhy tak, aby mláďata měla pokud možno požadované vlastnosti, pomáhá s určováním barev již narozených mláďat atd. Chovatel by tedy měl ovládat alespoň základní princip, jak to celé vlastně funguje.

OBECNÉ PRINCIPY

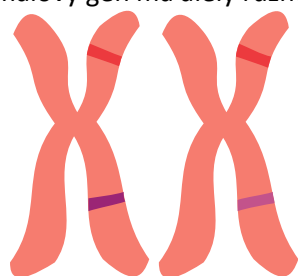
Základní jednotkou, kolem které se všechno v genetice točí, je gen. Co je gen se dá říct několika způsoby. Zjednodušeně je gen kousek informace, který kóduje nějakou vlastnost. Vlastností je cokoli, vlastnost je barva srsti, bílý flek na čumáku, vlastností je ale třeba i dobrá funkce ledvin nebo naopak horší srážlivost krve. Zabrousíme-li do chemie, gen je úsek molekuly DNA (deoxyribonukleové kyseliny), který určuje pořadí aminokyselin, ze kterých se skládají bílkoviny. Většina tělních tkání (např. svaly, chlupy, kůže...) je tvořena bílkovinami².

Geny jsou tedy vlastně taková kuchařka, návod, podle kterého se staví organismus. A změna v návodu může ovlivnit výsledek úplně stejně, jako když při vaření vynecháte některé kroky z receptu nebo tam šoupnete jiné koření. Většinou se to nedá jíst, ale někdy vznikne úplně nové jídlo. Těm změnám v receptech se říká mutace a právě ty jsou příčinou, že potkan, který má normálně rezatohnědou (aguti) rovnou srst, se stane třeba siamským fuzem s ruskými modrými znaky.

Mutace způsobují, že existují různé varianty jednoho genu, kterým se říká alely. Alela je konkrétní forma genu, což zní strašně složitě vědecky, ale ve skutečnosti je to jednoduché. Představme si gen jako recept na bramborovou polévku. Normálně se uvaří mrkev, petržel, houby, brambory, přidá se majoránka, kmín a česnek a máme vynikající bramboračku. Jenže, někdo nerad česnek, tak ho z receptu vynechá. Tím vznikne bezčesneková alela genu pro bramboračku. A už má náš gen, tedy recept na bramboračku, dvě alely. Původní, nemutovanou, a druhou, bezčesnekovou.

Obr. 1: Dva geny na chromozomovém páru

červený gen má alely stejné
fialový gen má alely různé



Jeden gen může mít alel nekonečné množství³, ale v buňkách (kromě pohlavních, k tomu se dostaneme) jsou od jednoho genu alely vždycky dvě. To proto, že geny jsou umístěny v chromozomech v jádře buňky. Chromozomů jsou v každé buňce (vyjma pohlavních) dvě sady. Potkani mají 21 chromozomů ve dvou sadách, tedy celkem 42 (lidé 23/46). Výjimkou jsou pohlavní buňky, které obsahují pouze jednu sadu (tedy 21

chromozomů u potkana). Pohlavní buňky jsou spermie (u samců) nebo vajíčka (u samic) a mají jednu sadu proto, že při oplodnění splyne jádro spermie s jádrem vajíčka, a kdyby měli dvě sady chromozomů, vzniklý jedinec by měl čtyři sady, což nebývá slučitelné se životem⁴. Proto, když vznikají

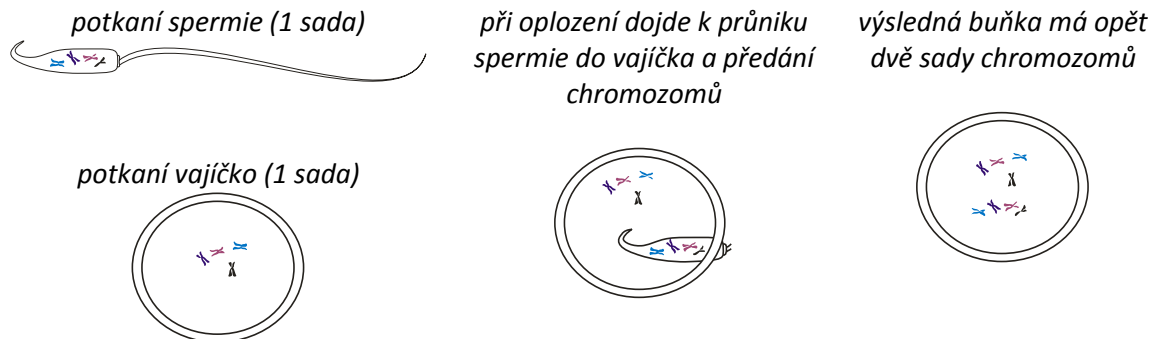
² Alias proteiny. Tkáně obsahují navíc různé lipidy (tuky), sacharidy (např. glykogen), minerály atd. Najdete to v učebnicích biologie, chemie a biochemie.

³ Tomu se potom říká alelická série.

⁴ Alespoň ne u normálních potkanů. V laboratoři a u jiných zvířat je možné ledacos. Odborně se tomu říká polyploidie. Setkáváme se s tím spíše u rostlin. A kaprů. Kdyby to někoho zajímalo, určitě má internet :)

spermie a vajíčka, se buňky speciálně dělí⁵ tak, aby výsledná pohlavní buňka měla jen jednu sadu chromozomů. Po splnutí při oplození dojde ke vzniku buňky s oběma sadami chromozomů, jednou od matky a jednou od otce. Tato buňka se dále dělí tak dlouho⁶, až z ní vznikne nový jedinec, jehož buňky mají zase dvě alely.

Obr. 2: Oplození a schéma chromozomových sad



Alely genů určují konkrétní vlastnosti, jaké potkan bude mít. Na některé vlastnosti stačí jeden gen, tomu se říká gen velkého účinku a tyto vlastnosti jsou kvalitativní. Buď je potkan má, nebo nemá. Například barva srsti. Buď je potkan černý, nebo aguti, podle toho, jaké mají jeho buňky k dispozici alely genu pro ticking (charakteristické pruhování chlupu, kde se střídají světlejší a tmavší části). Jeden gen může určovat více vlastností⁷, protože jím kódovanou bílkovinu využije více tkání, proto třeba některé mutace pro barvu srsti mohou ovlivnit i srážlivost krve nebo krotkost povahy. Projevy kvalitativních genů mohou ovlivňovat další geny, tzv. modifikátory, které mohou pozměnit výslednou vlastnost. Např. gen pro béžovou barvu srsti způsobí, že srst bude béžová, ale sytost béžové barvy již ovlivňují modifikátory.

Někdy je k vytvoření jedné vlastnosti potřeba součinnost velkého množství genů malého účinku, takové vlastnosti se pak říká kvantitativní. Pro ty je charakteristické, že mohou nabývat různých hodnot od skoro vůbec po hodně moc a často míra jejich projevu závisí na prostředí, ve kterém potkan žije. Patří sem třeba velikost těla nebo sklony k některým chorobám. Geny malého účinku si můžeme také představit jako soustavu modifikačních genů bez jednoho hlavního, který danou vlastnost zapíná/vypíná.

Alely a jejich vztahy

Jak už jsme si řekli, v každé buňce vyjma pohlavních jsou vždy dvě alely jednoho genu. Tyto alely mohou být buď obě stejné (homozygot) nebo každá jiná (heterozygot)⁸. Pokud je potkan homozygot na některém genu, znamená to, že nemůže svým potomkům předat jinou alelu než tu, která se na něm projevuje. Pokud je heterozygot, může svým potomkům předat alelu pro jinou vlastnost, než kterou vykazuje sám. Potkan může být zároveň homozygot na některých genech a na jiných zase heterozygot.⁹

U heterozygotů závisí výsledná vlastnost na tom, jak se mezi sebou alely „domluví“. Většinou je jedna z alel nadřazená (dominantní) a druhá podřazená (recesivní). To znamená, že buňka, která bude

⁵ Meióza, libovolná učebnice biologie pro střední školy.

⁶ Mitóza, tamtéž. I s obrázky.

⁷ Pleiotropní efekt.

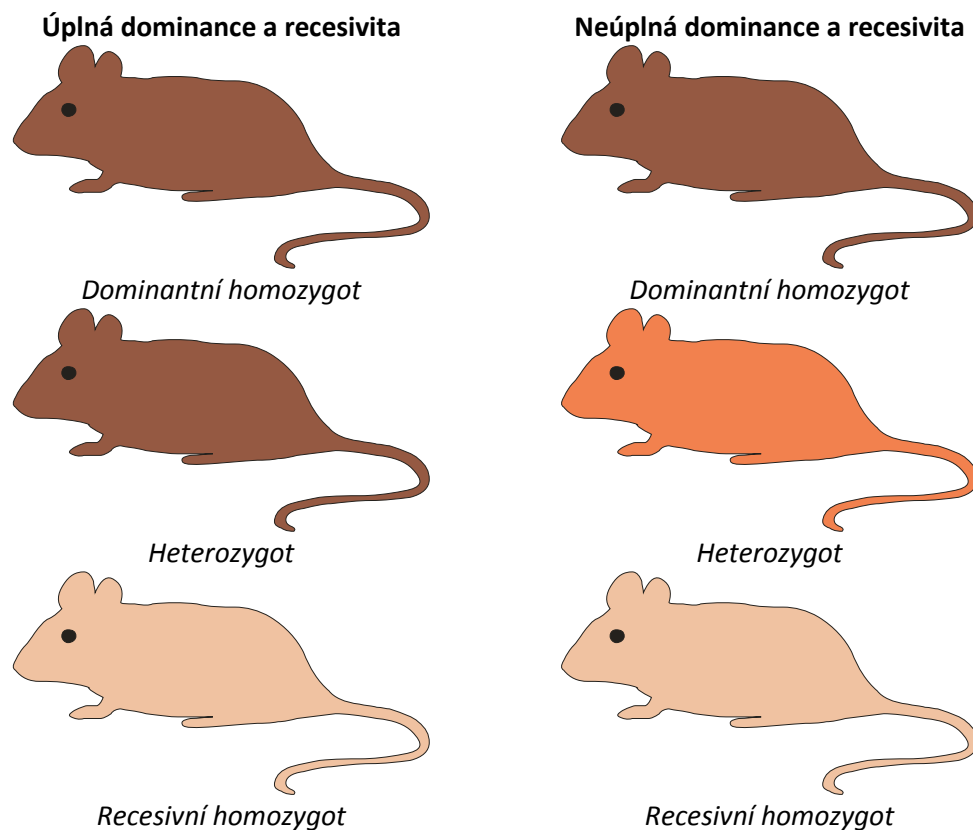
⁸ Termíny jsou z řečtiny, zygotos znamená spřažený, spojený, předpona homo- stejný a hetero- různý. Proto taky kdo má sex se stejným pohlavím je homosexuál, kdo s pohlavím opačným heterosexuál.

⁹ U některých laboratorních kmenů využívaných ve výzkumech mohou být potkani homozygotní téměř ve všech genech, jsou pak prakticky vlastními klony.

vyrábět třeba chlup, si vždycky vybere recept dominantní alely a bude vyrábět barvu podle něho. Tomu se říká úplná dominance a recesivita. U některých genů ale nejsou alely tak „názorově vyhraněné“ a buňka vyrobí danou vlastnost podle kompromisu. To se označuje za neúplnou dominanci a recesivitu¹⁰.

Výsledná vlastnost tedy závisí na vztahu mezi alelami jednoho genu. U plně dominantního vztahu nemůžeme podle vzhledu (tomu se říká fenotyp) potkana určit, zda je v genu dominantní homozygot nebo heterozygot, vzhledem se liší pouze recesivní homozygoti, tedy ti, kdo mají v buňce obě alely recesivní. U heterozygotů dominantní alela tu recesivní přehlasuje a vlastnost se řídí dominantní alelou. Nicméně heterozygot může svým potomkům recesivní alelu předat, a když se takto sejde stejná recesivní alela od obou rodičů, jejich potomek má vzhled odpovídající recesivní alele.

Obr. 3: Rozdíl mezi projevy alel s úplnou a neúplnou dominancí/recesivitou



Při úplné dominanci a recesivitě je vzhled heterozygota stejný jako vzhled dominantního homozygota, takže podle vzhledu můžeme rozeznat jen recesivní homozygoty. Zatímco při neúplné dominanci a recesivitě můžeme ze vzhledu určit, za se jedná o dominantního homozygota, heterozygota či recesivního homozygota.

U většiny alel si vystačíme s recesivitou a dominancí, ale existuje ještě jeden typ vztahu, kterému se říká kodominance. Kodominantní alely vůči sobě nejsou ani podřízené ani nadřízené, ale mají na vzhled stejný vliv. Heterozygoti tedy mají vlastnosti obou alel. Typické je to pro lidské krevní skupiny, kdy lidé s genem pro A i B nemají skupinu ani A ani B, ale AB. U potkanů se o tomto vztahu někdy mluví u alel genu C (stínování, viz dále) nebo u alel genu H (gen pro bílé znaky, taktéž viz dále).

¹⁰ Někdy se používá termín semi-dominantní, semi-recesivní. Semi- je z latiny a znamená „půl“.

Definice některých vybraných pojmů

Několik užitečných pojmů, které by se mohly hodit. K těm důležitým se nicméně pročtete v textu.

alela	konkrétní forma genu, jednotlivé verze genu
aminokyselina	organická chemická látka, 22 základních aminokyselin jsou stavebními kameny bílkovin v organismech; z chemického hlediska se jedná o karboxylové kyseliny (-COOH) obsahující zároveň aminovou skupinu (-NH ₂)
diploidní buňka	obsahuje dvě sady chromozomů (všechny buňky kromě pohlavních)
DNA	kyselina deoxyribonukleová, tvoří známou dvojitou šroubovici; skládá se z cukerné složky (deoxyribóza), fosfátové skupiny a nukleotidových bází, které mají několik unikátních vlastností, díky kterým mohou kódovat posloupnost jednotlivých aminokyselin, ze kterých vznikne bílkovina (peptid)
dominantní alela	vůdčí, nadřízená alela
fenotyp	vzhled, tedy více či méně viditelný projev genotypu
gameta	pohlavní buňka s jedinou sadou chromozomů
gen	vloha; jednotka dědičné informace; obsahuje návod na postavení bílkoviny, která zajišťuje určité vlastnosti
genofond	soubor všech genů v populaci (společenství) jednoho druhu
genom	soubor veškeré dědičné informace jednoho jedince
genotyp	genetická výbava jedince, podmiňující jeho fenotyp
haploidní buňka	buňka obsahuje jen jednu sadu chromozomů (pohlavní buňky)
heterozygot	alely jednoho genu jsou v buňce různé
homozygot	alely jednoho genu jsou v buňce stejné
chromozom	útvár v jádře buňky, je tvořený DNA a histony (druh bílkoviny), zajišťuje rovnoměrně rozdělení genetické informace do pohlavních buněk
inbrední jedinec	jedinec vzniklý z úzké příbuzenské plemenitby
inbreeding	křížení příbuzných jedinců, úzká příbuzenská plemenitba
kodominantní alely	alely mají vzájemně „stejné právo“ na výrobu vlastnosti
křížení	spojování samce se samicí za účelem získání mláďat s určitými vlastnostmi
letální faktor	mutace, která je v homozygotní nebo heterozygotní sestavě smrtící pro zárodek, obvykle se zárodek s takovou kombinací alel nenarodí a jsou vstřebány ještě v děloze
linebreeding	křížení jedinců se stejnými předky, vzdálená příbuzenská plemenitba
lokus	pozice genu na chromozomu, místo, kde gen vlastně „leží“ (používá se i jako synonymum pro gen)
melanocyt	specializovaná buňka, která vytváří barvivo (pigment)
mutace	změna v posloupnosti bází DNA, je dědičná (pokud nebrání v rozmnožování)
outbreeding	křížení nepříbuzných jedinců
peptidy	bílkoviny, tvoří je řetězce aminokyselin v určitých posloupnostech
recesivní alela	podřízená alela
selekce	výběr na základě určitých vlastností, bez selekce by šlechtitelství nefungovalo
semi-dominantní	neúplně dominantní
spermie	samčí gameta (pohlavní buňka)
ticking	chovatelský termín označující charakteristické pruhování jednotlivých chlupů u aguti barev; na jednotlivém chlupu se střídá tmavá barva se světlým (většinou žlutooranžovým) pásem.
vajíčko	samičí gameta (pohlavní buňka)
varieta	varianta vzhledu, též odrůda či rás
vlastnost	projev, výsledek působení genu, mohou být zjevné - viditelné (např. barva srsti) nebo méně zjevné - neviditelné (např. funkce jater)

GENY, ALELY A ZPŮSOBY ZÁPISU

Chovatelé mají často pocit, že zápis genů pomocí zkratk a písmenek je něco složitého, co nemají šanci pochopit, a proto radši nad genetikou jako takovou mávnou rukou. Při tom nejde o nic jiného, než o jednodušší vyjádření toho, co říkáme v běžné řeči.

„Naše Žofka je americká modrá a nese dumbo a ruskou.“

Znamená to, že po zvířeti v barvě americká modrá se (při vhodném křížení) rodí i ruská modrá zvířata, která mohou mít dumbo uši. Kdybychom to pokaždé museli psát celou větou, nikam se to nevejde, a proto se používají různé zkratky. Jakou zkratku použijeme, záleží víceméně na dohodě. Systém zde uvedeného značení platí především pro Českou republiku¹¹.

U variet se často používají zkratky příslušné variety a zatím je uvedeno g, jako gen. Neuvádí se kompletní genotyp (souhrn genů) ale pouze ty vlastnosti, které potkan „nese“, tedy je vlastníkem jedné recesivní alely. Např. Dg (potkan má standardní uši, ale nese dumbo), Manx g (nese bezocasost), Fg (fuzz gen), LHg (nese dlouhosrstost) atd. Dominantní alely nevypisujeme, protože pokud má potkan alelu pro dominantní vlastnost, je to na něm vidět, stejně jako pokud je homozygot pro recesivní vlastnosti. Proto je nesmysl psát třeba, že potkan má VVg (je velvetýn) nebo 2xLHg (protože je dlouhosrstý).

U barev, kreseb a barevných efektů se obvykle vypisuje genotyp, tedy soupis alel příslušných genů. U každého sledovaného genu se vypisují obě alely. Obecně platí, že pro dominantní alelu se používá velké písmeno, pro recesivní alelu písmeno malé. Pokud nemáme jistotu, jakou alelu potkan zdědil po jednom z rodičů (nebo nezáleží na tom, jaká je druhá alela), používáme pomlčku.

Zápis potom vypadá například takto:

Cc A- dd Hh GG

Tedy potkan je ruský modrý (gen D, obě alely recesivní) aguti (gen A, stačí jedna dominantní alela, aby se projevil, druhá může být A i a) s berkšírskou kresbou (heterozygot pro gen H, zodpovědný za tuto kresbu; alely H a h mezi sebou nemají plnou dominanci). Navíc ze zápisu víme, že nese albíny (alela c je alela pro albinismus) a naopak nenese americkou modrou (gen G je recesivní a zde jsou obě alely dominantní). Pokud je jasné, že potkan danou barvu nenese, není potřeba to do genotypu vyznačovat, proto závěrečné GG je možné ze zápisu vynechat.

Co potkan nese, zjistíme na základě jeho rodokmenu, co mohl zdědit po rodičích, a na základě jeho případných potomků. Záleží na tom, zda je daná vlastnost dominantní či recesivní.

Informace o genech pro jednotlivé variety, barvy a kresby najdete dále v textu. Kompletní přehled genů a jejich alel je v dodatcích. Sami si můžete zkusit určit tyto genotypy:

Dudu fzfz cc(h) aa dd Mm HH
Dudu ReRe C- Aa Rr mm h(i)h(i)
dudu Veve lh lh C- aa Rr Mm Hh
*dudu rere veve Lh lh A- rr mm Hh*¹²

¹¹ V jiných zemích může mít stejný gen jinou zkratku nebo se stejná zkratka používá v různých státech pro jiné geny. V odborných kruzích mají geny různé názvy a zkratky bývají z písmenek a číslic a obvykle platí mezinárodně. Nicméně pojmenování genů se řídí většinou libovůlí objevitele, takže se třeba v genomu octomilek setkáme s geny „Ken and Barbie“ (octomilka postrádá vnější genitálie), geny ovlivňující tvorbu krve rybiček zebříček se jmenují cabernet, chianti a merlot podle výsledné barvy a dokonce existuje „skákájící“ gen (transpozon) jménem Šípková Růženka (Sleeping Beauty).

¹² Výsledky: fuzz himalájský s ruskými modrými znaky a bez kresby, nese dumbo a mink; dvojitý rex havanský aguti s irskou kresbou, nese dumbo; dumbo dlouhosrstý velvetýn černý s berkšírskou kresbou, nese béžovou a mink a standardní srst; dumbo topazová s berkšírskou kresbou, nese dlouhou srst.

PŘEDPOVĚĚ VLASTNOSTÍ MLÁĎAT

Klíčovou otázkou pro každého chovatele je, co se narodí, když zkříží takového a makového potkana. Na základě toho, co by chovatel chtěl, aby se mu narodilo, si totiž musí vybrat samce a samici pro křížení.

Metoda, jak zjistit předpokládané vlastnosti budoucích mláďat, se říká kombinační čtverec¹³. Kombinační čtverec funguje, ať chcete zjistit kombinace jednoho genu nebo více. Stačí vědět, jak se alely konkrétního genu chovají, jestli jsou dominantní nebo recesivní. Podle toho potom poznáme, jak se daný genotyp projeví na vzhledu (fenotypu).

Princip je vcelku jednoduchý, ukážeme si ho na dědičnosti dumbo uší, které jsou plně recesivní. Do horního řádku vepíšeme genetický kód otce (genotyp), v tomto případě tedy **DuDu**. Fenotyp samce jsou standardní uši. Do řádku pod to vyplníme možné pohlavní buňky (gamety), které může samec vytvořit. Jeho spermie ponese pouze dominantní alelu **Du**. Do každé z gamet jde vždy jedna alela, protože pohlavní buňky mají vždy jen jednu sadu chromozomů.

Obdobně vyplníme levé sloupečky pro matku, dumbo samici s genotypem **dudu**. Ta může tvořit pouze gamety (vajíčka) s recesivní alelou **du**. Samozřejmě, protože oba rodiče dokážou vytvořit jen jeden typ gamet, stačilo by nám o jeden řádek a sloupeček méně, ale pro názornost a zdůraznění, že každá alela je do jedné z gamet ho tam necháme.

Do zbývajících buněk tabulky přijdou možné kombinace. Tedy máme-li alelu od otce **Du** a od matky **du**, vznikne genotyp **Dudu**, fenotypem budou standardní uši.

	otec - genotyp: DuDu fenotyp: <i>standardní</i>	
	gamety	Du Du
matka genotyp: dudu fenotyp: <i>dumbo</i>	du	Dudu <i>standardní, Dg</i> Dudu <i>standardní, Dg</i>
	du	Dudu <i>standardní, Dg</i> Dudu <i>standardní, Dg</i>

Všechna mláďata budou mít standardní uši, protože dumbo alela je recesivní (podlehne nadřazené alele pro standardní uši). Nicméně se alela nikam neztratí a mláďata ji ponese dál. Říkáme o nich, že mají gen pro dumbo (Dg), i když technicky by bylo přesnější říct, že mají alelu pro dumbo uši.

Zkřížíme-li dva standardní potkany s Dg, část potomků bude mít dumbo uši:

	genotyp: Dudu fenotyp: <i>standardní, Dg</i>	
	gamety	Du du
genotyp: Dudu fenotyp: <i>standardní, Dg</i>	Du	DuDu <i>standardní</i> Dudu <i>standardní, Dg</i>
	du	Dudu <i>standardní, Dg</i> dudu <i>dumbo</i>

¹³ Setkáte se i s termíny Mendlův, mendelovský, mendelisticý či Punnetův čtverec. Pořád jde o jeden a ten samý. I když to vlastně není čtverec, ale většinou vznikne obdélník.

Kombinační čtverec umožňuje dokonce určit poměr, v jakém se daný znak u mláďat objeví. V takovémto krytí by se měla narodit standardní mláďata v poměru 3 : 1 vůči standardním, tedy jen 1/4 mláďat bude mít dumbo uši. Je tedy statistická pravděpodobnost, že každé čtvrté mládě bude mít dumbo uši (pravděpodobnost 25%). Zároveň z kombinačního čtverce můžeme vyčíst, že 2/3 mláďat standardních (1/2 celého vrhu) budou mít dumbo alelu, tudíž ji budou přenášet na své potomky. Ovšem ze vzhledu nepoznáme, které standardní mládě je přenašeč a které ne.

Mezi statistickou pravděpodobností a skutečným počtem mláďat s daným znakem je ale rozdíl. To, zda spermie nesoucí recesivní alelu trefí vajíčko taktéž s recesivní alelou, záleží zcela na náhodě, kterou není možné ovlivnit. Může se tedy stát, že se narodí deset mláďat a z nich bude 9 standardních a 1 dumbo nebo naopak 8 dumbo a jen 2 standardní atd.

Čím více genů do kombinačního čtverce zaneseme, tím je celá tabulka složitější, protože čím víc sledujeme genů, tím více je možných kombinací alel v gametách. Musíme je ale vždy vypsat všechny. Zkusíme teď vypočítat pravděpodobné potomky samce, který je černý, ale měl platinové předky, a samice, která je skořicová a má v rodokmenu americkou modrou. Americká modrá (gen G) a mink (gen M) jsou recesivní, alela pro ticking (A) je dominantní nad alelou pro barvy bez tickingu (a):

	otec – genotyp: aa Gg Mm fenotyp: černý				
	gamety	a G M	a G m	a g M	a g m
matka genotyp: Aa Gg mm fenotyp: skořicová	A G m	Aa GG Mm <i>aguti</i>	Aa GG mm <i>skořicová</i>	Aa Gg Mm <i>aguti</i>	Aa Gg mm <i>skořicová</i>
	A g m	Aa Gg Mm <i>aguti</i>	Aa Gg mm <i>skořicová</i>	Aa gg Mm <i>modrá aguti</i>	Aa gg mm <i>platinová ag.</i>
	a G m	aa GG Mm <i>černý</i>	aa GG mm <i>mink</i>	aa Gg Mm <i>černý</i>	aa Gg mm <i>mink</i>
	a g m	aa Gg Mm <i>černý</i>	aa Gg mm <i>mink</i>	aa gg Mm <i>am. modrá</i>	aa gg mm <i>platinová</i>

Ačkoliv tabulka vypadá komplikovaně (protože tentokrát každý potkan tvoří čtyři různé gamety), princip je pořád stejný. Jen vytvoření možných kombinací zabere mnohem více času. Polovina mláďat bude mít ticking, narodí se 3 aguti, 3 skořicové, 1 modrá aguti a 1 platinová aguti. Z barev bez tickingu se narodí 3 černé, 3 mink, 1 americká modrá a 1 platinová. Tedy v případě, že zvolíme takové krytí kvůli tomu, aby se nám narodilo platinové zvíře, máme šanci 15 : 1, že se nám to povede. Pravděpodobnost je 6,25%, což je dost nízké číslo a museli bychom mít opravdu štěstí. Spíše se narodí černá, aguti, skořicová nebo mink mláďata. Pokud tedy máme tu možnost, měli bychom zvolit jiného samce nebo ho použít na jinou samici.

Kombinační čtverec je užitečnou pomůckou i v případě, že si chovatel není jistý třeba barvou, která se mu ve vrhu objevila. Na základě znalosti genotypu rodičů vrhu může použít kombinační čtverec k vytvoření pravděpodobných genotypů a fenotypů mláďat. Tím zjistí, zda se mu například po dvou amerických modrých rodičích mohla narodit šampaňská barva¹⁴.

¹⁴ Nemohla. Protože americká modrá je plně recesivní, rodiče nemohou předat dominantní alelu, tudíž potomci budou mít obě alely pro americkou modrou recesivní (aa gg P-). U šampaňské barvy (gen P) musí být potkan na americkém modrém genu heterozygot nebo dominantní homozygot. Recesivním homozygotem je pouze na šampaňském genu (aa G- pp). Správné určení barvy je potřeba hledat jinde.

ŠLECHTĚNÍ A PLEMENITBA

Šlechtění (plemenitba¹⁵) je cílené rozmnožování jedinců s určitými vlastnostmi a jeho účelem je zlepšení vybraných vlastností. Základním motorem šlechtění je výběr rodičů (selekce¹⁶). Prakticky jde o to, že si chovatel vybere zvířata, která se mu líbí (na základě zdraví, vzhledu a povahy), a dovolí jim se rozmnožit, zatímco zvířata, která se mu nelíbí, mají smůlu a nerozmnoží se, tudíž nebudou mít žádné potomky a nepředají své geny dál.

Výběr jedinců by měl probíhat na základě rozumové a nikoliv citové úvahy. I když máme slabost pro nějaké zvíře, měli bychom vždy zvážit, jestli nemá nějakou závažnou vadu, kvůli které by se do dalšího chovu nehodilo. Nemá smysl si piplat linii s prokazatelně zvýšeným rizikem srdečních mrtvic jen proto, že zakladatelkou linie byla naše první potkanka a měli jsme ji moc rádi. Chovatel by měl vždycky dávat přednost zdraví a povaze před dokonalostí vzhledu. Drobné chyby ve vzhledu se dají dalším šlechtěním napravit relativně snadno, zdravotní problémy už tolik ne. To ale neznamená, že by měl chovatel vzhled hodit za hlavu úplně, to bychom mohli skončit u světlých srstí neidentifikovatelné barvy, s květákem místo uší a hrbem na zádech. Všechny tři složky by měly být v rovnováze, krýt pouze kvůli jedné z nich (ať už zdraví, povaze nebo vzhledu) je cesta špatným směrem.

Pro chov bychom měli zásadně používat dospělá zvířata. Je rozdíl mezi pohlavní a tělesnou dospělostí. Pohlavní dospělost nastupuje poměrně brzo (u potkanů už od 6 týdnů věku), zatímco plné velikosti potkani dosáhnou až po půl roce věku. I povaha se může po dosažení tělesné dospělosti (6 – 7 měsíců) výrazně pozměnit. Někdy se setkáváme i s termínem chovatelská dospělost, to je tedy věk, když potkan ještě není plně tělesně dospělý, ale už je dostatečně dospělý na to, aby např. samice zvládla odchovat vrh bez potíží. Výhodou použití dospělých zvířat je to, že máme větší představu o jejich kvalitách. A také je více času na to, aby se projevíly některé zdravotní problémy v rodokmenu.

Metody plemenitby

Plemenitbu (křížení¹⁷) můžeme rozdělit podle míry příbuznosti samce a samice na příbuzenskou a nepříbuzenskou. Příbuzná jsou taková zvířata, která mají společné nějaké předky, míra příbuznosti¹⁸ závisí na tom, kolik je společných předků a kde v rodokmenu jsou.

Úzká příbuzenská plemenitba (*inbreeding*)

Dochází ke spojování blízkých příbuzných, kdy spolu samec a samice sdílí i 50% genů. Tedy křížení mezi sourozenci, matkou a synem či otcem a dcerou¹⁹. Při opakovaném využití příbuzenské plemenitby dochází k rychlé a masivní ztrátě alel, což se může neblaze projevit na zdraví zvířat. Zhoršují se schopnosti imunitního systému, životaschopnost mláďat nebo schopnost zabřeznout a odchovat vrh. Také dochází k projevům recesivních alel pro různá onemocnění, se kterými bychom se jinak nesetkali. Někteří chovatelé tvrdí, že právě proto je úzká příbuzenská plemenitba užitečná, protože dojde k okamžitému projevení dědičných problémů. Ale to není tak docela pravda, protože

¹⁵ Šlechtění nebo plemenitba je totéž. Jen slovo plemenitba se nepoužívá u rostlin (co taková plemenitba růží?)

¹⁶ Selekcce je i motorem evoluce, ale na rozdíl od šlechtění, evoluce postupuje zcela náhodně. Selekcčním kritériem (tedy hlediskem pro výběr) je v evoluci schopnost rozmnožit se, na čemž má velký podíl náhoda.

¹⁷ U plemenitby se předpokládá, že se jedná o krytí v rámci plemene, zatímco pokud se kryjí dvě plemena vzájemně, jde o křížení, nicméně protože v chovu potkanů plemena nemáme, chápeme je jako zástupné termíny.

¹⁸ Míra aneb koeficient příbuznosti dvou jedinců je matematicky vyčíslitelná hodnota, označuje se R_{XY} a spočítá se podle vzorečku $R_{XY} = 0,5^{(n+n')}$, kdy n je číslo generace, ve které je společný předek u potomka X a n' číslo generace, ve kterém je společný předek u potomka Y. Výsledek se uvádí jako hodnota od 0 do 1 nebo v %.

¹⁹ U lidí se tomu říká incest a většina kultur ho zakazuje, protože lidi mají zkušenost, že to nevede k ničemu dobrému.

může dojít k tomu, že od příbuzných rodičů potomci náhodně zdědí zrovna ty alely, které problémy nezpůsobují, i když jsou přenašeči nějakého dědičného postižení. Bude to potom vypadat, že testovaná zvířata nic špatného nenesou a mohou se použít v dalším chovu. Úzká příbuzenská plemenitba má své uplatnění jen ve velmi speciálních případech (např. podchycení nové recesivní vlastnosti nebo laboratorní chovy) a nedoporučuje se jako běžná technika chovu. Naopak, zvířata z úzké příbuzenské plemenitby nemají například nárok na vydání řádného průkazu původu.

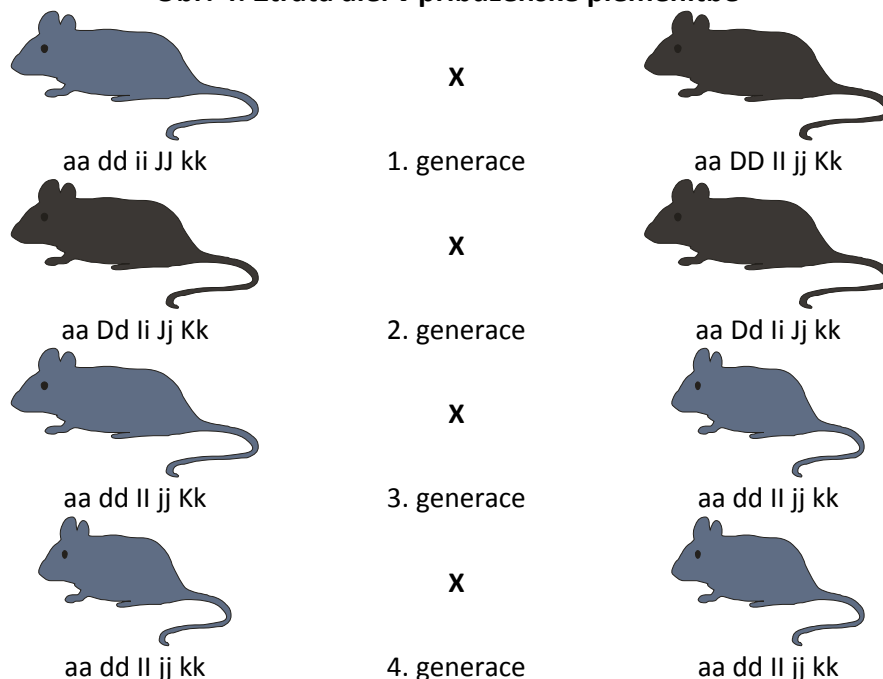
Vzdálená příbuzenská (liniová) plemenitba (linebreeding)

U tohoto typu plemenitby dochází ke spojování vzdálenějších příbuzných. Vzdálenou příbuzenskou plemenitbu český chov povoluje a mláďata mají nárok na vydání řádného průkazu původu (samozřejmě při splnění chovatelských náležitostí). Maximální možná příbuznost je jeden společný předek ve 3. generaci obou rodičů nebo jeden společný předek v 2. generaci u jednoho rodiče a u druhého ve 3. generaci. Liniová plemenitba je výhodná, protože upevňuje zvolené vlastnosti (nejčastěji vzhled), také většinou máme přehled o příslušných liniích, jejich problémech či naopak kladných vlastnostech. Stejně jako u úzké příbuzenské zde ale dochází ke ztrátě alel, byť v pomalejším tempu, a následným problémům se životaschopností zvířat.

Nepříbuzenská plemenitba (outbreeding)

Za účelem dalšího chovu se spojují pouze nepříbuzní jedinci, kteří nemají v několika generacích ani jednoho společného předka. Protože průměrný český rodokmen potkanů obsahuje 3 generace předků, za nepříbuzné se u potkanů považuje, pokud není v těchto generacích vidět žádný společný předek (buď stejné zvíře, nebo zjevný sourozenec). U jiných druhů zvířat to může být jinak, třeba v hospodářských chovech se jako nepříbuzná považují zvířata bez společného předka v 5 nebo 6 generacích. Výhodou nepříbuzenské plemenitby je uchování většiny alel, nedochází k jejich ztrátě. To s sebou nese lepší imunitní systém, dobrou plodnost a schopnost odchovávat mláďata. Nevýhodou je, že pokud neznáte dostatečně genetické pozadí nepříbuzného zvířete, můžete si do chovu naopak některé nežádoucí geny vnést.

Obr. 4: Ztráta alel v příbuzenské plemenitbě



Geny *I, J, K* jsou libovolné geny mající vliv např. na životaschopnost. Po několika generacích došlo ke ztrátě alel *i, J, K* a s tím spojené deformaci původního typu. Ze zvířat v poslední generaci již není možné získat ztracené alely a vrátit se k původnímu typu.

Testovací křížení

Cílem testovacího křížení je obvykle si ověřit buď neznámý genotyp zvířete (např. jestli nese určitou barvu), nebo dědičnost některé z vlastností (zejména u nových mutací je potřeba zjistit, jestli se dědí recesivně či dominantně atd.). Pro ověřování platí zásada, že ověřovaným zvířetem vždy kryjeme zvíře, o kterém již víme, jaký má genotyp a vlastnosti!

Například máme samce, který je aguti po dvou aguti rodičích a my bychom rádi zjistili, jestli je dominantní homozygot (AA) nebo heterozygot (Aa), tedy jestli po něm můžeme očekávat i potomky, kteří budou non-aguti, třeba černí (aa). Pokud tímto samcem nakryjeme aguti samici, o které nevíme, jestli černou nese nebo ne (A-), z výsledků křížení nezjistíme vůbec nic, pokud nebudeme mít štěstí. Protože pokud bude samice dominantní homozygot (AA), všichni potomci budou aguti, i kdyby samec byl heterozygot (Aa).

O něco lepší by byla situace, kdy bychom použili aguti samici, o které víme, že je heterozygot (Aa). Když budeme mít štěstí a samec bude taktéž heterozygot (Aa), mohla by se tam narodit i černá mláďata. Pravděpodobnost je ale jen 25%.

	otec - genotyp: Aa fenotyp: <i>aguti</i>		
	gamety	A	a
matka genotyp: AA fenotyp: <i>aguti</i>	A	AA <i>aguti</i>	Aa <i>aguti</i>
	A	AA <i>aguti</i>	Aa <i>aguti</i>

	otec - genotyp: Aa fenotyp: <i>aguti</i>		
	gamety	A	a
matka genotyp: Aa fenotyp: <i>aguti</i>	A	AA <i>aguti</i>	Aa <i>aguti</i>
	a	Aa <i>aguti</i>	aa černá

Pokud tedy skutečně chceme něco zjistit, musíme použít samici, která je recesivní homozygot (aa) a je černá, tedy viditelně má testovanou vlastnost. Pokud by byl ověřovaný samec dominantní homozygot (AA), všechna mláďata budou aguti a budou přenášet černou (Aa). Pokud by byl samec heterozygot, pravděpodobnost, že se narodí černá mláďata je 50%, což je podstatně větší šance než při krytí heterozygotní samice (Aa).

	otec - genotyp: AA fenotyp: <i>aguti</i>		
	gamety	A	A
matka genotyp: aa fenotyp: černá	a	Aa <i>aguti</i>	Aa <i>aguti</i>
	a	Aa <i>aguti</i>	Aa <i>aguti</i>

	otec - genotyp: Aa fenotyp: <i>aguti</i>		
	gamety	A	a
matka genotyp: aa fenotyp: černá	a	Aa <i>aguti</i>	aa černá
	a	Aa <i>aguti</i>	aa černá

Je nesmyslné tedy pro ověřování čehokoliv (ať už je to barva, jiná vlastnost vzhledu, zdraví²⁰ nebo povaha) používat zvířata, u kterých nevíme, zda sledovanou vlastnost mají. Pokud použijeme partnera, o kterém nevíme nic, z jaké je linie, jak je na tom linie se zdravím atd., křížení nemůže nic ověřit či prokázat. Musíme použít zvíře, které už nějaké vrhy mělo, a bezpečně známe jeho genotyp a zdravotní pozadí. Ideální je, aby bylo recesivně homozygotní minimálně v ověřovaných znacích.

²⁰ Zejména snaha ověřit zdraví na samci a samici ze zverimexu je absurdní. Tam můžeme jedinečně založit na zvířatech ze zverimexu novou linii a po několika generacích teprve budeme mít jistotu, že je zdravotně v pořádku. Ale to samé můžeme udělat i se zvířaty ze zájmového chovu.

GENETIKA VARIET

Variety jsou vlastně obměny vzhledu jednoho druhu. Potkani nemají plemena, protože u nich nedochází k vyhraněnému křížení jedinců pouze určité barevné a vzhledové skupiny, ale existují různé variety základního vzhledu. Variety se liší stavbou těla a typem srsti, ale je možné (při zachování určitých pravidel) je křížit libovolně mezi sebou.

STAVBA TĚLA

Tvar těla se u potkanů zatím příliš neliší, stavba těla zůstává prakticky stejná, protože potkani nejsou tak prošlechtění a nedochází u nich k vyhraněnému křížení jen určitých forem, jako je to u jiných domestikovaných druhů, například psů²¹.

Dumbo

Recesivní mutace, ovlivňující stavbu lebky²². Horní a dolní čelist je mírně zkrácená, lebka působí širším dojmem a charakteristické je umístění uší, které jsou postavené níže (pod linií očí). Uši jsou také větší, plošší a otevřené. Potkan tak připomíná slůně z Disneyho filmu Dumbo. Vnitřní ucho má normální stavbu a problémy se sluchem nebyly zaznamenány. Mutace může kromě stavby lebky ovlivňovat i stavbu mozku, proto je důležité dbát na to, aby se do chovu nepoužívali jedinci s příliš deformovanou lebkou (např. výduť na vrcholu lebky, příliš velký týlní hrbol). Ucho má být ploché a bez záhybů a řasení.

Genotyp: **DuDu** – standardní uši

Dudu – standardní uši, gen pro dumbo

dudu – dumbo uši

Minipotkan (*dwarf*)

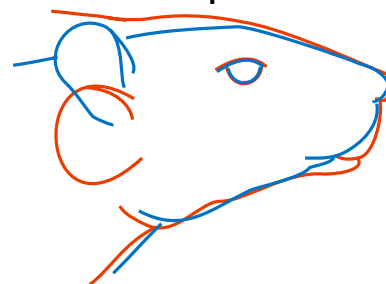
Taktéž recesivní mutace, která má vliv na syntézu růstových hormonů. Minipotkani produkují málo růstového hormonu a proto mají v dospělosti přibližně třetinu velikosti standardního potkana. I stavba těla vykazuje typické trpasličí znaky – menší a kratší nohy a ocas, kratší čumák a velké až vypouklé oči. Je to samostatná varieta, nejedná se o nedostatečně narostlé standardní potkany, ti mají růstový hormon v pořádku. Minipotkani bývají živější než standardní potkani, někdy mají problémy s obezitou. Díky nedostatku růstového hormonu se u minipotkanů neobjevují některé typy rakoviny (např. rakovina mléčné žlázy).²³

Genotyp: **DwDw** – standardní velikost

Dwdw – standardní velikost, přenašeč

dwdw – minipotkan

Obr. 5: Náčrt postavení uší



Modrá linka ukazuje uložení uší u standardní variety, červenou je vyznačena varieta dumbo

²¹ Kromě toho mají psi, potažmo jejich předchůdci vlci a obecně psovitě šelmy, jednu neskonale selekční výhodu. Vzhled u nich ovlivňuje několik sérií znásobených genů, takže bez ztráty fyziologické funkce mohou měnit celkový vzhled. I vlci (*Canis lupus*) v různých oblastech světa se vzhledem liší a jeden by skoro nevěřil, že to je jeden druh. Potkani (*Rattus norvegicus*) vypadají všude prakticky stejně.

²² Konkrétně se jedná o změny ve vývoji prvního žaberního oblouku u embryí. Dochází ke zpomalení růstu při prodlužování horní a dolní čelisti, a ke změnám ve vývoji a osifikaci chrupavky a k posunutí ušního otvoru. Na vině jsou nejspíš homeoboxové geny *Msx1* a *Dlx1*.

²³ Z toho důvodu někteří chovatelé zkoušeli křížit minipotkany se standardními, aby získali i standardní potkany bez rakoviny, jenže to bohužel nefunguje, protože klíčem k rezistenci na některé typy rakovin je právě ten nedostatek růstového hormonu. Normálně vzrostlý potkan má růstového hormonu dost.

Manx

Tato varieta se vyznačuje chybějícím nebo silně redukováným ocasem. V některých zemích se podobně jako u koček (od kterých mutace získala jméno) rozlišují různé typy manxů podle toho, jak velkou část ocasu mají zachovanou. V ČR se manx potkani cíleně nechovají, neboť jejich chov by se mohl dostat do rozporu se zákony na ochranu zvířat. Ocas je u potkana důležitým orgánem termoregulace, chybějící ocas může narušovat mechaniku pohybu. Přesto se někdy manxové náhodně narodí. Mutace je pravděpodobně recesivní²⁴ nebo se jedná o důsledek součinnosti celé skupiny genů, které mají vliv na stavbu zadní části těla, tedy nejen na chybějící ocas, ale i tvar páteře či zadních končetin. Manxové mohou mít deformovanou pánev, která neumožňuje normální porod či odkládání trusu. Mutace se označuje i St z anglického „short tail“ (krátký ocas).

Genotyp: **StSt** – standardní potkan
Stst – standardní potkan, přenašeč
stst – potkan bez ocasu (manx)

TYP SRSTI

Potkaní srst, stejně jako u většiny savců se skládá z podsady, krycí srsti a hmatových chlupů. Podsadu tvoří jemné krátké chloupky a pokrývají celé tělo potkana kromě čumáku, spodní strany chodidel a ocasu. Ale ani ocas není holý, je krytý řídkými tvrdými štětinami. Delší a silnější chlupy vytvářejí krycí srst, kterou si můžeme dobře prohlédnout na hřbetě potkana. Standardní krycí srst je hladká a bez vírů či pěšinek. Hmatové chlupy jsou nejdelší a ze srsti vyčnívají, nejvíce jich najdeme na hlavě. Jsou pro potkana důležitým zdrojem informací, mimo jiné mu usnadňují orientaci v prostoru.

Kudrnaté variety

Mutací je několik a většinou narušují fáze normálního vývoje srsti, následkem čehož se jednotlivé chlupy krotí. V ČR se rozlišuje hrubá a měkká kudrnatá srst, v zahraničí nebo laboratořích²⁵ existuje více různých typů, ale odlišit je od sebe je poměrně složité.

Rex

Srst je kudrnatá, hrubá a odstává od těla, vousky má potkan kudrnaté. Mutace je semi-dominantní, v případě, že je potkan dominantní homozygot, srst mu po těle vyrůstá v okrcích a po čase vypadává. Takovému potkanovi se říká dvojitý rex. Jeho potomci mají vždy srst typu rex.

Genotyp: **ReRe** – dvojitý rex
Rere – rex
rere – standardní srst

Někdy se vyskytnou zprávy o varietě "recesivní rex" (recessive rex). Jedná se o recesivní mutaci, která také vytváří podobný typ srsti.

Velvetýn

Srst je spíše zvlňená než kudrnatá, je jemnější a měkká, vatová. Vousky bývají rovné nebo na koncích zahnuté. S přibývajícím věkem dochází k narovnávaní srsti, ke stáru může velvetýn vypadat jako standardní potkan. Mutace je dominantní.

Genotyp: **VeVe** – velvetýn
Veve – velvetýn
veve – standardní srst

²⁴ Některé zdroje uvádějí i dominantní mutaci „Tal“ = tailless.

²⁵ Bylo popsáno nejméně 7 mutací způsobujících kudrnatou srst a my nemáme ani tušení, zda se jedná o stejné mutace, jako najdeme v chovu. Nicméně mutace curly-1, curly-2, kinky a shaggy jsou považovány za vymřelé, další jsou rex, wavy a ragged. Podle popisu by laboratorní rex měl být stejná mutace jako „náš“ rex.

Bezsrsté variety

Podobně jako u kudrnatých variety existuje mnoho genů, které způsobují, že je potkan částečně nebo zcela bezsrstý. Příčinou mohou být např. příliš slabé chloupky, které nejsou schopny prorazit kůži, nebo naopak příliš silná kůže, kterou není chlup schopný prorazit. Většina těchto mutací úzce souvisí s imunitním systémem a fyzickým zdravím potkana, časté jsou také problémy s laktací u samic.

Fuzz²⁶

I když se jedná o bezsrstou variety, kvalitní fuzz by měl být osrstěný i v dospělosti. Jeho srst má být jemná, měkká a krátká, vypadá jako by měl jen podsadu bez krycí srsti. V současné době ale většina dospělých fuzzů srst ztratí a zůstává jim ochlupení převážně jen v obličeji. Protože fuzz není chráněn před ztrátami tepla, spotřebuje hodně energie na udržení normální teploty a obvykle tedy i vyroste méně než standardní potkani. Fuzz samice odchovávají v průměru 2/3 vrhu ve srovnání s ostatními variety, doporučuje se tedy pro chov fuzzů používat standardní samičky s genem pro fuzz. Mutace je recesivní.

Genotyp: **FzFz** – standardní srst

Fzfz – standardní srst, fuzz gen

fzfz – fuzz

Sphynx

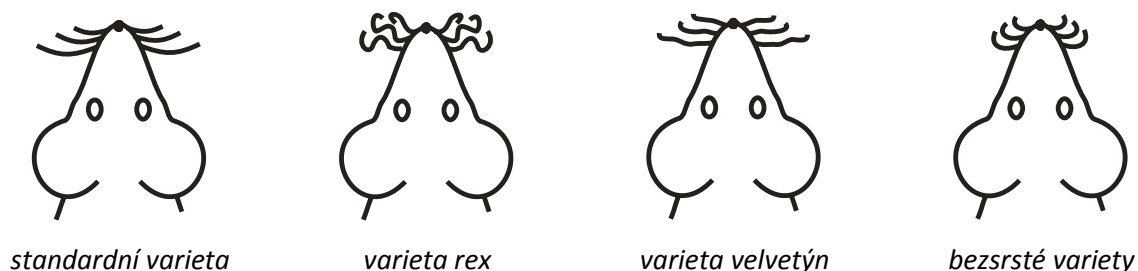
Těmto potkanům chybí srst často úplně a to včetně hmatových fousků a očních řas (což není žádané), nebo jim může na některých místech na těle neustále vyrůstat a vypadávat tvrdá drátovitá řídká srst. Tato variety mívá vážné zdravotní problémy, a proto její chov není pro začátečníky! Gen pro chybějící srst je recesivní a při chovu se doporučuje postupovat přes genová zvířata.

Genotyp: **SpSp** – standardní srst

Spsp – standardní srst, sphynx gen

spsp – sphynx

Obr. 6: Schematické znázornění tvaru vousků u vybraných variety



²⁶ Není jisté, zda se jedná o mutaci fuzzy uváděnou u potkanů v laboratořích.

Dlouhá a saténová srst

V této oblasti vznikají zmatky způsobené tím, že tyto variety nejsou v ČR příliš zastoupeny a při přejímání pojmů ze zahraničí bez znalosti genetického pozadí dochází k nepřesnostem. Saténových mutací je několik a s dlouhosrstou mutací bývají směřovány, navíc některé typy dlouhých srstí (např. „harley“ nebo „longhaired curly“ vznikají až kombinací s dalšími mutacemi pro jiné typy srstí²⁷.

Saténová srst

Charakteristický je pro ni vysoký lesk, barva působí intenzivněji. Příčinou je zřejmě vyšší průhlednost svrchní části chlupu, díky které barva uprostřed lépe vynikne. Chlupy vypadají tenčí a na pohmat jsou příjemně hladké. Tenčí chlup může působit i delším dojmem. Saténový efekt je patrný na všech typech srstí včetně fuzz. Tato mutace je recesivní.

Genotyp: **SaSa** – standardní srst
Sasa – standardní srst, saténový gen
sasa – saténová srst

V některých zemích (např. USA) mají možná ještě jednu varietu, kterou označují jako saténovou (satin), ale srst této variety vypadá neupraveně a mastně, s mírně zvlněnými vousky. Někdy se tato mutace považuje za totožnou s dlouhosrstou mutací nebo velvetýnem, ale pro to chybí podklady.

Dlouhá srst

Srst je viditelně delší než u standardních potkanů, bývá rovná nebo zvlněná. Také může vykazovat vyšší lesk a na omak působit hedvábně, což ale nemusí být důsledek této mutace. Poměrně jistě víme, že zvlněnou delší srst odstávající od těla způsobuje dlouhosrstá mutace spolu s jednou z mutací pro kudrnatou srst. Genetika dlouhosrstých potkanů stále není dostatečně prozkoumána, alespoň ne v ČR²⁸. Nicméně samotný dlouhosrstý faktor se dědí recesivně. V některých liniích se vyskytují problémy s kůží a příliš řídkou srstí, proto by se mělo chovat pouze na zdravých a kvalitně osrstěných zvířatech.

Genotyp: **LhLh** – standardní srst
Lhlh – standardní srst, LHg
lhhl – dlouhá srst

U dlouhosrstých potkanů se v zahraničí rozlišuje několik různých typů, nejčastěji harley (obvykle dlouhosrstý velvetýn), longhaired curly (dlouhosrstý rex nebo velvetýn), longhaired satin (dlouhosrstý se saténovým leskem) a longhaired straight (dlouhosrstý s rovnou srstí nebo i saténový). Abychom se vyhnuli zmatkům, je nejlepší je podle genotypu rozdělit takto:

Genotyp: **lhhl** – dlouhosrstý
lhhl Ve- – dlouhosrstý velvetýn
lhhl Rere – dlouhosrstý rex
lhhl sasa – dlouhosrstý saténový

²⁷ A aby v tom byl ještě větší maglajz, tak se zřejmě klasický saténový efekt mimo jiné nese i v liniích dlouhosrstých potkanů.

²⁸ A přejímat bezvýhradně nějaké tvrzení ze zahraničí má svá úskalí, protože už několikrát se projevilo, že v různých zemích mají různé mutace, takže to, co např. v USA tvrdí o dlouhosrsté mutaci vůbec nemusí platit pro mutaci delší srstí třeba v Holandsku. Zejména USA je natolik velké, že si některé věci na jednom pobřeží vysvětlují a pojmenovávají úplně jinak než na druhém.

GENETIKA BAREV

Barvu srsti mají na svědomí pigmentové buňky (melanocyty). V těchto specializovaných buňkách se vyrábí barvivo, které se v podobě drobných pigmentových zrníček ukládá do kůry chlupu. Melanocyty jsou umístěny v chlupové cibulce, tedy v kořeni chlupu. Umí vyrábět dva druhy barviv, černohnědé (eumelanin) a žlutočervené (feomelanin). Střídáním těchto barviv vzniká zbarvení typické pro divoké potkany.

ZÁKLADNÍ GENY PRO BARVY

Někdy si lidé myslí, že potkan je bílý a různé barvy srsti se na něj „nanášejí“ podobně, jako když malujeme velikonoční vajíčka. Je to ale úplně jinak. Základní zbarvení potkanů je stejné jako u většiny hlodavců a podle jednoho z nich²⁹ se nazývá aguti. Všechny další barvy srsti vznikají tím, že mutace naruší normální proces vytváření a ukládání barviva do chlupů. S barvou srsti souvisí i barva očí, protože v očích se také ukládá pigment. Pokud je ho málo nebo chybí, prosvítá za okem prokrvená sítnice, která má červenou barvu.

Aguti faktor

Za normálních okolností se během růstu chlupu střídá výroba černohnědé a žlutočerveného barviva, takže jednotlivé chlupy získávají pruhovaný vzhled, kdy je špička chlupu zbarvená černě, pak pokračuje pás žlutooranžové barvy a základna chlupu bývá tmavohnědá. Střídání pruhů se říká ticking a podle jeho přítomnosti či nepřítomnosti se barvy rozdělují do dvou skupin. Za toto střídání je zodpovědný aguti gen a jeho recesivní mutace vypíná přepínač³⁰, takže melanocyt vyrábí pouze tmavé barvivo. Srst se pak jeví jednoduše zbarvená. Aguti faktor většinou dodává srsti zrzavý nebo žlutohnědý nádech.

Genotyp: **AA** – aguti srst

Aa – aguti srst, přenáší non-aguti

aa – non-aguti srst

U některých chovatelů v USA se zřejmě objevila další mutace tohoto genu, označována a(mo), v ČR rozšířená není. Mutace se vůči alele A chová recesivně a vůči alele a dominantně. Mláďata se rodí se světlým břichem podobným, jako mají aguti zbarvení, ale hřbet je v barvě bez tickingu. Potkani se označují jako shadow, tortishell či mock-agouti.

Čokoládová barva

Recesivní mutace, která narušuje konečnou fázi výroby tmavého barviva, takže zůstává hnědé a srst potkana získává barvu hořké čokolády³¹. Oči jsou tmavě hnědé.

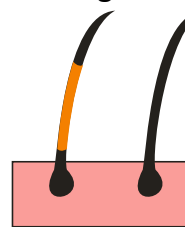
Genotyp: **BB** – normální barva srsti

Bb – normální barva srsti, přenáší čokoládovou

bb – čokoládová barva srsti

Za čokoládovou barvu někdy chovatelé zaměňují i jakékoli další zesvětlení genotypově černé srsti, ať je způsobeno jinými geny, modifikátory či stravou bohatou na rostlinná barviva.

Obr. 7: Aguti faktor



Vlevo je zbarvení chlupu s tickingem, vpravo bez.

²⁹ *Dasyprocta punctata*, aguti střeadoamerický.

³⁰ Střídání syntézy obou barviv regulují dvě složky. Jednou je melanocyty stimulující hormon (MSH), který se váže na melanokortin-1 receptor (MCR1) a stimuluje melanocyty ke tvorbě eumelaninu. Druhou složkou je aguti protein, který zabraňuje MSH se navázat na receptor a melanocyt tedy produkuje feomelanin. Po vyčerpání aguti proteinu melanocyt opět produkuje eumelanin.

³¹ Změnu má na svědomí pravděpodobně mutace genu TYRP1, který kóduje protein příbuzný tyrosináze. Protein působí jako enzym katalyzující přeměnu hnědé 5,6 – dihydroxyindolu na černohnědý eumelanin.

Modré barvy

Genů pro modré barvy je několik, mají společně to, že ovlivňují ukládání barviva do chlupů, to probíhá nevyrovnaně (chvíli se ukládá více, chvíli méně) a v důsledku toho srst vypadá modrošedá. Je to také důvod, proč některé modré barvy vypadají, jako by měly ticking i bez aguti faktoru, protože barvivo se ukládá ve shlucích. V laboratorních liniích se uvádí souvislost těchto mutací s problémy s nervosvalovou koordinací a poruchami rovnováhy, v zájmovém chovu ale nebylo toto pozorováno. Všechny tyto mutace jsou recesivní³².

Americká modrá

Tmavá břidlicově šedá barva, oči černé. Vyskytuje se i ve světlejších odstínech, pravděpodobně v důsledku přítomnosti modifikačních genů. Tmavší odstín je preferován, protože některé linie světlých odstínů mohou mít problémy se srážlivostí krve.

Genotyp: **GG** – normální barva srsti

Gg – normální barva srsti, přenáší americkou modrou

gg – americká modrá barva srsti

Ruská modrá

Tmavá modrošedá barva s kovovým leskem, srst často působí dojmem lehkého tickingu. Oči černé. Ruská se jí říká, protože vzhledem připomíná barvu srsti koček plemene ruská modrá kočka.

Genotyp: **DD** – normální barva srsti

Dd – normální barva srsti, přenáší ruskou modrou

dd – ruská modrá barva srsti

V Německu se vyskytuje další typ modré barvy, který je téměř totožný se vzhledem ruské modré. Označuje se jako german blue (gb) nebo sapphire. Při křížení s ruskými nebo americkými modrými se narodí černá mláďata, jedná se tedy o jinou mutaci. Další podobná barva se objevila i v USA, kde ji označují midnight blue (sd). Tyto barvy se mohou náhodně vyskytnout u zvířat z importovaných linií.

Šampaňská barva

Mutace znemožňuje vytvářet tmavé barvivo, melanocyty vyrábí pouze světlé³³. Srst tím získává světle béžovou barvu s růžovým nádechem, charakteristická je také růžová barva očí způsobená nedostatkem tmavého pigmentu v oku. Mutace je recesivní či semi-recesivní, protože u heterozygotů se někdy vyskytuje mírné zesvětlení srsti a barvy očí.

Genotyp: **PP** – normální barva srsti

Pp – normální či mírně zesvětlená barva srsti, přenašeč

pp – šampaňská barva srsti

Běžová barva

Další mutace, která ovlivňuje ukládání barviva do chlupů a očí. Barvivo se ukládá málo a díky tomu srst zůstává světlá, béžová. Oči jsou tmavě červené, rubínové. U zvířat s touto mutací se někdy vyskytuje zhoršená srážlivost krve. Mutace je semi-recesivní a u heterozygotů je patrné zesvětlení barvy srsti a očí, zvláště v případě, že je recesivní homozygot na dalších barevných genech.

Genotyp: **RR** – normální barva srsti

Rr – normální či zesvětlená barva srsti, přenašeč

rr – běžová barva srsti

³² Jedná se zřejmě o důsledek mutace genu pro myosin Va, tento protein se podílí na posouvání pigmentových granulí dendritem chlupu. Kvůli mutaci pigmentové granule postupují nerovnoměrně.

³³ Gen kóduje protein, který pomáhá zvyšovat kyselost prostředí v eumelanozomech, což je potřebné pro správnou funkci tyrosinázy. Eumelanozomy tento gen nemají, proto nejsou mutací ovlivněny.

Mink a perlová barva

Geny pro tyto barvy spolu úzce souvisí. Mink mutace vytvářejí hnědou barvu srsti podobnou zbarvení norků. Typická je větší či menší nerovnoměrnost barvy, se světlejšími či tmavšími oblastmi. Mink barvy se často podílí na zesvětlení původních barev a vzniku dalších barevných typů. Mechanismus působení mutací není stále znám, obě jsou recesivní.

Britský mink

Delší dobu známá mutace, vytváří šedohnědou barvu s modrým, studeným nádechem. Oči zůstávají černé.

Genotyp: **MM** – normální barva srsti
Mm – normální barva srsti, přenašeč
mm – mink barva srsti

Americký mink

Šedohnědá barva má teplejší odstín a červený nádech. Oči jsou rubínové. Byla objevena v Británii v importovaných liniích, kde bylo zjištěno, že americký mink je mutace jiného genu než britský mink. Při křížení britských a amerických minků se rodí černá mláďata.

Genotyp: **MoMo** – normální barva srsti
Momo – normální barva srsti, přenašeč
momo – mink barva srsti

Při importu mink potkanů z Austrálie do USA došlo k obdobné situaci jako při importu minků z USA do Británie. Američtí chovatelé zjistili, že australský mink není kompatibilní s jejich minkem. Jestli se jedná o třetí, samostatnou mutaci (tzv. australský mink), nebo o britský mink gen zatím nebylo prokázáno³⁴.

Perlová barva

Srst je stříbřitá s krémovým nádechem, konce chlupů jsou tmavě šedé, kořínky naopak bílé. Tato mutace je z několika důvodů výjimečná. Jedná se o semi-dominantní mutaci, která se na srsti projeví pouze v případě, že je potkan recesivní homozygot v jednom z mink genů³⁵. Jinými slovy, aby byl potkan perlový, musí být zároveň mink. Perlová mutace je letální, to znamená, že dominantní homozygoti nejsou schopni normálního vývinu. Zárodek se přestane vyvíjet a je samicí vstřebán ještě v děloze. Proto se nedoporučuje vzájemně krýt dva nositele perlové barvy.

Genotyp: **M- (Mo-) PePe** – letální kombinace
M- (Mo-) Pepe – normální barva srsti, přenašeč
M- (Mo-) pepe – normální barva srsti
mm (momo) PePe – letální kombinace
mm (momo) Pepe – perlové zbarvení
mm (momo) pepe – mink zbarvení

BARVY SRSTI A BAREVNÉ LINIE

Většina barev srsti vzniká kombinací výše uvedených základních genů. Všechny barvy mají svou non-aguti a aguti variantu. Aguti varianty mívají žlutooranžový odstín kvůli přítomnosti světlejšího pásu tickingu. Obecně platí, že čím větší počet genů se na barvě srsti podílí, tím více jsou srst a oči světlejší. V extrémních případech vznikají tak světlé barvy, že nejsou jedna od druhé výrazně

³⁴ Je totiž obtížné importovat zvířata z Austrálie; dostat do Austrálie potkany je prakticky nemožné kvůli přísným zákonům na ochranu původní australské fauny.

³⁵ Tomuto vztahu se říká dominantní epistáze. Je to obdoba vztahů mezi alelami, jenže mezi geny.

odlišitelné, ačkoliv mají různý genotyp. Potkan, který by měl v genotypu všechny mutace genů pro barvy, by se vzhledem blížil k albínům.

Jak mohou vznikat různé barvy srsti, si ukážeme na příkladu. Levé sloupce obsahují kompletní genotyp se všemi geny pro barvy. Všimněte si, že v prvním řádku je potkan dominantní homozygot pro všechny geny kromě perlové barvy. Předposlední sloupec popisuje barvu srsti a vpravo je její chovatelský název:

AA	BB	DD	GG	PP	RR	MM	MoMo	pepe	původní divoké zbarvení	<i>aguti</i>
aa	BB	DD	GG	PP	RR	MM	MoMo	pepe	ztráta tickingu	<i>černá</i>
aa	BB	dd	GG	PP	RR	MM	MoMo	pepe	tmavá modrošedá	<i>ruská modrá</i>
aa	BB	dd	GG	PP	RR	mm	MoMo	pepe	světlá modrošedá	<i>holubičí</i>
aa	BB	dd	GG	PP	RR	mm	MoMo	Pepe	stříbřitě namodrale šedá	<i>ruská perlová</i>
aa	BB	dd	gg	PP	RR	mm	MoMo	Pepe	světlá lehce našedlá	<i>zesvětlená*</i>

*Zesvětlená barva je taková, která neodpovídá popisu žádné ze známých barev a není možné zjistit její přesný genotyp. Často se setkáme i s označením „diluted“ nebo hezky česky „vyblitá“. Konkrétně tato z příkladu by se dala označit za „diluted russian dove“ nebo „ruská platinová perla“ atd. Ale podle vzhledu bychom ji nedokázali zařadit.

Z tabulky je vidět, jak s postupným přidáváním mutací (vyznačeny barevně) se mění barva srsti na stále světlejší. Většina chovatelských zbarvení je tvořena maximálně 4 geny (včetně aguti genu), při větším počtu už jsou barvy příliš světlé a neidentifikovatelné. Přehled genotypů jednotlivých barev najdete v dodatcích.

Systém barevných linií

Barevná linie je skupina barev, které mají společný genetický základ. Tvoří ji tedy recesivní homozygoti a heterozygoti v daných genech. Jinak řečeno, barevná linie sdružuje potkany se stejnou barvou (včetně stínovaných, viz dále) nebo přenašeče té barvy. Systém barevných linií je výhodný zejména pro začátečníky, kterým brání dělat chyby v křížení barev i když neznají dostatečně jejich genetiku.

Jak to celé funguje, si ukážeme na příkladu topazové linie. Do této linie patří barvy:

běžová (aa rr M-)	plavá (A- rr M-)
havanská (aa Rr mm)	havanská aguti (A- Rr mm)
buvolí (aa rr mm)	topazová (A- rr mm)
mink po těchto barvách (aa RR mm)	skořicová po těchto barvách (A- RR mm)
černá po těchto barvách (aa R- M-)	aguti po těchto barvách (A- R- M-)

Z genotypů uvedených v závorce je vidět, že se vždy jedná o kombinace alel tří genů: - **a**, **A** (aguti gen); **r**, **R** (běžový gen); **m**, **M** (mink gen). Proto všechny tyto barvy patří do jedné linie. Není ale možné použít mink a skořicovou barvu z jiné linie. Např. mink po ruské modré nebo holubičí barvě má genotyp **aa RR mm Dd** a do linie by zanesl další gen – pro ruskou modrou (D), který do této linie nepatří. Zatímco např. mink po havanské aguti (tedy ze stejné linie) by nic nežádoucího přinášet neměl.

Zkuste si sami na základě tabulek v dodatcích vyřešit otázku, jestli je možné krýt americkou modrou samicí ruským modrým samcem, když ruská modrá linie je jiná než americká modrá linie.³⁶

³⁶ Ano, pokud je cílem získat zvířata s ruskou stříbrnou barvou (aa dd gg). Je ale nezbytné použít americkou modrou z této linie (aa Dd gg) a ruskou modrou z této linie (aa dd Gg), nebo pro získání genových zvířat (aa Dd Gg) využít americkou modrou z čisté americké linie (aa DD gg) a ruskou modrou z čisté ruské modré linie (aa dd GG). Například nejde použít ruskou modrou z holubičí linie (aa dd GG Mm), zanesla by sem mink gen, který do této linie nepatří.

STÍNOVÁNÍ A PŘÍBUZNÉ BARVY (KUNÍ, ALBÍN)

Pro stínování je typické, že koncové části (čumák, uši, končetiny, ocas) jsou zbarvené tmavší barvou než zbytek těla. Toto zbarvení má na svědomí jediný gen.

Gen C

Tento gen je zodpovědný za výrobu enzymu³⁷, který umožňuje syntézu barviva (melaninu). Mutace v tomto genu může vyřadit celou výrobní linku na výrobu pigmentu. Je známo několik alel tohoto genu.

Alela	Vztah k ostatním alelám	Efekt
C	dominantní nad všemi ostatními alelami	vyrábí normální barvivo
c	recesivní proti C, kodominantní s ostatními	nevyrábí se nic
c(h)	recesivní proti C, kodominantní s ostatními	vyrábí barvivo citlivé na teplotu
c(d)	recesivní proti C, kodominantní s ostatními	vyrábí se barvivo jen částečně

Alela c je poškozená a pigmentové buňky nejsou schopné vyrábět žádné barvivo. Potkan zůstane bílý a oči má růžové, protože barvivo není ani v nich. Takovému zbarvení se říká albín. Ačkoliv albíni nejsou viditelně zbarvení, mohou skrytě přenášet jakoukoliv barvu a mít tedy zbarvené potomky.

Alela c(h) sice je schopná vyrábět potřebný enzym, ale ten enzym se v teplejším prostředí rozpadá a nefunguje, proto potkan může být zbarvený jen tam, kde jsou části těla chladnější. Tedy na čumáku, ocase, končetinách a uších.³⁸ Stínování u siamských, himálajských a barských barev je důsledek toho, že potkan není na teplejších částech těla schopný vyrábět barvivo. Proto také bývají stínované znaky výraznější u zvířat, chovaných v nižších teplotách.

Alela c(d) je relativně nová, mechanismus mutace není přesně znám. Působením této alely je feomelanin světle žlutý až stříbrný, zatímco eumelanin je zpočátku černý, ale s věkem získává kouřově šedou barvu. Oči jsou červené až růžové. Tomuto typu zbarvení se říká kuní (nebo red eyed devil či marten).

Genotyp: **C-** – normální zbarvení

cc – albín

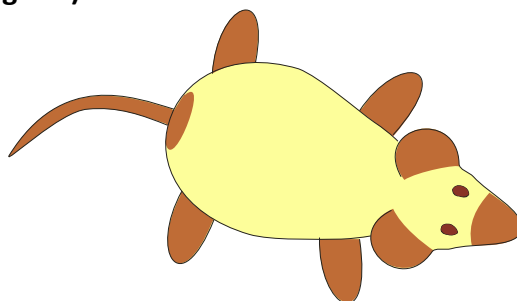
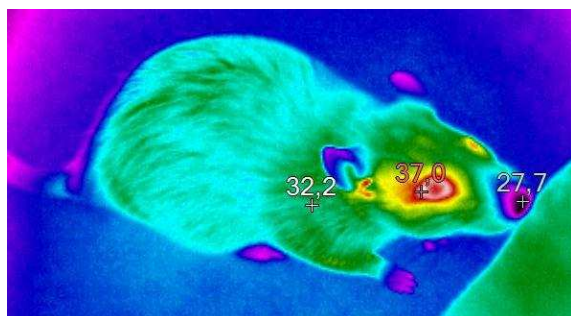
c(h)c(h) – siamské zbarvení, rubínové oči, krémový základ těla a tmavší odznaky

cc(h) – himálajské zbarvení, červené oči, bílý základ těla a tmavší odznaky

c(d)c(d) – kuní zbarvení, červené oči, šedostříbrná barva

c(d)c(h) – stínované kuní zbarvení, červené oči, šedostříbrná barva a tmavší odznaky

Obr. 8: Snímek z termokamery (termogram) a náčrt rozložení stínování



Termokamera snímá tepelné vyzařování oblasti a barevně ho odliší. Fialové oblasti jsou nejchladnější, všimněte si, že rozdíl teplot na povrchu je 5 – 10°C. Snímek ukazuje, proč je rozložení stínování právě takové, jaké je. Za zapůjčení snímku děkuji Martinu Hnídkovi.

³⁷ Gen TYR kóduje tyrosinázu, klíčový enzym celé syntézy melaninu, umožňuje štěpit aminokyselinu tyrosin.

³⁸ Říká se tomu akromelanismus. Z řeckého „akro-“, vrcholný, přeneseně okrajový a „melanos“, černý.

Gen pro barmské zbarvení a pro černé oči

Siamské a himálajské barvy mívají oči zbarvené v odstínech červené, ale působením tohoto genu získávají oči černé. Dříve se tento uváděl jako dva různé geny (barmský a pro černé oči), ale novější výzkumy a výsledky křížení naznačují, že se jedná o dvě alely stejného genu. Přidržíme se tedy druhého způsobu, dokud nebude prokázán opak³⁹.

Gen je ve vztahu ke genu C, protože se projeví pouze v případě, že potkan nemá ani jednu dominantní alelu genu C, podobně jako je to s perlovým genem a mink geny. Gen by měl mít tři alely:

Alela	Vztah k ostatním alelám	Efekt
be	recesivní proti všem alelám	žádný, zbarvení je s červenýma očima
Be	recesivní proti Be(B)	stínované zbarvení s černýma očima
Be(B)	semi-dominantní	zbarvené je celé tělo s tmavšími odznaky

Alela Be způsobuje u siamských, himálajských a kuních barev černé oči. Zároveň může celou barvu lehce ztmavit. Funguje i na albíny, ti získají černé oči a nažloutlou barvu srsti, takové zbarvení se označuje jako slonovinová.

Alela Be(B) vytváří barmské a sobolí zbarvení (dominantní homozygot). Pro tyto barvy je typický tmavý základ těla, na kterém jsou jasně patrné ještě tmavší odznaky.

Obě alely se mohou kombinovat jak se siamským c(h)c(h) genotypem, tak s himálajským cc(h), nicméně se nedoporučuje chovat barmské zbarvení na himálajském základě, protože rozdíl mezi základní barvou těla a odznaky není příliš výrazný. To platí i pro kombinace kuních barev s barmskou alelou, kde výsledek vypadá jako špatně vybarvený barmský potkan.

Genotyp: **C- Be(B)**- normální zbarvení
c(h)c(h) bebe – siamské zbarvení, rubínové oči
c(h)c(h) Bebe – siamské zbarvení, černé oči
c(h)c(h) Be(B)Be – barmské zbarvení
c(h)c(h) Be(B)Be(B) – sobolí zbarvení
cc Bebe – slonovinové zbarvení
cc(h) Bebe – himálajské zbarvení, černé oči
c(d)c(d) Bebe – kuní zbarvení, černé oči

V souvislosti s alelou pro černé oči se často mluví také o zlatém himálajském zbarvení, které se objevilo v Británii. Zlatí himálajci mají základní barvu světle meruňkovou a tmavší odznaky. Genetika tohoto zbarvení zatím není plně známa, ale s největší pravděpodobností se jedná o siamské a himálajské potkany s černýma očima, u kterých nějaký modifikátor alely pro černé oči pomohl zdůraznit projev aguti genu, čímž srst získává zlatou barvu. Označují se jako „zlatý himálajský“ (golden himalayan) bez ohledu na to, zda jde o skutečné himálajce cc(h) nebo o siamský genotyp c(h)c(h), což může být matoucí. Nejvýrazněji jsou prý zbarvena zvířata s genotypem c(h)c(h) BeBe A- + modifikátor. V ČR se tato barva vyskytuje zřídka, a proto není možné tuto teorii potvrdit.

Všechny typy stínovaných barev se mohou kombinovat se základními geny pro barvy, takže stínování existuje v celé škále odstínů. Doporučuje se ale chovat pouze kombinace s geny pro tmavé barvy, protože stínování základní barvu zesvětlí (např. z černé udělá hnědou), takže třeba siamský potkan se šampaňskými znaky by nebyl rozeznatelný od albína.

Genotypy pro nejrozšířenější barevné varianty stínovaných potkanů najdete v dodatku.

³⁹ Samostatnost obou genů by prokázalo křížení, kdy by se barmskému potkanovi po sobolím a červookém rodiči narodil při křížení s červookým siamem černooký potomek. Pokud se tak stane, asi budu muset tuto část přepsat :)

JINÉ BAREVNÉ EFEKTY (MRAMOROVÁNÍ, POSTŘÍBŘENÍ, HUSKY A DALŠÍ)

Nejedná se o samostatné barvy, ale spíše o efekty tvořící další typy zbarvení, které se mohou vyskytovat u celé řady barev.

Mramorování (merle)

Na základní barvě srsti se objevují nepravidelné tmavší skvrny téže barvy. Mramorování je lépe viditelné na světlejších barvách. Mutace je pravděpodobně vázána na přítomnost recesivních alel genů pro mink, protože se nejčastěji vyskytuje na zbarveních typu mink, perlová a dalších od nich odvozených barev. Někdy se proto tvrdí, že se nejedná o samostatnou mutaci, ale jen o důsledek působení modifikátorů na mink barvy, které samy o sobě mají jistou nerovnoměrnost vybarvení. Jiné zdroje uvádějí, že je mramorování semi-dominantní či dominantní. Na rozdíl od obdobné mutace u psů, mramorování není letální ani s ním nejsou spojeny jiné závažné problémy.

Genotyp: **mm (momo) meme** – mink zbarvení

mm (momo) Me- –mramorované mink zbarvení

mm (momo) Pepe Me- – mramorované perlové zbarvení

Postříbření (silvered)

Efekt postříbření vzniká v srsti tak, že potkan má část krycích chlupů (ideálně 50%) bezbarvých, na pohled vypadají jako stříbrné. Ostatní krycí chlupy a podsada jsou v barvě odpovídající barevné varietě, ve které se potkan narodil. Postříbření se preferuje v non-aguti barvách, protože je v nich lépe patrné. Mutace se obvykle uvádí jako recesivní, někdy se tvrdí, že se nejedná o samostatnou mutaci, ale pouze o selekci zdůrazněný přirozený rys srsti.

Genotyp: **SiSi** – normální zbarvení

Sisi – normální zbarvení, přenašeč

sisi – postříbřené zbarvení

Husky

Tento barevný efekt se často považuje za bílou kresbu, ale ve skutečnosti se jedná o samostatný efekt. Podstatou husky efektu (někdy se setkáme i s označením roan) je změna barvy v průběhu života. Ke jménu přišel efekt tak, že vzhledem připomínají tyto potkani plemeno psů husky. Husky potkani se rodí zbarvení a obvykle s bílým trojúhelníkem ve tvaru obráceného V na hlavě, který je (na rozdíl od bílé kresby s lysinou) široký, zasahuje přes lůžka vousků až na dolní čelist a úhel jeho vrcholu je spíše tupý. Oči v důsledku toho mají červený nádech i u černé barvy. Zbytek těla odpovídá často kresbě se širokým pruhem, ale pokud se husky kombinuje s geny pro bílou kresbu, mohou se vyskytnout i husky s japonskou kresbou či s bílými zády. Někdy mají husky potkani místo lysiny i jen malou tečku na hlavě.

S postupujícím věkem se při každém přesrstění vymění část barevných chlupů za čistě bílou, takže staří husky potkani mohou být téměř celí bílí. Míra vybělení je individuální a pravděpodobně záleží na modifikátorech, někteří husky za celý život nezbledí zcela, jiní jsou téměř bílí už třeba po roce. Husky efekt se preferuje v tmavých barvách, ve světlých není tak patrný. Mutace je recesivní.

Genotyp: **HuHu** – normální zbarvení

Huhu – normální zbarvení, přenašeč

huhu – husky efekt

Další efekty

V zahraničí se někdy vyskytují potkani s kouřovým efektem (smoked). Srst zvířat s touto mutací má zajímavé chlupy, konce mají v barvě odpovídající varietě, ale od kořínku až někdy do 2/3 je bílý. Zřejmě se jedná o jakousi inhibici tvorby barviv v závislosti na věku. Gen se značí I a je recesivní.

Kromě husky (a essex, viz genetika bílé kresby) existuje ještě jeden typ zbarvení, pro které je typická změna barvy s postupujícím věkem. Označuje se jako aurora (USA), midwestern husky (USA) nebo chinchilla (UK). Pro tuto barvu je typické, že s přibývajícím věkem vysvětlová žlutohnědé zbarvení chlupů v krémové až bílé. Tmavé zůstává stále stejné. Zbarvení dospívajících zvířat připomíná činčilu, břicho je bílé a na hlavě se vyskytuje lysina nebo hvězda. Jedná se o dominantní mutaci označovanou Cs (chinchilla spotting) a podle anglických zdrojů je k vytvoření správné „činčily“ ještě potřeba dominantní modifikační gen pro zesvětlení žlutého pigmentu, označovaný Fy (fading yellow). V ČR se s tímto typem „činčil“ nesetkáváme.

GENETIKA BÍLÉ KRESBY

Bílou kresbou se u potkanů rozumí různorodé rozložení bílých skvrn na srsti jinak normálně zbarveného potkana. Jinými slovy jde o strakatost. Bílé oblasti vznikají v místech, kde potkan není schopný vytvářet barvu, protože mu zde chybí pigmentové buňky. Když se totiž vyvíjí potkaní embryo, buňky putují z pruhu na zádech⁴⁰ v několika proudech na další místa, kde se potom množí a pokračují dále. Čím více je cílové místo vzdáleno od zádové oblasti, tím později pigmentové buňky dorazí na svá místa. Nejvzdálenější je oblast čumáku, pacek, břicha a špička ocásku. Pokud se normální migrace buněk zpozdí, narozenému mláděti budou v některých oblastech pigmentové buňky chybět a potkan v těch místech zůstane bílý. Geny, které vytvářejí bílou kresbu, tedy zpožďují nebo narušují tuto migraci.

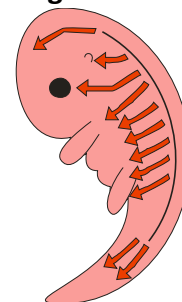
Kromě pigmentových buněk stejnou cestou putují i další buňky, například nervové, proto existuje souvislost mezi bílými znaky a povahou (jiné nervové dráhy v mozku), hluchotou (pigmentové buňky jsou součástí sluchových receptorů v uchu) či onemocněním zvaným megakolon (chybějící inervace střeva). Zmíněný megakolon (co to je a jak se to projevuje, najdete v kapitole Genetika zdraví) je velkým strašákem na chovatele a často se setkáme s tvrzením, že se určité typy kresby (např. „bílá na hlavě“) nesmí vzájemně krýt, jinak to bude průšvih.

Jak si dále ukážeme, není možné to brát takto jednoznačně, genů způsobujících megakolon je více a ne každý se projevuje jednoznačným typem kresby. Na druhou stranu zase velkou část bílých kreseb, byť vypadají stejně, způsobují různé kombinace alel a modifikátorů. Na rozložení buněk má vliv i vývoj embrya jako takový, takže ani po dvou jedincích s ideálním rozložením bílých znaků se nemusí narodit stejně ideální jedinec. Proto je tak složité cíleně odchovat nějakou z bílých kreseb.

GEN HOODED A JEHO MODIFIKÁTORY

Kombinace alel tohoto genu a jeho modifikátory jsou zodpovědné za většinu typů bílé kresby. Gen má velké množství alel a nikdy není ze vzhledu potkana možné odhadnout se 100% jistotou, jaký má potkan genotyp. Proto se také může stát, že po dvou vzhledově totožných krytích mohou mít mláďata zcela jiné kresby. Nesmíme ani zapomenout na modifikátory, geny, které modifikují výsledný vzhled, takže i když má na genu hooded potkan kombinaci alel třeba pro berkšířskou kresbu, vzhledem by se mohl vydávat za potkana bez kresby, protože má bílé jen špičky prstů či packy. Takové zbarvení se nacházelo už u divokých potkanů a právě díky selekci na větší podíl bílé plochy vznikla např. berkšířská kresba.

Obr. 9: Migrační cesta buněk



Náčrtek ukazuje hlavní tahy pigmentových buněk.

⁴⁰ Tomu pruhu se říká neurální lišta, která vzniká v raném stádiu vývoje embrya vchlípením neurální ploténky.

S některými alelami genu hooded je spojen letální faktor či problémy se sterilitou, ale při chovu na známých liniích se nemusíme obávat problémů (ani megakolonu). Vztahy mezi alelami jsou různé a ne vždy jsou jasně definovatelné, někdy se jedná o kodominanci, jiné jsou zase plně recesivní.

Alela	Název alely	Efekt
H	-	původní alela, nevytváří žádný podíl bílé
h	hooded	velký rozsah bílé soustředěný na břicho a bocích od úrovně ramen dále
h(i)	irish	malý podíl bílé především mezi předními nohama zvířete
H(n)	notched	vysoký podíl bílé barvy, zbarvení omezuje víceméně na hlavu
H(e)	extreme	extrémně rozsáhlé oblasti bílé barvy, zbarvení jen kolem uší a očí
H(re)	restricted	variabilní bílé znaky na hlavě a po těle, sterilita samců, letální*
H(Ro)	robert	malé oblasti bílé (na hlavě i jinde), postupné zesvětlování barvy, letální*

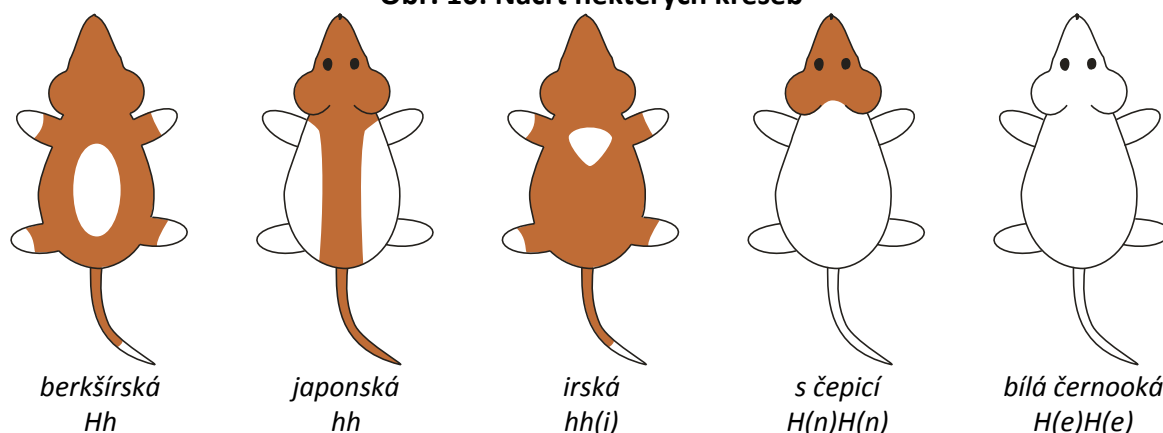
*Dominantně homozygotní embrya umírají a jsou vstřebáváni v děloze v druhém týdnu březosti.

Už z pouhého výčtu alel je patrné, že genetika bílých znaků je skutečně složitá. I zvířata se stejným genotypem (stejnou kombinací alel) mohou vypadat zcela odlišně. A naopak, dvě zdánlivě stejně vypadající zvířata mohou mít naprosto jiný genotyp. U části kreseb stále ještě nevíme, jaká kombinace je vytváří. Uvedeme si tedy jen několik příkladů:

- Genotyp:** **HH** – potkan bez kresby, zbarvení mu sahá až na prsty
Hh – berkširská kresba, na břicho bílý obdélník, končetiny a ocas částečně bílé
hh – japonská kresba, potkan má zbarvenou jen hlavu po ramena a pruh podél páteře
hh(i) – irská kresba, potkan přenáší i berkširskou kresbu
H(n)H(n) – kresba s čepicí
H(e)H(e) – celobílý potkan s černými očima
H(re) – roztržené znaky na hlavě (nestandardní lysina), samci po půl roce sterilní
HH(Ro) – kresba „essex“, v ČR nechovaná⁴¹

Záměrně neuvádím genotyp pro strakované kresby, protože možností je několik. Obecně platí, že strakované kresby vytváří alely pro velký podíl bílé barvy (např. extreme, notched) s alelami pro malý podíl bílé barvy (např. irish). Míru a přesné rozložení strakování určují modifikátory. Pro strakované kresby je typické, že barevná plocha přechází do bílé ve velkém množství stříkanců, kdy se jedná o dobře ohraničené skvrnky barvy a bílé. S tím není možné zaměňovat třeba příliš nepravidelný a zubatý okraj u berkširské kresby, tam je barva většinou jednolitá a bez strakovaného přechodu.

Obr. 10: Náčrt některých kreseb



⁴¹ Essexové mají na hlavě lysinu či hvězdu, břicho bílé a charakteristické je pro ně postupný barevný přechod, jsou zbarveni tmavě na zádech a na bocích barva světlá až přechází do bílé barvy břicha.

Modifikátory

Celá skupina dalších genů ovlivňuje vzhled a rozložení znaků vytvořených genem H, takže zvířata se stejným genotypem v genu H mohou vypadat naprosto odlišně. Modifikátory umí například u japonské kresby zkrátit délku pruhu nebo naopak pruh rozšířit, podílí se na míře strakatosti u strakovaných kreseb, ovlivňují pravidelnost předělů zbarvené a bílé části atd. Byly doloženy případy, kdy zvířata s japonskou kresbou byla tak dlouho selektována na nízký podíl bílé barvy, až jejich kresba díky modifikátorům spíše splňuje požadavky na kresbu americkou než na japonskou. K podobné selekci může docházet i v liniích stínovaných barev, které se nesmí vyskytovat s bílými kresbami, a proto zde došlo k výběru zvířat s nízkým podílem bílé, byť jsou třeba přenašeči některé z mutovaných alel genu H.⁴²

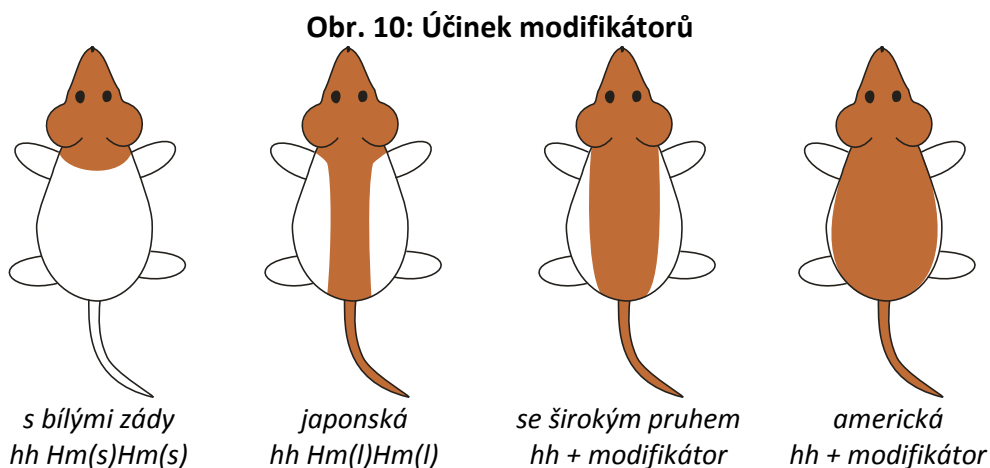
Většina modifikátorů není nijak přesně určena a nemá žádné značení, pokud je potřeba to rozlišit, do genotypů se často wpisují pouze jako „+ modifikátor“. Odborně byl klasifikován pouze gen hooded modifier, který má alely Hm(l) pro japonský pruh dlouhý až k ocasu a Hm(s) pro zkrácený pruh. Z příkladů genotypů je vidět, jak působením modifikátorů vzniká z jedné japonské kresby několik dalších kreseb, u nichž je vlastně jediným rozdílem jiná šířka či délka pruhu.

Genotyp: **hh Hm(l)Hm(l)** – japonská kresba, pruh až k ocasu

hh Hm(s)Hm(s) – kresba s bílými zády (tedy bez japonského pruhu)

hh + modifikátor – kresba se širokým pruhem (široký japonský pruh)

hh + modifikátor – americká kresba (ještě širší japonský pruh)



⁴² Pak se taky může stát, že po zdánlivě jednobarevném potkanovi bez kresby se při spojení s berkširským (Hh) potkanem narodí zvířata s irskou (Hh(i)) a japonskou kresbou (hh). To proto, že ten potkan „bez kresby“ neměl genotyp HH, ale hh(i) bez typické kresby. Alela h(i) je dominantní vůči h a irská kresba může berkširskou „překrýt“.

GEN PRO AUSTRALSKOU KRESBU

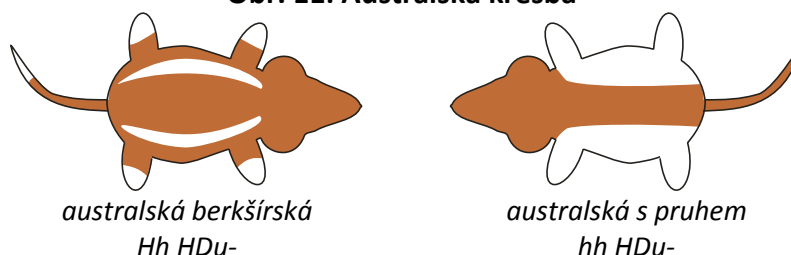
Tento gen technicky vzato nevytváří bílou kresbu ale naopak, způsobuje, že potkan s bílou kresbou je na spodku těla zbarvený, i když by tam měl být bílý. Tato mutace zřejmě podporuje ze začátku migraci pigmentových buněk, aby postupovaly normálním tempem a teprve později je proud buněk zpomalený genem H. Výsledkem je, že potkan je zbarvený na zádech a na břicho a boky má bílé. Velikost a rozložení barevných a bílých ploch opět ovlivňují modifikátory. Australská mutace je dominantní a označuje se HDu (hooded – down under, protože je někdy považována za modifikátor).

Genotyp: **HH HDu-** – potkan bez kresby, přenašeč

Hh HDu- – australská berkširská kresba

hh HDu- – australská kresba s pruhem

Obr. 11: Australská kresba



GEN PRO KRESBU NA HLAVĚ

Podobně jako alely H(Ro) a H(Re) vytváří tento gen bílé skvrny na hlavě potkana, ale na rozdíl od těchto alel s ním nejsou spojeny žádné zdravotní problémy. Ani megakolon, ačkoliv ten je u této kresby často zmiňován. Gen je zcela samostatný a pravděpodobně ovlivňuje pouze hlavovou část migračních toků buněk. Potkani s touto mutací mají na hlavě bílou skvrnu různého rozsahu, od pár bílých chlupů přes hvězdu až po kompletní lysinu ve tvaru obráceného V. Může také vytvořit drobnou skvrnu na hrudníku zvířete. Pokud bílá skvrna zasahuje i do oka (ne jen přímo viditelně, stačí, když zasáhne tok buněk během vývoje), může se stát, že potkan bude mít toto oko světlejší než druhé. Bílá lysina bývá často zaměňována s husky efektem, ale u husky potkanů je bílá lysina mnohem širší a zasahuje až na spodní čelist, zatímco tato maximálně do lůžka vousů a špička obráceného V je užší. Hvězda či bílá lysina se může kombinovat s bílými kresbami vytvářenými genem H. Mutace se označuje Hs (head spot), je recesivní a velikost skvrny určují modifikátory.

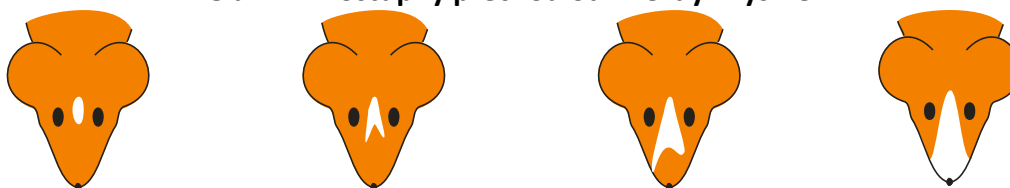
Genotyp: **HsHs** – potkan kresby na hlavě

Hshs – bez kresby na hlavě, přenašeč

hshs + modifikátor – bílá hvězda na hlavě

hshs + modifikátor – bílá lysina na hlavě

Obr. 12: Postupný přechod od hvězdy k lysině



Náčrty ukazují, jak se působením modifikátorů může stát z bodu na čele či mezi očima potkana lysina ve tvaru obráceného V. Často se stane, že kresba skončí jako některý z mezitypů.

GENETIKA POVAHY

Na úvod této kapitoly si dovolím poznamenat, že kapitola bude trochu „rozkecaná“. Protože genetika povahy (a chování obecně) není jednoduchá záležitost a pojí se s ní spousta zajímavých věcí. To nejdůležitější, co by měl chovatel o dědičnosti povahy vědět, shrnu v závěru, ale nikoho nezabije, když si kapitolu přečte celou, aby věděl proč a jak a co.

Povaha je u potkanů, kteří mají být něčím domácím zvířecím přítelem, klíčová. Nicméně její dědičnost je záležitost komplikovaná a nejednoznačná. Povaha je totiž vlastnost kvantitativní, nikoliv kvalitativní. Neexistuje jeden gen s alelami pro dobrou a špatnou povahu. Povahu utváří nejen velké množství genů více či méně s povahou souvisejících (obecně souvisí s nervovými a hormonálními odezvami), ale důležité jsou i zkušenosti získané v průběhu života a trochu překvapivě záleží třeba i na míře stresu matky v době březosti.

Nejprve bychom si měli vůbec uvědomit, co vlastně myslíme povahou. Někdy mají chovatelé tendenci považovat za dobrou povahu třeba to, že se potkan nechá drbat na břicho a nazývají to mazlivostí. Potkan se nechá drbat, když s tím má dobrou zkušenost a je mu to příjemné, zatímco kdyby s tím měl špatné zkušenosti, tak se drbat prostě nenechá, byť by měl zapsáno „mazlíkovství“ v genech. Potomek dobře vychovaného potkana se vůbec nemusí chovat stejně jako rodič. Musíme si uvědomit, že velká část chování není daná vrozenými vlastnostmi, ale učením a zkušenostmi. Proto je nesmyslné plánovat vrhy „kvůli povaze“ a zdůvodňovat to tím, že samička má výjimečnou povahu, protože je majitelem výborně ochočená a vychovaná. Má to zhruba stejnou logiku, jako když potkana naučíme panáčkovat a dělali bychom vrhy „kvůli panáčkování“. Naučené reakce a zkušenosti se nedědí a není možné je selektovat (tedy vybírat pro další šlechtění).

Nicméně to neznamená, že by neexistovaly dědičné rysy povahy. Když si vezmeme mládě potkana z přírody a vychováme ho stejně jako „domáciho“ potkana, stejně zde budou existovat rozdíly. Pro divoká zvířata je nezbytná jistá ostražitost, nedůvěra k neznámým podnětům a silná reakce na vzruchy, protože to je to, co jim pomáhá přežít. Toto mají vrozené, protože ti, kdo to vrozené neměli, jednoduše vymřeli. Sebevětší vymazlování⁴³ (budu tak říkat té části povahy dané výchovou) nezmění nic na tom, že ochočené divoké zvíře bude v některých situacích reaktivnější, jinými slovy bude reagovat na něco, nad čím by domácí zvíře mávlo tlapkou. Rozdíl mezi divokým a domácím zvířetem není v tom, že jedno žije v lese a druhé v bytě, ale v založení jejich povahy. Na rozdíl od divokého potkana je domácí potkan „zdomácnělý“ (domestikovaný⁴⁴), tedy je vyšlechtěný tak, aby byl klidnější, mírnější, nevadily mu lidské dotyky a nestresovalo ho domácí prostředí.

K tomuto šlechtění dochází v průběhu domestikování každého druhu. Začne se s jedinci z přírody, kteří třeba před člověkem utíkají o maličko méně nebo se nechají snáze chytit. Ti, které omezení pohybu či přítomnost člověka stresuje příliš, se nerozmnoží. Naopak ta zvířata, kterým člověk a jeho omezení tolik nevadí, nepodléhají tolik stresu, mají dost času i na to, aby mohla mít potomky. Z jejich potomků se postupně vybere linie zvířat, která k člověku přistupuje s klidem a nechá sebou snadno manipulovat. Dříve se myslelo, že domestikace musela probíhat nějak složitěji a hlavně pomaleji, ale třeba některé pokusy v Rusku⁴⁵ dokázaly, že skutečně jedině, co je potřeba, je

⁴³ V laboratorních chovech se tomu říká handling, navyknutí na fyzickou manipulaci člověkem, v chovu psů se setkáme zase s termínem socializace, která má ale širší záběr, „socializují“ se psi nejen s člověkem ale obecně s celým lidským prostředím nebo s jinými psy atd.

⁴⁴ Domestikace je proces, kdy se cíleně šlechtí nějaký druh zvířete k soužití s člověkem, aby ho mohl člověk využívat. Při domestikaci nedochází ani tak k postupnému ochočování, ale k selekci jedinců, kteří přítomnost člověka snášejí lépe. To zvládl i pračlověk bez moderní genetiky. Nepřizpůsobivé jedince prostě zabil a sežral.

⁴⁵ Klasické jsou Běljajevovy pokusy s liškami (i potkany), na ně navázala jeho pokračovatelka Trutová.

vybírat zvířata, která člověk „děsí“ méně. A stačilo několik jen několik málo generací (u lišek cca 10), aby vznikla zvířata, která nejen, že se člověka nebojí, ale ještě jsou schopná ho vyhledávat a žebrot u něj o pohlázení.

Nečekaným vedlejším efektem těchto pokusů bylo, že se u domestikovaných lišek objevily klopené uši, zakroucené ocasy a také výrazné bílé skvrny v srsti. Jak už víme, strakatost je důsledek ovlivnění migračních toků pigmentových buněk z oblasti embrya, která se nazývá neurální lišta. Ale pigmentové buňky nejsou jen součástí kůže a nepodílejí se jen na barvě srsti, mají svou funkci třeba i v mozku. Cokoliv ovlivní pigmentové buňky, může mít vliv na reakce organismu. Dále je dobré vědět, že barevný pigment (melanin) se vyrábí ze stejných látek jako některé hormony, zejména ty, odpovědné za reakci na stres. Proto zvířata, která reagují na stres méně, mohou mít i méně zbarvenou srst. S povahou a zbarvením srsti souvisí i gen pro aguti, protože jím vyráběná bílkovina se účastní i procesů v mozku, čímž může mít vliv na výsledné chování také. Není tedy náhoda, že mezi domestikovanými druhy (zvířaty, jejichž reakce na různé podněty jsou pomalejší a klidnější) existuje tolik druhů s různým typem bílé kresby, strakatosti a srsti bez aguti faktoru.

Obr. 13: Strakatost u různých domestikovaných druhů



Psi



Skot



Křečci



Prasata



Holubi



Králíci

Povahu, kromě dědičnosti a výchovy, spoluvytváří i prostředí. Vliv na chování může mít stres z brzkého odstavu od matky i třeba nedostatečně vybavená klec. Ale není důležité jen prostředí, kde žije narozený potkan, ale už prostředí, ve kterém se vyvíjí teprve zárodek. Mláďata, jejichž matka byla v březosti stresována, vykazují během vývoje a v dospělosti zhoršenou schopnost se učit, opožděný vývoj pohybových funkcí, mohou mít problém v chování k jiným zvířatům, zhoršenou schopnost reprodukce či nedostatečné mateřské chování. Pokud je březí samice ve stresu, snižuje tím u samčích embryí hladinu testosteronu. Vliv na povahu a chování mláďat může mít i nedostatečná výživa matky (např. málo bílkovin ve stravě). Dokonce může při vývoji embrya záležet na tom, jestli sousedí se samčími nebo samičími embryi. Protože samčí embrya produkují samčí hormony, samičí embrya zase hormony samičí, může dojít k ovlivnění vývoje sousedů jiného pohlaví⁴⁶.

Shrnutí

Genetika povahy není jednoduchá záležitost. Část povahy či chování je vrozená, potkani domestikovaní mají obecně vrozenou povahu mírnou a k člověku přítulnou, zatímco divocí potkani budou k člověku vždycky trochu ostražití, ať je budeme sebevíce vymazlovat. V tom spočívá rozdíl mezi divokým a zdomácněným zvířetem. Laboratorní potkani (stejně jako jiné domestikované druhy) byli desítky generací šlechtěni na mírnost k člověku. Tuto mírnost mají vrozenou i potkani ze zverimexu, takže je skutečně nesmyslné zařazovat zvíře ze zverimexu do chovu jen kvůli skvělé povaze, kterou jsme mu dali svou výchovou a vymazlováním. Vymazlování a výchova dědičné nejsou.

Další nedědičný vliv na povahu má prostředí, ve kterém potkan vyrůstá. A ne jen již narozený potkan, ale důležitá je i matka. Stresované nebo špatně živené matky mají horší mláďata, jejichž povaha a chování nejsou ideální. Povaze neprospěje ani příliš brzký odstav a stresování od ostatních zvířat či okolí.

Dědičné jsou obecné rysy povahy, tedy mírnost a síla reakcí na podněty, odolnost vůči stresu či základní vztah k člověku. Potkan s vrozenou mírností k člověku bude po špatných zkušenostech s lidmi na lidi ostřejší než potkan, který s nimi má dobré zkušenosti, ale nemá tak silně vrozenou mírnost. Na základě znalosti jednoho zvířete nemůžeme soudit, která část povahy je dědičná a kterou získal výchovou od majitele či chovatele. Pokud chceme šlechtit potkany na povahu, je potřeba sledovat povahu celé linie v různých podmínkách. Naštěstí pro nás to není nutné, šlechtění na povahu už u potkanů proběhlo během domestikace a nám stačí jen udržovat potřebnou úroveň. To znamená, že nebudeme zařazovat do chovu zvířata, jejichž reakce jsou nestandardní, jsou tedy příliš útočná či bojácná. Ale není důvod zařadit do chovu zvíře, které na tom není dobře se zdravím nebo se jeho vzhled liší příliš od standardu, jen proto, že jsme si ho vymazlili a máme tedy pocit, že má výjimečnou povahu.

Někdy se setkáme u potkanů s tzv. dědičnou agresivitou, která se projeví v dospělosti. Často je popisována tak, že se samici změní po zabřeznutí povaha a kouše atd. Nebo že samec napadá člověka a pere se s jeho rukou. Toto ovšem není dědičná agresivita ale agresivní jednání z přirozených příčin. U samic je vyvolávají hormonální změny v březosti a po porodu se naopak snaží chránit mláďata. U samců jde většinou o pubertální změny, kde si snaží vyřizovat dominantní pozici se svým majitelem, hojně se týká samců chovaných o samotě, kteří nemají možnost se vybouřit s vlastním druhem. I tak existují genetické příčiny hormonálních nerovnováh (např. vysoké hladiny testosteronu) spojených s nadměrnou agresivitou, a taková zvířata samozřejmě do chovu nepatří. Máme-li u potkana pochybnosti o jeho povaze, do chovu ho nezařazujeme bez ohledu na vzhled nebo zdraví.

⁴⁶ Zkuste si najít pojem „býčice“ a freemartinismus. Když má kráva dvojčata různého pohlaví, samčí zárodek svým testosteronem ovlivní vývoj samice natolik, že narozená jalovička nejen připomíná vzhledem býka, ale i se tak chová a v podstatě není schopná mít telata.

GENETIKA ZDRAVÍ

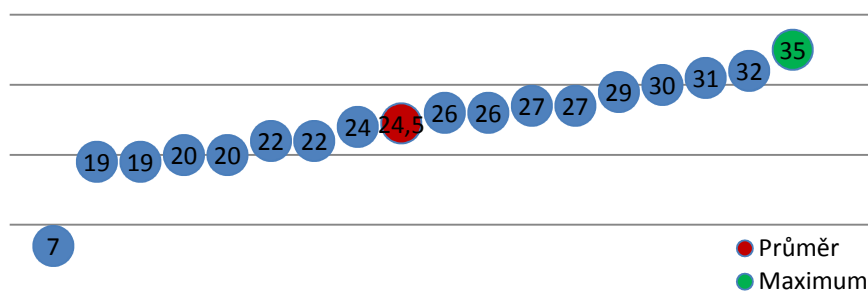
Obecně je těžké vůbec definovat, co to zdraví vlastně je. Obvykle se za zdraví považuje nepřítomnost nemoci, ale neexistuje žádná kombinace genů, která by bránila tomu, aby si potkan zlomil nohu nebo nikdy nedostal virózu. Většina onemocnění vzniká jako kombinace příčin vnitřních (např. genetické dispozice) a vnějších (působení stresu, vystavení patogenům atd.). Nejsou žádné geny pro dobré a špatné zdraví, jen velké množství genů s malým účinkem, které dávají dohromady obranné mechanismy organismu. Geny mohou ovlivnit⁴⁷ maximální délku života, funkčnost imunitního systému a některá vrozená onemocnění, ale většina stejně vždy záleží na prostředí, výživě a kvalitě péče.

Selektovat potkany na zdraví je složité, protože v okamžiku, kdy máme jistotu, že je potkan bez vážných problémů a žije dlouho, obvykle už není ve věku, kdy by mohl zplodit mláďata. Musíme tedy sledovat celé linie, ne jen jedince. Bohužel, protože potkani žijí u různých majitelů a v různém prostředí, nemůžeme si nikdy být jisti, že případné onemocnění je pouze důsledek genetických faktorů. Obecně se snad dá říct, že převažuje-li v některé linii v několika generacích určitý typ onemocnění, pravděpodobně se jedná o vliv dědičnosti. Jen málo poruch je přímo dědičných, většinou se dědí pouze dispozice k určitým problémům a problém se objeví, až pokud dojde k souběhu několika okolností.

DÉLKA ŽIVOTA

Pro chovatele i majitele potkanů je důležité, jakého věku se potkan dožije. Když umře příliš brzo, je to smutné. Délka života je tedy velmi sledovaná hodnota a často dochází k hádkám o to, kolik se vlastně potkan může dožít let a kdo za to může, když žije méně. Při tom se stane, že se někdo začne ohánět zdrojem, který uvádí např. délku života 2 – 5 let, a neuvědomí si, že takové rozmezí nejčastěji udává jako nejnižší hodnotu průměr a jako nejvyšší hodnotu maximum. Průměrnou délku získáme tak, že sečteme délku života všech sledovaných potkanů a vydělíme ji jejich počtem, zatímco maximální délka je prostě délka života potkana, který se dožil nejvíce. Průměrná délka života potkanů v zájmovém chovu je kolem 2 let a to i v zahraničí⁴⁸. Maximální délku uvádí různé zdroje různě a ne vždy jsou doložené, často se setkáme s tvrzením, že se potkan může dožít až 7 let.⁴⁹

Obr. 14: Délka života několika potkanů (v měsících)



Znárodnění rozdílů mezi věkem průměrným (24,5 měsíců) a maximálním (35 měsíců).

⁴⁷ Různé zdroje uvádějí, že zdraví je ovlivněno geny přibližně z 10 – 15%.

⁴⁸ Pokud vás zajímá délka života zahraničních potkanů, doporučuji navštívit stránku britské CHS Ratty Corner, <http://www.rattycorner.com/survey/>, kde najdete údaje především pro země Commonwealthu.

⁴⁹ Vědecky je podložena délka života 66 měsíců u jednoho potkana, který byl součástí výzkumu, zda dovedou fullerény prodloužit délku života. Potkanům vstříkovali do žaludku fullerény c60 v olivovém oleji, což je v zájmovém chovu poněkud obtížně proveditelné.

Na délku života mají mnohem větší vliv faktory v prostředí, než přímo genetické pozadí. Geneticky danou délku mohou vnější příčiny zkrátit. Když na potkana spadne v půl roce cihla, geny za to nemohou. Stejně tak svým potkanům zkracují život sami majitelé. Potkan potřebuje dostatek fyzického pohybu, dodržování časů odpočinku a omezení stresů. Velký vliv má výživa, opakovaně bylo dokazováno, že potkani s neustálým přístupem ke krmení (zejména pokud je energeticky vydatné) žijí kratší dobu. Život zkracuje i přehnané vykrmování mláďat, potkani, kteří rostou rychle a vydatně, také dříve umírají, na rozdíl od těch, kteří plné velikosti dosáhnou až postupně v dospělosti. Kupodivu je souvislost mezi délkou života mláďat a nadměrným krměním samice již od jejího narození, opět platí, že méně je více.

Z výše uvedeného vyplývá, že na délku života se potkani příliš šlechtit nedají. Nicméně pokud je stabilně v některé linii průměrná délka života kratší, než je dlouhodobý průměr v populaci, bylo by záhodno zvážit další působení takové linie v chovu, protože tam se skutečně mohou projevat i ty genetické faktory.

IMUNITNÍ SYSTÉM

Základem veškeré obrany organismu proti zločinným činitelům je imunitní systém. Jeho funkcí je ochraňovat nejen před vnějšími ale i před vnitřními problémy. Celý mechanismus je nesmírně složitý. Součástí imunitního systému reagují na nepřitele a snaží se ho odstranit. Pokud nefunguje imunitní systém správně, výsledkem jsou různé problémy. Pokud je funkce nedostatečná, potkan je náchylnější k virovým a bakteriálním nákazám, pokud je funkce přehnaná, vznikají různé typy alergií.

Za rozpoznání a zničení nepřátel zodpovídají bílé krvinky, které jsou schopné vytvářet různé typy protilátek⁵⁰. Aby jejich schopnost byla co největší, nedědí se geny pro tvorbu protilátek jako celek (to by je měly všechny buňky stejné), ale jednotlivé geny se při tvoření bílých krvinek skládají dohromady z různých kombinací genových podjednotek. Tím je zajištěno, že bílé krvinky dovedou vytvářet celou škálu látek proti různým škodlivcům a každá krvinka může vyrábět jinou protilátku.

Čím méně protilátek je schopný organismus prostřednictvím genů tvořit, tím horší je schopnost imunitního systému reagovat. Proto je tak nebezpečná ztráta alel při příbuzenské plemenitbě. Čím horší imunita, tím snáze potkan chytí nějakou chorobu a je častěji nemocný. Kromě genů ovlivňují sílu imunitního systému již prodělaná onemocnění a velký podíl má stres. Vliv má i teplota prostředí, stabilní vyšší teploty imunitu oslabují, naopak mírné kolísání teplot a nižší teplota systém posiluje (i u lidí bývají otužilci méně nemocní).

Obecně platí, že pokud je potkan náchylnější k respiračním a jiným chorobám, bral často antibiotika a má chronické potíže či trpí alergií, neměli bychom ho do chovu používat. Je dobré tyto problémy sledovat opět v celé linii příbuzných a ne jen u jedinců. Pokud stejnými problémy u různých majitelů trpí potkani ze stejné linie, svědčí to o vlivu dědičnosti.

NEMOCI

Podle doby, kdy se objeví, se dají nemoci rozdělit na získané a vrozené. Choroby získané v průběhu života dědičné nejsou, mohou za ně různé viry, bakterie či paraziti a prodělat je může kterýkoliv potkan, i kdyby měl sebelepší podmínky a sebelepší imunitní systém. Druhou skupinou jsou nemoci vrozené, které má potkan od narození. Vrozené vady nezpůsobují vždy geny, často se jedná o důsledek infekcí prodělaných matkou v době březosti či jiné chyby ve vývoji embrya.⁵¹

⁵⁰ Jedná se o bílkoviny imunoglobuliny, kterých je několik typů. Např. typ IgE se podílí na reakcích proti parazitům ale také je zodpovědný za alergické reakce.

⁵¹ Na vině jsou tzv. teratogeny, chemické látky či záření schopné poškodit vývoj. Najděte si thalidomidové děti.

Z hlediska chovatele jsou nejdůležitější dědičné vrozené vady, protože ty je potřeba pokud možno z chovu vyřadit. Některé dědičné vady vyplývají už ze samotného charakteru mutací pro vzhled, protože geny měnící vzhled mají vliv na některé pochody v organismu. Např. hluchota u extrémně strakatých potkanů souvisí s tím, že v drobných vlásečkách zaznamenávajících vlnění vzduchu, které se nacházejí v uchu, chybí pigment a vlásečky nejsou schopny zachytit zvuk.

Některé nemoci způsobuje jeden gen, jiné jsou důsledkem součinnosti více genů a míra projevení se problému závisí i na vnějších okolnostech.

Rakovina

Jen nízké procento případů je skutečně dědičné. Rakovinné bujení vzniká při tvorbě nové buňky, dojde k chybám při přepisu genů a buňka postrádá mechanismy, které za normálních okolností brání nekonečnému množení buněk. Často se zároveň stane „neviditelná“ pro buňky imunitního systému, které by ji zlikvidovaly. Vznikající nádory mohou být nezhoubné (benigní), rostou pomalu, nerozšiřují se do dalších tkání a je u nich dobrá prognóza, zatímco zhoubné nádory (maligní) rostou rychle, šíří se do dalších tkání těla (tvorí tzv. metastázy) a možnost vyoperování a likvidace nádoru je mnohem horší. Rakovinu vyvolávají různé příčiny, často dochází ke kombinaci vlivů jak vnitřních (geneticky daná náchylnost, působení hormonů atd.) tak vnějších (strava, prostředí vyvolávající rakovinu).

Asi nejčastějším nádorem u potkanů (zejména samic) jsou nádory mléčné žlázy, které bývají nezhoubné. Spolu s nádory hypofýzy patří mezi nádory závislé na hormonech, to znamená, že příčinou jejich vzniku je působení ženských hormonů (estrogenů). Nádor mléčné žlázy se vyvine časem u většiny samic, jediná skutečně funkční prevence je kastrace a tedy vyoperování orgánů produkujících příslušné hormony. Pravděpodobnost objevení nádoru vzrůstá s věkem.

Velký vliv na vznik nádorů mají i další negenetické příčiny, zejména nevhodná strava. Byl prokázán vztah mezi rakovinou trávicího traktu a některými konzervanty (např. BHT, BHA). Stejně tak potkani s neomezeným přístupem ke krmivu mají větší šance na objevení se nádoru. I látky produkované některými plísněmi (např. aflatoxiny rodu *Aspergillus*) mají rakovinotvorný účinek. Rizikovým faktorem je i obezita. Za objevení se nádoru ve velkém počtu případů může spíše prostředí než přímo genetika. Dokonce i u divokých potkanů se rakovina objevuje poměrně často, vzhledem k místům, kde žijí a mohou se dostat do vlivu rakovinotvorných látek.

Pro chov je důležité sledovat případy nádorů v liniích, ale musíme rozlišovat mezi různými typy nádorů a okolnostmi vzniku. Mnohem závažnější je výskyt zhoubné rakoviny u mladých zvířat (cca do 1 roku věku) než třeba nádor mléčné žlázy u dvouleté samice. Trpí-li rakovinou z celého vrhu jen dvě zvířata umístěná u stejného majitele – kuřáka, který je vykrmuje jako na porážku a cpe je omáčkami z pytlíku, bylo by nesmyslné vyřazovat z chovu celou linii, za tu rakovinu geny téměř jistě nemohou. Naopak, když umře otec vrhu v roce na rakovinu střeva a dvě jeho dcery u jiných majitelů mají obdobné potíže, je velká pravděpodobnost, že jde o dědičný problém.

Obr. 15: Nádor mléčné žlázy



Samice s rozvinutým nádorem. Ačkoliv je to s podivem, i s nádorem jsou schopni přežít ještě třeba půl roku. Fotografie Helena Lužná.

Megakolon⁵²

Onemocnění je způsobeno narušením pohybů střeva a hromaděním obsahu v něm. Trus nemůže normálně odcházet a potkan začne nápadně tloustnout v zadní části těla, v břiše je cítit zbytnělé střevo s tuhým obsahem. Posléze dojde k prasknutí střeva a následné sepsi organismu. Příčiny onemocnění jsou různé, megakolon je průvodní jev některých infekcí, může ho způsobit ho fyzická překážka v trávicím traktu, zranění páteře či nádor na špatném místě. Megakolon může být také vrozený, buď z důvodu nějaké chyby ve vývoji embrya, anebo jako důsledek působení genů.

Genově podmíněný megakolon je vada, která souvisí s bílými kresbami. Jak jsme si vysvětlovali, bílou kresbu vytváří geny, které nějakým způsobem narušují a omezují tok pigmentových buněk. Stejnou cestou putují i nervové buňky, a když nezaujmou své místo v nervových drahách řídících pohyby tlustého střeva, toto není schopné plnit normální funkci a dochází k megakolonu, který se začne obvykle projevovat u mláďat v době, kdy přechází na pevnou stravu. Dokud se živí jen mlékem, je výkalů málo a projdou snadno.

Genů podmiňujících vznik megakolonu je několik a mechanismus jejich působení je různý⁵³. Některé mutace jsou plně recesivní, známe i semi-dominantní dědičnost a u některých typů megakolonu zřejmě nejde o problém způsobený mutací jednoho genu, ale výsledek vzájemných vztahů několika genů. Navíc ani to, že má potkan v genotypu kombinaci alel způsobující megakolon, nemusí znamenat, že se megakolon projeví. Ve svých projevech se onemocnění může často lišit, někteří postižení jedinci jsou schopní přežívat na speciálních dietách, jiné je potřeba neprodleně uspat.

Protože je genů způsobujících megakolon tolik, není možné přenašeče identifikovat na základě vzhledu. Ne každé zvíře postižené megakolonem je strakaté a naopak, ne každé strakaté zvíře nese megakolon. Neexistuje žádná obecná poučka jaká zvířata spolu nekrýt a tím se vyhnout megakolonu. Někdy se tvrdí, že se nesmí na sebe krýt potkani s „bílou na hlavě“, ale to je příliš široká definice, bílou skvrnu na hlavě tvoří i geny head spot, hooded nebo husky, aniž by tyto geny megakolon způsobovaly. Ani velké nebo strakaté plochy bílé barvy nejsou automaticky znamením, že se jedná o přenašeče.

Čemu se tedy v chovu vyhnout? Určitě je nezbytné vyřadit z chovu sourozence zvířat postižených vrozeným megakolonem, protože nikdy nemůžeme mít jistotu, že se nejedná o genetický megakolon. Přenašeči mohou být i rodiče, zejména pokud některý z nich už v linii megakolon měl. Rizikové jsou

Obr. 16: Potkan postižený megakolonem



*Mláďě postižené megakolonem - muselo být uspáno.
Za zapůjčení fotografie děkuji Ivě Dostrašilové.*

⁵² Z řecké předpony „mega-“, velký, a latinského „colon“, označení pro tračník (část tlustého střeva).

⁵³ Například delece koncové části genu pro endotelinový receptor B, která je označovaná „spotting lethal“, způsobí, že nedojde k vývoji nervových ganglionů ve stěně střeva. Zatímco mutace „white spotting“ vzniká delecí 12. báze genu c-Kit, který vyrábí protein nezbytný pro správnou funkci Cajalových buněk. Tyto buňky generují elektrické impulsy regulující stahy střeva. Existují i další mutace.

také neznámé linie strakatých zvířat, u kterých nevíme, jak na tom byli předkové. V USA někdy spojují megakolon s liniemi dominantně děděných bílých skvrn na hlavě. Pro chov strakatých kreseb je dobré si volit zvířata se známým pozadím, kde se megakolon nevyskytuje, i když se kryjí na sebe třeba dvě zvířata s bílou lysinou.

Obezita a cukrovka

Obezita je civilizační choroba, kterou díky přehnané pečlivosti majitele mohou trpět i potkani. Je nebezpečná, protože potkanovi omezuje a zkracuje život, navíc zvyšuje riziko dalších problémů s oběhovým systémem, náchylnost k nádorům atd. Ačkoliv je samozřejmě jasnou příčinou obezity nevhodné (příliš energeticky vydatné) krmění a překrmování, sklony k obezitě mohou být dědičné, protože mimo jiné záleží na tom, jak je organismus schopný se s přebytkem energie vyrovnat. S obezitou souvisí i cukrovka, což je souhrnné označení pro několik různých nemocí s podobným projevem, tedy zhoršenou schopností organismu nakládat s cukry.

V laboratořích byl vyšlechtěn kmen potkanů, kteří mají mutaci genu označovaného Fa (fatty gene). Mutace je recesivní, postižení jsou recesivní homozygoti.⁵⁴ Na venek se projevuje nemoc rychlým přibíráním, i v případě diety s nízkým obsahem tuku přesáhnou snadno v dospělosti váhu 1 kg. Obvykle se také u nich vyvine cukrovka II. typu. Tito potkani se označují jako Zuckerovi potkani. Jsou využíváni právě při výzkumu obezity, cukrovky a dalších souvisejících onemocnění. Jestli se potkani s touto mutací vyskytují i v zájmovém chovu není jisté.

Opět platí, že do chovu nepatří zvířata s prokázanou cukrovkou nebo výrazně obézní, zejména pokud jsou tlustá i když mají nasazenou dlouhodobě dietu. I obezitu je dobré sledovat v celých liniích a tam, kde se vyskytuje často a u majitelů s rozdílným způsobem krmění, je pravděpodobné, že jde o vliv genotypu.

Shrnutí

Zdraví není jednoduchá záležitost, je výsledkem působení vnitřních dispozic (kombinace genů podmiňují schopnosti imunitního systému, dispozice k určitým typům chorob nebo ovlivňují maximální délku života) a vnějších příčin (stravy, stresu, množství choroboplodných zárodků v okolí atd.). Např. překrmovaný tlustý potkan vystavený rakovinotvorným látkám v krmění si vyvine nádor a umře ve dvou letech, i kdyžby se za jiných okolností mohl dožít tří let a umřít na stařeckou degeneraci.

Nikdy není možné sledovat zdraví pouze na jedincích, vždy je potřeba sledovat celou linii po několik generací. Hodnotit zdraví můžeme jedině statisticky (alespoň si spočítat průměr případů na počet jedinců), protože to není kvalitativní vlastnost. Chovatel by měl mít znalosti o tom, jak onemocnění vzniká a nakolik ho mohou geny ovlivnit. Nelze vyřazovat linie na základě toho, že pokud žijí potkani z linie v obdobném prostředí, tak si vyvinou obdobné problémy. Vždy je potřeba hodnotit i míru závažnosti problému. Zdraví je dědičné jen z malé části, prostředí zde skutečně hraje velkou roli, na což mají chovatelé někdy tendence zapomínat.

Obr. 17: Obezita



Silně obézní potkan.

Fotografii zapůjčila Helena Lužná.

⁵⁴ Mutace způsobuje selhání receptoru pro leptin, který je nezbytný pro regulaci pocitu hladu.

DODATKY

Zde naleznete několik užitečných přehledů a doplňkových informací.

PŘEHLED GENŮ A JEJICH ALEL

Uvedeny jsou geny vyskytující se v českém chovu. U každého genu je uveden název, jeho alely a efekt, jaký má na vzhled potkanů. Geny jsou řazeny abecedně podle zkratky.

Gen	Název	Alely	Působení
A	<i>agouti</i>	A	-
		a	Srst bez tickingu.
B	<i>brown</i>	B	-
		b	Narušuje výrobu tmavého barviva, srst je hnědá.
Be	<i>black-eyed</i>	Be	Podporuje mírně tvorbu pigmentu u stínovaných potkanů.
		Be(B)	Výrazně podporuje tvorbu pigmentu u stínovaných potkanů.
		be	-
C	<i>chinchilla</i>	C	-
		c	Zabraňuje tvorbě pigmentu.
		c(h)	Vytváří pigment rozpadající se při vyšších teplotách.
		c(d)	Pigment se tvoří jen částečně a s růstem je světlejší.
D	<i>dilute</i>	D	-
		d	Narušuje ukládání barviva do chlupu, srst je ruská modrá.
Du	<i>dumbo</i>	Du	-
		du	Posunuté umístění uší a odlišný tvar.
Dw	<i>dwarf</i>	Dw	-
		dw	Nedostatek růstového hormonu, zakrslá velikost.
Fz	<i>fuzz</i>	Fz	-
		fz	Krátká a řídká srst až téměř bezsrstá kůže.
G	<i>grey</i>	G	-
		g	Narušuje ukládání barviva do chlupu, srst je americká modrá.
H	<i>hooded</i>	H	-
		H(e)	Vytváří rozsáhlé plochy bílé barvy.
		H(n)	Omezuje zbarvení pouze na hlavu.
		H(re)	Vytváří po těle a na hlavě variabilní bílé znaky.
		H(Ro)	Tvoří malé bílé oblasti, zesvětlování barvy směrem k břichu.
		h	Omezuje zbarvení na hlavu, ramena a záda.
HDu	<i>hooded downunder</i>	HDu	Vytváří barevnou skvrnu na břicho potkana.
		hdu	-
Hs	<i>head spot</i>	Hs	-
		hs	Vytváří bílé skvrny na hlavě.
Hu	<i>husky</i>	Hu	-
		hu	Normálně barevná srst se s postupujícím věkem stává bělejší.
Lh	<i>longhaired</i>	Lh	-
		lh	Dlouhá srst.
M	<i>mink</i>	M	-
		m	Vytváří hnědé zbarvení srsti, podobné jako mají norci.
Me	<i>merle</i>	Me	Způsobuje mramorování u některých barev srsti.
		me	-

Gen	Název	Alely	Působení
Mo	<i>mock-mink</i>	Mo mo	- Vytváří hnědé zbarvení srsti, podobné jako mají norci.
P	<i>pink eyed</i>	P p	- Znemožňuje tvorbu tmavého barviva, srst je šampaňská.
Pe	<i>pearl</i>	Pe pe	Vytváří stříbřité zbarvení srsti. -
R	<i>red eyed</i>	R r	- Narušuje ukládání barviva do chlupu, srst je béžová.
Re	<i>rex</i>	Re re	Zkadeření srsti. -
Sa	<i>satin</i>	Sa sa	- Jemnější srst s vysokým leskem.
Si	<i>silvered</i>	Si si	- Normálně barevná srst je protkána bílými chlupy.
Sp	<i>sphinx</i>	Sp sp	- Krátké tuhé chlupy na minimální ploše těla.
St	<i>short tail</i>	St st	- Ovlivňuje stavbu pánve a koncové části těla, chybějící ocas.
Ve	<i>velveteen</i>	Ve ve	Zvlnění srsti. -

GENOTYPY BAREV

Seznam genotypů pro barvy chované v ČR. Můžete si všimnout, jak se celá škála barev tvoří na základě změny jednoho písmenka (alely)

Základní a kombinované barvy

Aguti barva	Genotyp	Non-aguti barva	Genotyp
aguti	C- A-	černá	C- aa
čokoládová aguti	C- A- bb	čokoládová	C- aa bb
havanská aguti	C- A- Rr mm	havanská	C- aa Rr mm
holubičí aguti	C- A- dd mm	holubičí	C- aa dd mm
jantarová	C- A- pp	šampaňská	C- aa pp
lila aguti	C- A- bb dd	lila	C- aa bb dd
modrá aguti	C- A- gg	americká modrá	C- aa gg
platinová aguti	C- A- gg mm	platinová	C- aa gg mm
plavá	C- A- rr	béžová	C- aa rr
ruská modrá aguti	C- A- dd	ruská modrá	C- aa dd
ruská perlová aguti	C- A- dd mm Pepe	ruská perlová	C- aa dd mm Pepe
ruská stříbrná aguti	C- A- gg dd	ruská stříbrná	C- aa gg dd
skořicová	C- A- mm	britský mink	C- aa mm
	C- A- momo	americký mink	C- aa momo
skořicová perlová	C- A- mm Pepe	perlová	C- aa mm Pepe
	C- A- momo Pepe		C- aa momo Pepe
stříbrná aguti	C- A- gg pp	stříbrná	C- aa gg pp
topazová	C- A- rr mm	buvolí	C- aa rr mm

Stínování a další barevné efekty

Konkrétní genotyp některých stínovaných barev lze určit až na základě znalosti genotypu rodičů popřípadě toho, co předali potomkům. Vypsány jsou nejčastější kombinace, další je možné tvořit analogicky ostatním.

Zbarvení	Genotyp
albín	cc
slonovinová	cc Bebe cc BeBe
siamská s „barevnými“ znaky	c(h)c(h) bebe + kód příslušné barvy
siamská s hnědými znaky	c(h)c(h) bebe aa
siamská s hnědými (aguti) znaky	c(h)c(h) bebe A-
siamská s ruskými modrými znaky	c(h)c(h) bebe aa dd
černooká siamská s „barevnými“ znaky	c(h)c(h) Bebe + kód příslušné barvy c(h)c(h) BeBe + kód příslušné barvy
černooká siamská s hnědými znaky	c(h)c(h) Bebe aa c(h)c(h) BeBe aa
černooká siamská s hnědými (aguti) znaky	c(h)c(h) Bebe A- c(h)c(h) BeBe A-
černooká siamská s ruskými modrými znaky	c(h)c(h) Bebe aa dd c(h)c(h) BeBe aa dd
himálajská s „barevnými“ znaky	cc(h) bebe + kód příslušné barvy
himálajská s hnědými znaky	cc(h) bebe aa
himálajská s hnědými (aguti) znaky	cc(h) bebe A-
himálajská s ruskými modrými znaky	cc(h) bebe aa dd
černooká himálajská s „barevnými“ znaky	cc(h) Bebe + kód příslušné barvy cc(h) BeBe + kód příslušné barvy
barmská	c(h)c(h) Be(B)be aa c(h)c(h) Be(B)Be aa cc(h) Be(B)be aa
barmská aguti	c(h)c(h) Be(B)be A-
ruská barmská	c(h)c(h) Be(B)be aa dd
ruská barmská aguti	c(h)c(h) Be(B)be- A- dd
sobolí	c(h)c(h) Be(B)Be(B) aa
sobolí aguti	c(h)c(h) Be(B)Be(B) A-
červenooká kuní	c(d)c(d) bebe aa
červenooká kuní siamská	c(h)c(d) bebe aa
červenooká kuní aguti	c(d)c(d) bebe A-
černooká kuní	c(d)c(d) Bebe aa c(d)c(d) BeBe aa

MEZINÁRODNÍ SLOVNÍK BAREV A JEJICH GENOTYPŮ

Při studování zahraničních zdrojů nebo importu zvířat ze zahraničí se nám často stane, že vlastně nevíme, o jakou barvu se to jedná. Různé standardy označují jeden a ten samý genotyp různými názvy, anebo naopak, stejným názvem je v různých standardech označen pokaždé jiný genotyp. Některé standardy barev dokonce u jedné barvy udávají několik různých genotypů, to proto, že jsou tyto barvy od sebe těžko rozpoznatelné a pro výstavní standardy není potřeba rozlišit, o který genotyp jde. Zmatky zvyšuje ještě fakt, že některé země označují geny jinými písmeny, než jsme zvyklí v ČR, konkrétně například v Británii používají pro americkou modrou označení D a ruskou modrou, kterou tak označujeme my, značí Rb (russian blue).

Snažila jsem se o co nejucelenější přehled. Slovník je řazen podle mezinárodních názvů v prvním sloupečku, pokud máme i název český, naleznete ho ve třetím sloupečku. V uvozovkách jsou uvedeny barvy neuznané českým standardem.

A

agouti	C- A-	aguti
albino	cc	albín
amber	C- A- pp	jantarová
American blue	C- aa gg	americká modrá
American lilac	C- aa mm + modifikátory	-
American mink	C- aa momo	americký mink
apricot	C- aa gg pp	stříbrná
apricot agouti	C- A- gg pp	stříbrná aguti
argente	C- A- pp	jantarová
argente creme	C- Cscs fyfy pp	-

B

beige	C- aa rr	běžová
biscuit cream	cc Be(B)-	-
black	C- aa	černá
black eyed himalayan	cc(h) Be- aa	černooký himalájský
black eyed siamese	c(h)c(h) Be- aa	černooký siamský
black eyed white	cc Be-	slonovinová
black eyed white	C- aa H(e)H(e)	bílý s černýma očima
blue agouti	C- A- gg	modrá aguti
blue burmese	c(h)c(h) Be(B)- aa dd	ruská barmská
blue point himalayan	cc(h) aa gg	himálájská s americkými modrými znaky
blue point siamese	c(h)c(h) aa gg	siamská s americkými modrými znaky
blue smoke	C- gg + modifikátory	-
blue-beige (american)	C- aa gg rr	-
blue-beige (russian)	C- aa dd rr	„ruská béžová“
British blue	C- aa gg	americká modrá
British blue agouti	C- A- gg	americká modrá aguti
British mink	C- aa mm	britský mink
buff	C- aa bb rr	-
buff	C- aa mm rr	buvolí
buff (UK)	C- aa rr	běžová
burmese	c(h)c(h) Be(B) aa	barmská

C

caramel	C- aa bb rr	-
cinnamon	C- A- mm	skořicová
cinnamon (chocolate based)	C- A- bb	čokoládová aguti
cinnamon chinchilla	C- A- Cscs Fy- mm/momo	-
cinnamon pearl	C- A- mm Pepe	skořicová perlová
classic lilac	C- aa bb dd	lila
classic lilac	C- aa bb gg	-
classic lynx	C- A- bb dd	lila aguti
cocoa	C- aa bb Rr	-
coffee	C- aa bb mm	-
colour point himalyan	cc(h) + kód barvy	himálajský s „barevnými“ znaky
colour point siamese	c(h)c(h) + kód barvy	siamský s „barevnými“ znaky
cream	cc Be-	slonovinová
cream	cc Be- + modifikátory	-
cream (Fin.)	C- aa bb pp	-
crème (Fr.)	C- aa mm rr	buvolí

D

dark eyed champagne	C- aa mm rr	buvolí
dark opal	C- A- dd	ruská modrá aguti
dark pearl	C- aa mm Pepe	perlová
double-mink	C- aa mm momo	-
dove	C- aa dd mm	holubičí
dove	C- aa gg mm	platinová
dove agouti	C- A- dd mm	holubičí aguti

E, F, G

English blue	C- aa gg	americká modrá
fawn (US)	C- A- rr	plavá
German blue	C- aa gb gb	-
golden himalayan	cc(h) Be- A- + golden	„zlatý himálajec“
golden himalayan	c(h)c(h) Be- A- + golden	„zlatý himálajec“

H, CH, I

avana	C- aa mm Rr	havanská
avana agouti	C- A- mm Rr	havanská aguti
honey (honey cinnamon)	C- A- mm Pepe	skořicová perlová
honey (honey cinnamon)	C- A- momo Pepe	skořicová perlová
champagne	C- aa bb pp	-
champagne	C- aa pp	šampaňská
chinchilla	C- A- Cscs Fy-	-
chocolate	C- aa bb	čokoládová
chocolate agouti	C- A- bb	čokoládová aguti
chocolate point himalayan	cc(h) aa bb	himálajský s čokoládovými znaky
chocolate point siamese	c(h)c(h) aa bb	siamský s čokoládovými znaky
ice	C- aa gg pp	stříbrná
ivory	cc Be-	slonovinová

L

lavender	C- aa gg mm	platinová
lavender	C- A- gb gb	-
lavender agouti	C- A- gg mm	platinová aguti
light fawn (US)	C- A- bb rr	topazová
lilac	C- aa bb gg (Rr)	-
lilac (mink based)	C- aa mm +modifikátory	-
lilac (UK)	C- aa bb dd	lila
lilac agouti	C- A- bb dd	lila aguti
lilac agouti	C- A- bb gg (Rr)	-
lynx	C- A- bb dd	lila aguti

M

marten	c(d)c(d) aa	kuní
midnight blue	C- aa sdsd	-
mink	C- aa mm	britský mink
mink agouti	C- A- mm	skořicová
mink point himalayan	cc(h) aa mm	himálajský s mink znaky
mink point siamese	c(h)c(h) aa mm	siamský s mink znaky
mink smoke	C- mm + modifikátory	-
mock-mink	C- aa momo	americký mink
mocha	C- aa momo Rr	-

O, P, Q

opal	C- A- gg	modrá aguti
orange	C- A- pp	jantarová
pale champagne	C- aa bb pp	-
pearl	C- aa mm Pepe	perlová
pink eyed white	cc	albín
pink eyed yellow	C- A- pp	jantarová
platinum	C- aa gg mm	platinová
platinum	C- aa gg rr	-
platinum	C- aa gg momo	-
platinum (chocolate based)	C- aa bb gg	-
platinum agouti	C- A- gg mm	platinová aguti
platinum agouti	C- A- gg momo	-
platinum pearl	C- aa gg mm Pepe	„platinová perlová“
powder blue	C- aa gg + modifikátory	„stříbřitě modrá“
quicksilver	C- aa gg momo	-

R

ruby eyed mocha	C- aa mm Rr	havanská
russian blue	C- aa dd	ruská modrá
russian blue burmese	c(h)c(h) Be(B)- aa dd	ruská barmská
russian blue wheaten burmese	c(h)c(h) Be(B) A- dd	ruská barmská aguti
russian cinnamon	C- A- dd mm	holubičí aguti
russian dove	C- aa dd mm	holubičí
russian dove (UK)	C- aa bb dd	lila
russian dove agouti	C- A- dd mm	holubičí aguti
russian lilac	C- aa dd mm	holubičí
russian midnight	C- aa dd sdsd	-
russian pearl cinnamon	C- A- dd mm Pepe	ruská perlová
russian platinum	C- aa dd gg mm	„ruská platinová“
russian platinum	C- aa dd mm	holubičí
russian silver	C- aa dd gg	ruská stříbrná
russian silver agouti	C- A- dd gg	ruská stříbrná aguti
russian topaz	C- A- dd rr	„ruská topazová“

S

sable burmese	c(h)c(h) Be(B)Be(B) aa	sobolí
sable wheaten burmese	c(h)c(h) Be(B)Be(B) A-	„sobolí aguti“
saffire	C- aa dd sdsd	-
saffron	C- A- bb rr	-
sand	C- A- sdsd	-
sapphire	C- aa gb gb	-
seal point himalayan	cc(h) aa	himálajský s hnědými znaky
seal point siamese	c(h)c(h) aa	siamský s hnědými znaky
sienna	C- A- bb	čokoládová aguti
silver	C- aa gg pp	stříbrná
silver agouti	C- A- gg pp	stříbrná aguti
silver agouti	c(d)c(d) A-	kuní aguti
silver blue	C- aa dd gg	ruská stříbrná
silver fawn (Fr.)	C- A- mm rr	topazová
silver fawn (US.)	C- A- pp	jantarová
silver lilac	C- aa mm Pepe	perlová
silver mink	C- aa mm Pepe	perlová
silver platinum	C- aa bb dd	lila
silver point siamese	c(h)c(h) aa dd gg	siamský s ruskými stříbrnými znaky
sky blue	C- aa bb gg	-
sky blue	C- aa gg	americká modrá
slate blue	C- aa gg	americká modrá
slate blue agouti	C- A- gg	modrá aguti
squirrel	C- A- Cscs Fyfy dd/gg	-

T, W

topaz (US)	C- A- bb rr	-
topaz (US, Fin.)	C- A- rr	plavá
topaze (Fr.)	C- A- rr	plavá
wheaten burmese	c(h)c(h) Be(B) A-	barmská aguti

NÁMĚTY NA DALŠÍ ČTENÍ

Pokud vám příručka nestačila, genetika vás zaujala nebo se prostě chcete přesvědčit, že jsem si informace nevycucala z prstu, doporučím vám pár knížek a www stránek k dalšímu čtení.

Genetika potkanů

<http://www.ratbehavior.org/> - americké stránky o potkanech, jejich biologii a také genetice

<http://ratvarieties.com/> - britské stránky o barvách a varietách potkanů a jejich genetice

<http://bebecha.wz.cz/genetika.php> - genetika potkanů na stránkách české CHS Bebecha

<http://genetika.potkan.sk/> - slovenská mutace již neexistujících stránek o genetice

ROZDÍLY VE STRUKTUŘE A ZBARVENÍ SRSTI POTKANŮ V ZÁJMOVÝCH CHOVECH. 2011 – bakalářská práce, dostupná na adrese:

<http://www.utahraptor.cz/news/rozdily-ve-strukture-a-zbarveni-srsti-potkanu-v-zajmovych-chovech/>
VYHODNOCENÍ REPRODUKCE POTKANŮ RŮZNÝCH TYPŮ OSRSTĚNÍ V ZÁJMOVÝCH CHOVECH. 2011. –

bakalářská práce, dostupná na adrese:

http://www.chsmouseville.cz/wp-content/uploads/2013/01/BP_Luzna.pdf

Genetika obecně

<http://www.genetika-biologie.cz/> - české stránky o genetice (především lidské)

<http://biol.lf1.cuni.cz/ucebnice/> - internetová učebnice genetiky pro lékaře

GENETIKA. 2009. – obsáhlá kniha o genetice

GENETIKA DROBNÝCH ZVÍŘAT. 2012. – genetika králíků, psů, koček a dalších domácích zvířat

Další knihy, články a zajímavosti

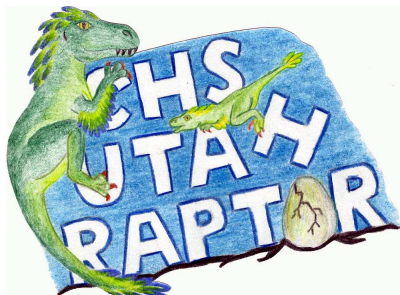
<http://ratguide.com/health/> - americké stránky o zdraví potkanů

<http://www.shunamiterats.co.uk/longevity.shtml> - zajímavý článek o délce života potkanů

<http://www.osel.cz> – zdroj populárně naučných článků, některé se týkají potkanů nebo genů

<http://www.scienceworld.cz> – podobné stránky o novinkách v biologii a dalších oborech

NEKONEČNÉ, NESMÍRNĚ OBDIVUHODNÉ A PŘEKRÁSNÉ. 2010. – evoluce a vývojová biologie



<http://www.utahraptor.cz>

Případné dotazy můžete zasílat na adresu utahraptor@seznam.cz