

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra etologie a zájmových chovů



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

**Příbuzenská plemenitba u australských kelpií v České
republice**

Bakalářská práce

**Autor práce: Adéla Malinovská
Studijní program: Kynologie**

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

© 2022 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci " Příbuzenská plemenitba u australských kelpí v České republice" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 21.4.2022

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Barboře Hofmanové, Ph.D. za její odborné vedení, konzultace a hlavně trpělivost. Dále bych chtěla poděkovat za veškerou podporu a pomoc, kterou mi poskytl přítel, rodina a přátelé.

Příbuzenská plemenitba u australských kelpií v České republice

Souhrn

Cílem této práce bylo zhodnotit úroveň příbuzenské plemenitby u australských kelpií v České republice a ověřit vliv její intenzity na velikost vrhů.

Za příbuzenskou plemenitbu (neboli inbreeding) považujeme páření mezi zvířaty, která mají alespoň jednoho společného předka v rodokmenu (v praktickém chovu do páté generace). Chovatelé tento způsob plemenitby využívají, především pokud chtějí v populaci zvířat upevnit žádoucí znak. S využitím příbuzenské plemenitby jsou však spojena i určitá rizika, která souvisejí se zvyšováním homozygotnosti. Tento jev se nazývá inbrední deprese a projevuje se nejčastěji zhoršením funkčních vlastností (fitness, adaptabilita, životaschopnost, dlouhověkost), v určitých případech může dojít i k vyštěpení recesivně podmíněných vad a onemocnění.

Pro analýzu byla použita data získaná z Kennel Meringa's Online Kelpie Database. Byly hodnoceny vrhy narozené v letech 2003–2021. Jako kritérium intenzity příbuzenské plemenitby byl použit Wrightův koeficient inbreedingu (F_x) stanovený na základě pětigeneračního rodokmenu. Celkově byl koeficient příbuzenské plemenitby stanoven u 664 jedinců, pocházejících ze 116 vrhů.

Statistické vyhodnocení a grafická vizualizace výsledků byla provedena pomocí softwaru Statistica (verze 12, Statsoft, ČZU). Pro ověření poměru pohlaví v jednotlivých vrzích byl použit chí-kvadrát test. Pomocí analýzy rozptylu bylo ověřováno, zda na hodnoty koeficientu inbreedingu má vliv rok narození jedince a chovatelská stanice. Dále bylo pomocí analýzy rozptylu ověřováno, zda má úroveň příbuzenské plemenitby vliv na počet štěňat ve vrhu.

Průměrný počet štěňat ve vrhu byl $5,7 \pm 1,8$. Poměr pohlaví se statisticky významně nelišil od poměru 1:1 ($\chi^2 = 0,13$). Zjištěné hodnoty koeficientu inbreedingu (F_x) se ve sledované populaci pohybovaly v rozmezí 0 - 0,10, střední hodnota byla 0,01. Ze získaných dat nebyl zjištěn statisticky významný vliv inbreedingu na velikost vrhu, prokázal se však rozdíl mezi uchovněnými a neuchovněnými jedinci, kdy uchovnění jedinci vykazovali statisticky významně nižší střední hodnotu koeficientu inbreedingu. Střední hodnoty koeficientu inbreedingu se v průběhu let zvyšovaly, nepřekročily však doporučenou hranici 10 %. Vliv chovatelské stanice nebyl prokázán.

Ze získaných výsledků lze konstatovat, že intenzita příbuzenské plemenitby je ve sledované populaci stále relativně nízká, v populaci nebyly zaznamenány žádné zjevné příznaky inbrední deprese. Do budoucna je však určité vhodné situaci dále monitorovat a dodržovat obecně platné zásady k zamezení ztráty genetické diverzity (např. omezení počtu vrhů od jednotlivých krycích psů). Bylo by také vhodné ověřit možnost vlivu příbuzenské plemenitby na další vlastnosti, např. délku života nebo výskyt geneticky podmíněných onemocnění.

Klíčová slova: koeficient příbuzenské plemenitby, australská kelpie, rodokmenová analýza, inbrední deprese, chovatelství

Inbreeding in Australian kelpies in the Czech Republic

Summary

The goal of this paper was to evaluate the level of inbreeding of Australian Kelpies in the Czech Republic and the influence of its intensity on the size of litters.

What is considered inbreeding, is breeding between animals that have at least one common ancestor (up to 5 generations back in the context of practical breeding). Breeders use this breeding method especially when they want to reinforce desirable traits in the animal population. However, certain risks, related to increase in homozygosity, are linked with inbreeding. This phenomenon is called inbreeding depression and manifests itself most often in worsening of functional characteristics, such as fitness, adaptability, vitality, or longevity. In certain cases, it can lead to excision of recessive defects and diseases.

Data collected from Kennel Meringa's Online Kelpie Database was used for the analysis, with litters born between 2003-2021 being the focus. Wright's coefficient of inbreeding (F_x), based on a five-generation pedigree, was used as a criterium for the intensity of inbreeding. In total, the coefficient was determined in 664 individuals from 116 litters.

The software used for statistical evaluation and graphic visualisation of the results was Statistica (ver. 12, Statsoft, ČZU). To verify the ratio of sexes among individual litters, the chi-squared test was used. By the means of dispersion analysis, it was determined whether the inbreeding coefficient value was influenced by an individual's date of birth and breeding kennel. Further, it was examined whether the levels of inbreeding influenced the number of puppies in a litter. The average number of puppies in a litter was $5,7 \pm 1,8$. The ratio of the sexes did not significantly divert from the 1:1 ratio ($\chi^2 = 0,13$). The determined values of the inbreeding coefficient (F_x) ranged from 0 to 0.10 in the observed population, the mean value being 0.01. From the collected data, any notable influence on inbreeding on the size of litters was not observed, however, the difference between individuals with and without breeding certification was noteworthy. In the case of individuals with a breeding certificate, the inbreeding coefficient values were statistically significantly lower. Although, mean values of the inbreeding coefficient have been going up throughout the years, they have never surpassed the recommended 10 % limit. The influence of breeding kennels could not be proven.

Based on the collected data, it can be said that the intensity of inbreeding in the observed population is still quite low, and no obvious symptoms of inbreeding depression were registered. However, it is certainly appropriate to continue monitoring the situation in the future, as well as abiding by the general principles of preventing the loss of genetic diversity (e.g., limiting the number of litters from a single stud dog). It would also be appropriate to inspect the possibility of inbreeding's influence on other characteristics, such as length of life or occurrence of genetically determined diseases.

Keywords: inbreeding coefficient, australian kelpie, pedigree analysis, inbreeding depression, breeding

Obsah

1 Úvod	7
2 Cíl práce	8
3 Literární rešerše	9
3.1 Australská kelpie	9
3.1.1 Historie plemene	10
3.1.2 Standard plemene.....	12
3.1.3 Chov.....	13
3.2 Příbuzenská plemenitba	13
3.2.1 Příbuzenská plemenitba u psů	14
3.2.2 Výhody a nevýhody příbuzenské plemenitby.....	16
3.2.3 Metody hodnocení úrovně příbuzenské plemenitby.....	18
3.2.4 Hodnoty příbuzenské plemenitby u dalších plemen psů	22
3.3 Vliv příbuzenské plemenitby	24
3.3.1 Vliv příbuzenské plemenitby na velikost vrhu	24
3.3.2 Vliv příbuzenské plemenitby na dysplazii kyčelního kloubu.....	25
3.3.3 Vliv příbuzenské plemenitby na délku života	26
4 Metodika	28
4.1 Populace australských kelpií v České republice	28
4.2 Analýza dat	28
5 Výsledky	30
5.1 Popisné charakteristiky	30
6 Diskuze	30
7 Závěr	40
8 Citovaná literatura	41
9 Samostatné přílohy	I
9.1 Standard	I

1 Úvod

Na světě je dnes více než 350 plemen psů. K intenzivnímu umělému výběru a vzniku vzájemně velmi odlišných psích plemen došlo především v posledních 200-300 letech. Psí plemena se od sebe neodlišují pouze fenotypově, liší se také ve svém chování a povaze (Rimbault & Ostrander 2012). Šlechtěním čistokrevných plemen můžeme psům pomáhat, ale zároveň i uškodit: žádoucí znaky u plemene chtějí chovatelé upevnit, ale někdy se podobně mohou zafixovat i geny způsobující různá onemocnění (Farrell et al. 2015).

Chov a selekce může mít vliv na genetickou strukturu plemene (Leroy 2011). Jednou z metod chovu je příbuzenská plemenitba, kterou v populaci upevňujeme znaky a vlastnosti jedince, na kterého je příbuzenská plemenitba vedena. Jak již bylo řečeno, upevňují se jak znaky a vlastnosti žádoucí, tak i nežádoucí (Dostál 2007).

Příbuzenská plemenitba neboli inbreeding je biologický jev, při kterém dochází k páření dvou jedinců, kteří sdílejí alespoň jednoho společného předka (Templeton & Read 1994).

Původ plemene australská kelpie sahá až do 19. století, kdy se během sedmdesátých let dostala do Austrálie s přistěhovalci ze Skotska (The Working Kelpie Council 2022). Skotští farmáři jezdili do Austrálie za prací a brávali si s sebou i své čtyřnohé pomocníky (Kučerová 2021). Kvůli nepříznivým podmínkám v Austrálii bylo potřeba vyšlechtit schopného a pracovitého psa jakým je dnes australská kelpie (Arnott et al. 2015). O plemeni australská kelpie se začalo oficiálně mluvit v roce 1870 (The Working Kelpie Council 2022), v roce 1973 bylo plemeno oficiálně uznáno FCI (Fédération Cynologique Internationale 2022).

Australská kelpie byla do České republiky poprvé importována v roce 1998 panem Jiřím Tancerem, který si z Austrálie dovezl fenku Eurowenban Ltl Aussie Red (Kučerová 2021).

Chovatelé se snaží vyhnout vzniku inbrední deprese, která může nastat v důsledku přílišného využívání příbuzenské plemenitby (Pusey & Wolf 1996). Úroveň příbuzenské plemenitby nejčastěji vyjadřujeme pomocí Wrightova koeficientu příbuzenské plemenitby F_x (1922), který udává pravděpodobnost, že jedinec zdědil obě alely téhož lokusu od jednoho předka.

Využívání příbuzenské plemenitby je ve šlechtění psů důležité, řada plemen by bez jejího použití ani nevznikla. Je však důležité s ní zacházet opatrně, protože při nesprávném použití může být víc ke škodě, než k užitku (Dostál 2007).

2 Cíl práce

Cílem práce je posoudit úroveň příbuzenské plemenitby u populace australských kelpíí v České republice, zjistit, zda dochází ke změnám v čase (od prvního vrhu v ČR až po současnost), porovnat zjištěné hodnoty s údaji publikovanými v literatuře u různých plemen psů.

3 Literární rešerše

3.1 Australská kelpie

Australská kelpie je plemeno vyšlechtěné v Austrálii, kde se kelpie využívala jako pastevecký pes. Od svého vzniku se populace kelpií v Austrálii rozdělila na dvě odlišné linie – linii pracovní a linii výstavní. Každá z nich se liší v různých aspektech (Chew et al. 2019).

Australská kelpie (AK)- linie výstavní – je registrována pod Australian National Kennel Council (ANKC) a pod Fédération Cynologique Internationale (FCI). Kelpie pracovní linie neboli australská pracovní kelpie (AWK) je registrována pod Working Kelpie Council of Australia (WKC). Pracovní kelpie není uznána ani ANKC, ani FCI. Je však uznána American Kennel Clubem (AKC) a Kennel Clubem (KC) ve Spojeném Království, což australská kelpie není (Olsson 2005).

Australská pracovní kelpie je šlechtěna především pro své vynikající výsledky v pasení dobytka. Psi z této linie jsou často vyšší, mají delší tělo a čenichy než kelpie z výstavní linie (AK) (Chew et al. 2019). Australská pracovní kelpie využívá systém otevřené plemenné knihy. Primárním kritériem výběru u jedinců AWK jsou pracovní schopnosti spíše než jejich původ (The Working Kelpie Council 2022).

Toto plemenné rozdělení zapříčinilo viditelné fenotypové rozdíly obou skupin. Mezi liniemi se například vyskytují odlišná zbarvení a typ srsti (Chew et al. 2019). V České republice se kelpie nerozlišuje na pracovní a výstavní, všichni psi jsou v plemenné knize zapsáni pod názvem australská kelpie (Welsh corgi a kelpie klub CZ 2022).



Obrázek 1 - Karmala Mulga, australská pracovní kelpie, zbarven cream
(<https://kelpiegallery.se/kelpiegallery/working-kelpie/item/karmala-mulga>)
Obrázek 2 - Didactic's Escape, australská kelpie, zbarvení red and tan
(<https://kelpiegallery.se/kelpiegallery/australian-kelpie/item/didactics-escape>)

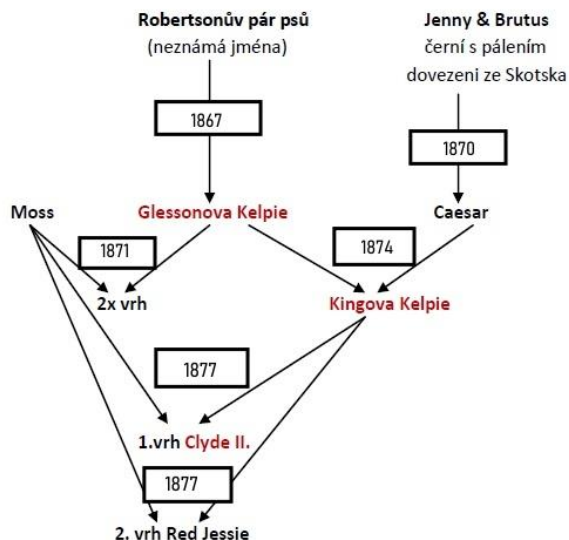
Australská kelpie je plemeno proslulé svou odolností, vytrvalostí a prací v drsných australských podmínkách (v horském, suchém a kamenitém terénu) (Arnott et al. 2015).

3.1.1 Historie plemene

Původ plemene australská kelpie sahá až do 19. století. Plemeno vzniklo z několika rodičovských párů přivezených do Austrálie ze Skotska (Early et al. 2018). Zakládající jedinci měli černou barvu nebo barvu černou s pálením. Bílé znaky se u psů buď vůbec nevyskytovaly, nebo se vyskytovaly jen ve velmi malém množství (The Working Kelpie Council 2022). Původ kelpií je díky záznamům ze zahraničních databází (např. Kennel Meringa's Online Kelpie Database) snadno dohledatelný (Welsh corgi a kelpie klub CZ 2022). Vznik plemene australská kelpie je dnes již dobře zdokumentován (The Working Kelpie Council 2022).

Podle dochovaných záznamů toto australské plemeno vzniklo tak, že jedna z hlavních zakladatelek, která dostala jméno Kelpie, byla natolik výjimečná svou povahou a pracovitostí, že se jejímu budoucímu majiteli (panu Glessonovi) po dlouhém přemlouvání chovatele podařilo získat ji výměnou za koně.

Za zakladatele plemene australská kelpie jsou považovány dva páry. Prvním párem je fenka pana Glessona jménem Kelpie a černý pes Moss, druhým párem je fenka Jenny a pes Brutus, oba dva černé barvy s pálením. U většiny českých kelpií se s trochou trpělivosti dají tito předci v zahraničních databázích vyhledat (Welsh corgi a kelpie klub CZ 2022).

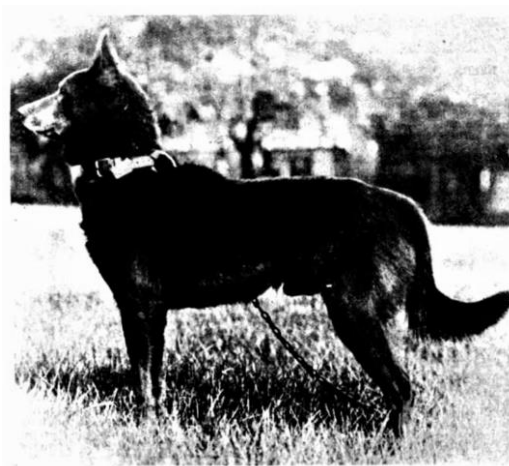


Obrázek 3 - Rodokmen překreslený podle (The Working Kelpie Council 2022)

Dalším významným předkem je fenka australské kelpie, která patřila panu C.T.W.Kingovi. Jejimi rodiči byla Kelpie pana Glessona, která se pářila s potomkem Jenny a Brutuse, Caesarem. Fenka pana Kinga získala jméno po své matce, Kelpie (v rodokmenech se často nachází pod jménem Kelpie II).

Vynikající výkon fenky pana Kinga na první zkoušce ovčáckých psů na Forbes Show v Novém Jižním Walesu vedl až ke konečnému pojmenování plemene (The Working Kelpie Council 2022).

Pes Coil, který byl potomkem slavné Kelpie pana Kinga, se proslavil poté, co v roce 1898 v Sydney vyhrál svému majiteli panu Quinnovi zkoušku s plným počtem bodů. Den poté byl Coil schopen svůj výkon zopakovat, i přes to, že si zlomil nohu. Jeho vítězství je o to více obdivuhodné.



Obrázek 3 – Coil (<https://paulineconolly.com/2018/a-kelpie-called-coil/>)

Úspěchy pana Quinna s jeho psem Coilem vedly k oblíbenosti plemene, která trvá do dnes. Lidé chtěli psy jak na práci, tak i na závody.

O kelpii jako o plemeni se začalo oficiálně mluvit v roce 1870 (The Working Kelpie Council 2022), v roce 1973 bylo plemeno oficiálně uznáno FCI (Fédération Cynologique Internationale 2022).

Pan Quinn pokračoval v chovu australských kelpií až do své smrti v roce 1937 (The Working Kelpie Council 2022). I přes to, že v zemi původu je australská kelpie velmi rozšířena, v ostatních zemích se tak hojně nevyskytuje (Císařovský 2008).

Pan Jiří Tancer v roce 1998 přivezl z Austrálie do České republiky první červenou fenku australské kelpie Eurowenban Ltl Aussie Red, přezdívanou Lucy (Kučerová 2021).



Obrázek 4 - Eurowenban Ltl Aussie Red (http://www.australiankelpie-ake293.cz/?page_id=68)

3.1.2 Standard plemene

Australská kelpie je plemeno pastevecké a patří do první skupiny FCI: ovčáctí a pastevečtí psi. Je zapsána pod číslem 293. Jedná se o středně velké, vzhledově mrštné, aktivní plemeno vysokých kvalit, s pevným svalstvem, schopné neúnavné práce.

Srst je dvojitá, s krátkou hustou podsadou. Povolené zbarvení srsti je buď černé, černé s pálením, červené, červené s pálením, fawn, čokoládové nebo kouřově modré (Fédération Cynologique Internationale 2022).

Oči mají mandlový tvar; barva očí je nejčastěji hnědá, sladěná s barvou srsti. V případě modrých (šedých) psů je akceptováno i světlejší zbarvení (Císařovský 2008).

Kelpie je velmi pozorná a vysoce inteligentní s jemnou a učenlivou povahou a téměř nevyčerpatelnou energií. Má přirozený instinkt a přístup k práci s ovci, jak ve volné krajině, tak v ohradě (Fédération Cynologique Internationale 2022).

3.1.3 Chov

V České republice zastřešuje plemeno chovatelský klub Welsh corgi a kelpie klub CZ. Sdružuje všechny chovatele, majitele a příznivce plemen welsh corgi cardigan, welsh corgi pembroke a australská kelpie s cílem propagovat a rozvíjet chov těchto plemen. Počátky historie tohoto klubu spadají do roku 1959. Australské kelpie se do tohoto klubu připojily až později, v roce 1999 (Welsh corgi a kelpie klub CZ 2022).

K zachování nebo posílení genetické rozmanitosti plemene bychom se měli vyvarovat opakování stejného jedince několikrát v jednom rodokmenu a úzké příbuzenské plemenitbě. Nemělo by docházet ke spojení sourozenců, matky a syna nebo otce a dcery (Fédération Cynologique Internationale 2022).

3.2 Příbuzenská plemenitba

V přírodě u některých zvířecích druhů dochází k pravidelnému páření mezi příbuznými, včetně sourozenců a rodičů s potomky (Wells et al. 2020). Tento druh křížení označujeme jako příbuzenskou plemenitbu neboli inbreeding. Inbreeding je poměrně častým úkazem v chovu domácích zvířat (Wright 1922; Pike et al. 2021). Dle Jakubce et al. (2010) můžeme příbuzenskou plemenitbu charakterizovat jako páření dvou jedinců, kteří jsou si navzájem více příbuzní, než je tomu při náhodném páření jedinců celé populace.

O fenomén inbreedingu se genetici zajímali již od nepaměti, ať už ve výzkumu vlivu homozygotních sestav recesivních alel, nebo zkoumání možností využití inbreedingu při tvorbě čistých linií (Snustad & Simmons 2016).

Termín „inbreeding“ vznikl z termínu „breeding in“, označujícího šlechtitelskou praktiku, používanou v době viktoriánské. Termín „breeding in“ označoval způsob šlechtění, při kterém se chovatel snažil dosáhnout ustálení nové vlastnosti plemene (jako je například zakroucený ocas nebo specifický vzor srsti). Takové šlechtění se provádělo pomocí páření vybraných psů s daným fenotypem – obvykle se začínalo s pářením rodičů a potomků nebo s pářením mezi sourozenci (Darwin 1868). Tento druh šlechtitelské strategie umožňuje, aby se výrazně modifikované fenotypy (nejčastěji vzniklé mutací) rychle ustálily v populaci (Fay et al. 2000). Rozdíl mezi potomky nepříbuzných rodičů oproti inbredním jedincům spočívá v jednom důležitém bodě: u inbredních jedinců mohou být dvě kopie genu (dvě homologní alely) v určitém lokusu navzájem identické díky společnému původu, neboť tyto geny pocházejí od společného předka (Snustad & Simmons 2016). Používáme zkratku IBD (identical by descent) (Sin et al. 2021). Je tomu tak proto, že DNA, genetický materiál, může vytvářet své vlastní kopie, které pak mohou být předány dalším generacím prostřednictvím reprodukce. Existuje tedy určitá pravděpodobnost, že otec předá svým potomkům určitý gen, který je identickou kopií homologního genu, který je předán matkou. To ovšem platí pouze za předpokladu, že otec i matka sdílejí společného předka (Templeton & Read 1994).

Chovatelé hospodářských zvířat se většinou snažili zabránit blízké příbuzenské plemenitbě a byli toho názoru, že tento druh chovu pravděpodobně způsobí progresivní degeneraci projevující se především menší velikostí zvířat, slabší konstitucí a nižší plodností. To by nakonec vedlo ke vzniku defektů (Wright 1922).

Dle Darwina (1868) mají potomci příbuzných rodičů mnohem horší kondici, nejsou tak fyzicky způsobilí a mají horší zdravotní stav než potomci rodičů nepříbuzných. Na druhou stranu ale existuje jeden starý a poněkud opomíjený teoretický poznatek. Ten říká, že pářením mezi blízkce příbuznými jedinci se dosáhne pozitivního efektu na rodiče: jedinec, který se páří se svým příbuzným, pomůže tomuto příbuznému rozmnožit geny jejich společného předka (Kokko & Ots 2006).

Je třeba zdůraznit, že se jedná o geny, které kontrolují znaky a vlastnosti, a nezáleží na tom, jestli jsou to znaky a vlastnosti žádoucí či nežádoucí (Dostál 2007). Nicméně pokud po několika generacích budeme pářit příbuzné jedince mezi sebou za účelem ustálení specifického znaku, můžeme tím dosáhnout toho, že se budou rodit potomci, kteří budou téměř zcela homozygotní (Fay et al. 2000).

Chovatelé psů, ale i chovatelé všech ostatních zvířat vytvářejí nová plemena tak, že selektují určité jedince na základě určitých požadovaných vlastností (Darwin 1868).

V uzavřených populacích, jako jsou ohrožené druhy zvířat nebo ex situ chovné programy (tento program zajišťuje ochranu ohrožených zvířat a rostlin mimo místo jejich původního výskytu, aby mohlo dojít k obnově původní populace navrácením populace dříve oddělené v případě vyhynutí populace na původním místě) je nějaký stupeň příbuzenské plemenitby nevyhnutelný (Yordy et al. 2020). Je tomu tak i u málopočetných plemen, která se teprve rozvíjejí či u izolovaných populací psů (Dostál 2007).

3.2.1 Příbuzenská plemenitba u psů

Lidé a psi společně žijí již po několik tisíc let. V posledních několika stoletích vzniká stále více čistokrevných psích plemen s rodokmeny na základě výběru pro konkrétní fyzické vlastnosti anebo behaviorální vlastnosti, které jsou upevňovány příbuzenskou plemenitbou (Farrell et al. 2015). Díky příbuzenské plemenitbě se populace rozděluje na menší subpopulace, které pak nazýváme linie (Dostál 2007).

První důkazy o domestikaci psů jsou starší více než 10 000 let, ačkoliv stále není jasné kdy a kde přesně k tomu poprvé došlo (Davis 1978; Pang et al. 2009; Skoglund et al. 2011; Larson & Bradley 2014). Od té doby žili psi a lidé bok po boku. Během jejich společného soužití se lidé vyvíjeli od lovců-sběračů přes farmáře až po obyvatele moderních měst. Dle historických pramenů žili psi po boku lidí a byli využíváni jako pracovní zvířata k pasení dobytka, k lovu a

k hlídání domovů. Teprve relativně nedávno získali psi novou funkci – funkci domácího společníka (Farrell et al. 2015).

Již od roku 70 našeho letopočtu se začaly vyvíjet základní morfologické znaky a typy psů. Plemena tak, jak je známe dnes, však nebyla formalizována až do 19. století, kdy se během viktoriánské éry stávalo vystavování psů a jejich šlechtění stále více a více populárním (Clark et al. 1995; Wilcox & Walkowicz 1995).

Selekce v rámci psích plemen pro vybrané žádoucí vlastnosti nevyhnutelně povede k chovu jedinců, kteří jsou si vzájemně podobní, co se týče znaků, které byly předmětem výběru. Podobnost mezi příbuznými je základním principem genetiky a znamená, že selektovaní jedinci budou v průměru více příbuzní než náhodný pár nalezený napříč celou populací. Proto je určitý stupeň příbuzenské plemenitby nevyhnutelný ve všech populacích; důležité je, jak rychle se mění (Lewis et al. 2015).

Faktory jako popularita plemene a šlechtění pro šíření specifických znaků a vlastností přispěly k vysokému stupni homozygotnosti v rámci jednotlivých plemen (Parker et al. 2010). V poslední době se také velmi zvýšila popularita psích výstav a selekce se u psů více orientuje na jejich vzhled než na jejich využití (Lindblad-Toh et al. 2005).

Mezi velmi významné efekty v populaci patří efekt „hrdla láhve“ (bottle-neck effect). S tímto efektem se můžeme setkat v případě, kdy je původně velká a polymorfní populace zvířat v krátkém čase zásadně zredukována na nízký počet jedinců. V přírodě může být důvodem tohoto razantního snížení počtu zvířat například přírodní katastrofa nebo epidemie (Jakubec et al. 2010).

Ztráta genetické diverzity u čistokrevných psů může být přisuzována dvěma hlavním populačním efektům „hrdla láhve“. První se vyskytl během domestikace; a k druhému došlo během utváření plemen při opakovaném používání populárních plemeníků, liniové plemenitbě, šlechtění pro specifické znaky a vlastnosti nebo díky pravidlům bariéry plemene. To všechno mohlo přispět k celkové ztrátě genetické diverzity (Johansson & Rendel 1968) (Ostrander & Kruglyak 2000; Ostrander & Wayne 2005; Calboli et al. 2008; Mellanby et al. 2013). Proces domestikace má určitý vliv na očekávaný stupeň psí rozmanitosti existující napříč všemi plemeny (Wade 2011).

Bariéra plemene („breed barrier“) je utvářena díky reprodukční izolaci každého plemene, která je způsobena pravidly během registrace psa. Pes může být například registrován v rámci plemene pouze tehdy, pokud je registrován jeho otec i matka (Parker et al. 2004). Časté využívání oblíbeného psa (například šampiona výstavy) ke zplození mnoha potomků vede k nadměrnému zastoupení genomu tohoto psa v rámci plemene. V důsledku toho je snížena genetická diverzita v rámci populace plemene. Navíc nadměrné zastoupení genomu oblíbeného otce může někdy přispívat k šíření genetických onemocnění (Calboli et al. 2008; Leroy 2011; Nomura et al. 2001). Dle Steffena (2011) by se v případě, že genetické testy na určité onemocnění či vady existují, měli nechat testovat všichni psi, aby se

zjistilo, jak moc je genetická vada v populaci rozšířena. Jedním z problémů však je, že stejné onemocnění u jednoho psiho plemene se může dědit úplně odlišně než u jiného psiho plemene. To znamená, že ne všechny testy se dají použít pro všechna plemena.

Jedinečná fenotypová rozmanitost přítomná u psiho druhu vznikla intenzivním umělým výběrem požadovaných fyzických a behaviorálních vlastností v průběhu domestikace psů, zejména během vzniku psích plemen za poslední dvě století (Larson et al. 2012). Dle výzkumů (Yordy et al. 2020) může mít občasné křížení odlišných psích plemen pozitivní vliv na fyzickou zdatnost. Za fyzickou zdatnost (neboli fitness) jedince považujeme jeho schopnost přežít a reprodukce (Snustad & Simmons 2016).

Někteří lidé jsou přesvědčeni o tom, že předpokladem pro získání zdravého psa je získání křížence (AKC Canine Health Foundation 2022). Křížení je vzájemné páření dvou jedinců, kteří nepatří do stejného plemene, mezi sebou (Dostál 2007). Čistokrevná plemena vznikla omezením genofondu populace vzájemně podobných psů. V takovéto populaci není možné se zcela vyhnout příbuzenské plemenitbě. V populaci s nízkou genetickou diverzitou se šance na spárování identických recesivních alel (to jsou ty alely, které potřebují dvě kopie, aby se projevíly) u jednoho psa značně zvyšuje (AKC Canine Health Foundation 2022; Dostál 2007). Je ale nepravděpodobné, že by reprodukční izolace byla jediným faktorem zodpovědným za zvýšenou míru inbreedingu. Mnohem významnější je efekt často využívaného populárního jedince v reprodukci (Velie et al. 2021). Ačkoliv se tato šance může teoreticky snížit v první generaci kříženců dvou různých plemen, mnoho takových recesivních genů je mezi plemeny natolik rozšířeno, že křížení plemen mezi sebou rozhodně není zárukou, že se v potomstvu dvě recesivní alely nesetkají. Bohužel i takové párování může způsobit zdravotní problémy (AKC Canine Health Foundation 2022).

3.2.2 Výhody a nevýhody příbuzenské plemenitby

Psi hrají nedílnou roli v lidské společnosti. Je dokázáno, že jedinečné pouto, které vzniká mezi člověkem a psem, vyvolává prospěšnou hormonální odezvu. Bohužel tento vztah má i dopad negativní. Tím, že se během domestikace populace psů kvůli silnému umělému výběru zmenšila, se také neúmyslně zvýšilo množství škodlivých genetických mutací. Ačkoliv příbuzenská plemenitba zastává ve šlechtění důležitou roli, její vliv na škodlivé úseky v genomu zůstává sporný (Marsden et al. 2016). Dle (Lewis et al. 2015) míra příbuzenské plemenitby v populaci souvisí s rizikem škodlivých účinků inbreedingu. Je to například ztráta genetické diverzity, inbrední deprese a šíření škodlivých genetických variant. U mnohých druhů vede vysoká úroveň homozygotnosti k nejrůznějším reprodukčním problémům či ke ztrátě vitality (životaschopnosti) (Falconer 1955; Hutt 1964; Falconer & Mackay 1996). Hlavní příčinou ztráty životaschopnosti mohou být nemoci, ať už se jedná o nemoci geneticky podmíněné či nikoliv (Ubbink et al. 1992).

K inbrední depresi dochází, pokud zvýšená homozygotnost jedinců je jakýmkoliv způsobem znevýhodní vůči heterozygotním jedincům. Může to být například odhalení škodlivých recesivních variant. U mnoha zvířecích druhů byla zjištěna inbrední deprese v podobě snížené plodnosti (např. abnormality spermií, (Fitzpatrick et al. 2009) a zvýšené frekvence vrozených onemocnění (Khlat & Khoury 1991).

Inbrední deprese je natolik zřejmá, že ve většině lidských kultur je zakázáno manželství mezi blízkce příbuznými (Ives et al. 2002).

První povědomí o příbuzenské plemenitbě jako potenciálně škodlivém procesu se datuje několik století zpět. Objevovalo se v různých náboženstvích, kulturách a společnostech. Teprve až v 18. století se však začal inbreeding skutečně zkoumat prostřednictvím šlechtitelských pokusů u domácích zvířat a rostlin (Hasselgren et al. 2019). Je však důležité si uvědomit, že příbuzenskou plemenitbou nevznikají defekty (Dostál 2007). Příbuzenskou plemenitbou v populaci upevňujeme jak pozitivní, tak negativní znaky, proto ji označujeme za neutrální metodu plemenitby. Podstatou příbuzenské plemenitby je opakovaný výskyt některých předků v rodokmenu příbuzensky plemeněného jedince. Následkem tohoto opakování je koncentrace vloh a jimi podmíněných znaků u jedinců pocházejících z příbuzenské plemenitby. Jedná se o vlohy, které mohou být žádoucí i nežádoucí (Tichá 2000). Nežádoucí vlohy, znaky a vlastnosti, dědičné choroby a defekty jsou v genotypu předků zakódovány jako recesivní alely, příbuzenskou plemenitbou se pouze projeví, tyto předci jsou jejich nositeli. Toto se týká jen defektů, které se v populaci nevyskytují příliš často. Nežádoucí znaky, defekty a dědičné choroby, jejichž četnost je v populaci vyšší, se budou v populaci potomků vyskytovat i tehdy, když se žádná příbuzenská plemenitba neuskuteční, protože jejich nositelů je v populaci příliš mnoho (Dostál 2007). Několik generací, během kterých je využíváno příbuzenské plemenitby za účelem upevnění specifických vlastností, může vést k potomkům, kteří budou téměř zcela homozygotní (Fay et al. 2000). U volně se rozmnožujících populací (jak u psů, například toulavých, tak i u divokých zvířat) může být genomický inbreeding (tj. rostoucí ztráta genetické diverzity u jednotlivých zvířat nebo v celé populaci) výsledkem silného přírodního výběru nebo snížení velikosti populace (Yordy et al. 2020). Snížení počtu jedinců v populaci, ke kterému může ve volné přírodě dojít například v důsledku antropogenních nebo dalších hrozeb, často vede ke značné ztrátě genetické diverzity v důsledku náhodného genetického tlaku (driftu) (Leroy 2011). Ve velkých populacích jsou tyto náhodné změny zanedbatelné, ale v malých populacích to může mít velmi závažné důsledky (Dostál 2007). Z práce Pike et al. (2021) je zřejmé, že mnohé druhy zvířat dávají přednost páření s nepříbuznými jedinci, zatímco jiné druhy zvířat nepovažují za důležité, jestli je jejich partner příbuzný, nebo není.

Existují však i druhy zvířat, jako například strakule tibetská (*Parus humilis*), které dávají přednost páření s příbuznými jedinci. Přehnané vyhýbání se příbuzenské plemenitbě může vést ke značným ztrátám příležitostí, které by jinak zvířata mohla využít (Kokko & Ekman 2002). U některých druhů je tak potomkům znemožněno zdědit území, které by jinak bylo pro novou generaci výhodné. Jiné druhy zvířat, například surikaty (O’Riain et al. 2000), jsou reprodukčně neaktivní, pokud není na blízku žádný nepříbuzný jedinec. Opakem inbreedingu je outbreeding, který může mít podle mnohých studií také negativní dopad na fyzickou zdatnost jedinců. Tento jev se vysvětluje jako outbrední deprese (Bateson 1978; Bateson 1982; Frankham 1995; Pusey & Wolf 1996).

Závěrem je třeba zdůraznit, že šlechtění, zvláště nových plemen psů, se bez příbuzenské plemenitby neobejde. Je ale důležité si uvědomit, že bez kontroly dědičnosti a co

nejdokonalejšího odhadu genotypové hodnoty psa je příbuzenská plemenitba tak velkým rizikem, že by se jí chovatelé, zvláště ti nezkušení, měli raději vyvarovat (Dostál 2007).

3.2.3 Metody hodnocení úrovně příbuzenské plemenitby

Existují dva odlišné postupy ke zjišťování úrovně příbuzenské plemenitby. První vychází z rodokmenů, druhý využívá metod molekulární genetiky (Slate et al. 2004), ve které se úroveň příbuzenské plemenitby určuje pomocí genetických markerů (Baumung et al. 2003).

Rodokmeny byly dlouho preferovaným způsobem, jak stanovit úroveň příbuzenské plemenitby (Pemberton 2004; Pemberton 2008; Jansson et al. 2018). Rodokmeny obsahují spoustu podstatných informací: vyčteme z nich například původ rodičů, použité šlechtitelské metody chovatelů, vzájemnou příbuznost mezi jedinci atd. (Zheng et al. 2019). Analýzu rodokmenu můžeme využít ke studiu chovatelských postupů, evoluce genetické diverzity, genetické struktury a také ke studiu historie plemene (Leroy 2011).

Ačkoliv je slovo pedigree (rodokmen), které má původ ve francouzském „*pié de grue*“, známo po staletí, jeho použití v populačním měřítku u psů se začalo objevovat až ke konci 19. století se vznikem prvních plemenných knih a kynologických klubů. Od té doby bylo prokázáno, že genealogické registry jsou klíčovými výběrovými a monitorovacími nástroji pro chov. Spolu se standardem plemene tvoří genealogické registry důležitý prvek pro chovatele daného plemene. Jelikož je registr určen k zaznamenávání veškerých důležitých informací o vztazích v rámci dané populace, tvoří tak zároveň důležitý zdroj dat pro analýzu genetické diverzity a strukturu populace (Leroy 2011). Až do nedávného rozvoje metody SNP (metoda založená na detekci jednonukleotidových polymorfismů) bylo obecně doporučováno používat informace z rodokmenů (Baumung et al. 2003; Fernández et al. 2005). Je známo, že k chybám v rodokmenech dochází v důsledku nesprávného zaznamenávání, při přiřazení potomka k nesprávné matce či při chybné identifikaci jedinců (Baumung et al. 2003; Snustad & Simmons 2016). Ne všichni předci jsou v rodokmenu zaznamenáni, stává se, že někteří jedincovi předci jsou neznámí. Může za to například pozdější zavedení genealogie. To pak znamená, že analýza rodokmenu určitého psa je omezena pouze na několik generací (Leroy 2011). Některé studie byly schopny vysledovat kompletní genealogie až do 60. let 20. století (Karjalainen & Ojala 1997; Mäki et al. 2001; Nielen et al. 2001; Leroy et al. 2006; Leroy et al. 2009), některé dokonce až do 19. století (Voges & Distl 2009). Chyby v rodokmenu mohou způsobit zkreslení výsledků, například při výpočtu koeficientu příbuzenské plemenitby (Baumung et al. 2003).

Generace v rodokmenu se obvykle označují pomocí římských číslic. Parentální generace je označena římskou číslicí I., generace předešlá II. a tak dále. Společného předka označíme např. II-III. Levá číslice označuje společného předka na matčině straně, pravá na otcově. Pomocí takového značení můžeme snadněji označit v rodokmenu místo, kde se společný předek vyskytuje. Avšak toto značení nám nijak nepomáhá v genetické analýze, slouží pouze k označení společných předků (Snustad & Simmons 2016).

Na základě Mendelova pravidla o náhodné segregaci lze ke sledování přenosu genu z generace

na generaci použít rodokmenovou analýzu pro celou populaci (Leroy 2011). Dle studie (Kardos et al. 2015) hodnotu inbreedingu daleko lépe měří metoda zkoumající genom, konkrétněji genetické markery než výpočty z rodokmenů. Avšak dle (Pemberton 2008) by se markery měly spíš používat pro sestavování, ověření a doplnění rodokmenů, než aby rodokmeny nahradily úplně.

Koeficient příbuznosti (R_{xy}) a koeficient příbuzenské plemenitby neboli Wrightův koeficient (F_x) jsou základními parametry v populační a kvantitativní genetice (Wright 1921) (Wright 1922) a mají důležitou roli v mnoha různých oblastech, včetně šlechtění zvířat (Weir et al. 2006). Nicméně studie zaměřující se na analýzu psích rodokmenů koeficient příbuznosti (R_{xy}) nevyužívají tak často, jako koeficient příbuzenské plemenitby (F_x), protože jeho výpočet vyžaduje daleko více času (Leroy 2011).

Jako standardní ukazatel pro určení úrovně příbuzenské plemenitby se využívá Wrightův koeficient (F_x) (Wright 1921). Jeho hodnota představuje pravděpodobnost, že jedinec zdědil obě alely téhož lokusu od jednoho předka (Charlesworth & Willis 2009) (Wright 1921).

$$F_x = \sum \left(\frac{1}{2} \right)^{n_1+n_2+1} (1 + F_A)$$

Σ = součet všech společných předků, získáme F_x jedince

n_1 = počet generací ze strany otce ke společnému předkovi

n_2 = počet generací ze strany matky ke společnému předkovi

F_A = je koeficient příbuzenské plemenitby předka, který se nachází na straně matky i otce

F_x = koeficient příbuzenské plemenitby udávaný jako podíl z hodnoty 1,0 nebo v %

Při využití vzorce na vypočítání koeficientu příbuzenské plemenitby získáme desetinné číslo. Obecně platí, že čím je jeho hodnota nižší, tím je nižší stupeň inbreedingu (The Kennel Club 2022). Pokud je rodokmen jedince neznámý, není možné hodnotu koeficientu takto vypočítat (Templeton & Read 1994).

Vzorec $F_x = \sum \left(\frac{1}{2} \right)^{n_1+n_2+1} (1 + F_A)$ se ve výpočtu hodnoty příbuzenské plemenitby použije přinejmenším jednou pro společného předka jedince, a případně je použit tolikrát, kolikrát je třeba, aby se do výsledku započítali veškeré potřebné hodnoty (Rehfeld et al. 1967).

Může se také stát, že žádný předek v rodokmenu zkoumaného jedince není inbrední, jejich F_x se rovná nule. V takovém případě se využívá k výpočtu inbreedingu zjednodušený vzorec (Dostál 2007):

$$F_x = \Sigma \left[\left(\frac{1}{2} \right)^{n_1+n_2+1} \right]$$

Tento výpočet, který navrhl (Wright 1922), se zakládá na analýze rodokmenů a jednotlivých

„cest“ (path coefficients). Termín „cesty“ označuje linky vedoucí od vzdálenějších předků až po rodiče zkoumaného jedince (Rehfeld et al. 1967). Výpočet vychází z předpokladu snižování heterozygotnosti a naopak zvyšování homozygotnosti u inbredních jedinců (Jakubec et al. 2010). Hodnota F_x získaná z rodokmenu je pouhým odhadem homozygotnosti, ne skutečnou hodnotou inbreedingu (Keller et al. 2011). Dle klubu ve Velké Británii (The Kennel Club 2022) můžeme z výsledků získaných pomocí Wrightova koeficientu vyvodit:

- 0 % = pes, jehož rodiče jsou podle všeho nepříbuzní (na základě informací získaných z rodokmenu jedince)
- 12,5 % = genetický ekvivalent psa, který vznikl z páření mezi dědečkem a vnučkou nebo pářením mezi nevlastním bratrem/sestrou
- 25 % = genetický ekvivalent psa, který vznikl z páření mezi otcem a dcerou nebo pářením mezi vlastními sourozenci
- Více než 25 % = příbuzenské křížení je kumulativní, takže pokud k takovému křížení došlo ve vyšší míře po několik generací, může koeficient příbuzenské plemenitby překročit i 25 %

Protože příbuzenská plemenitba může zvýšit šanci spojení dvou nežádoucích genů, je obecně lepší upřednostňovat štěně od rodičů, kteří si nejsou blízké příbuzní. Existují online programy, které po zadání rodokmenu psa dokáží vypočítat hodnotu koeficientu inbreedingu. Dle (AKC Canine Health Foundation 2022) je doporučeno zůstat pod 10 % hodnoty koeficientu inbreedingu pro rodokmen o deseti generacích, pokud chceme zajistit nejlepší zdraví. To je však jen velmi hrubé zobecnění. Jsou známi inbrední psi, kteří žili dlouhý a zdravý život. Stejně tak existují psi neinbrední, kteří mohou mít dědičně podmíněná genetická onemocnění (AKC Canine Health Foundation 2022).

Pokud jsou rodokmeny dlouhé a komplikované, není vždy proveditelné prozkoumat všechny jejich větve. Dostatečně přesný odhad příbuzenské plemenitby však můžeme získat i z omezeného počtu generací (Wright et al. 1925). Dle Dostála (2007) můžeme o příbuzenské plemenitbě hovořit nejdéle do páté generace předků. V České republice má rodokmen psů vypsán jen čtyři generace předků. Koeficient příbuzenské plemenitby se používá k měření rozdílnosti populace a patří mezi nejpoužívanější deskriptivní statistiky v evoluční a populační genetice (Cockerham 1969; Nei 1973; Weir & Cockerham 1984; Slatkin 1991; Holsinger & Weir 2009).

Koeficient příbuzenské plemenitby F_x je provázán s koeficientem ztráty předků (AVK) (Kruzinska et al. 2019). Čím vyšší je AVK, tím nižší je koeficient příbuzenské plemenitby (Sweklej & Niedziółka 2020). Koeficient ztráty předků označuje procentuální poměr předků, vyskytujících se v rodokmenu pouze jednou, k celkovému počtu předků v rodokmenu za určitý počet generací (Kruzinska et al. 2019).

$$I = \frac{(P-Q)}{P*100}$$

I = koeficient ztráty předků
P = maximální počet předků v rodokmenu
Q = skutečný počet různých předků v rodokmenu (Snustad & Simmons 2016)

Příbuznost mezi jedinci X a Y se vyjadřuje pomocí koeficientu příbuznosti (Wright 1969):

$$R_{xy} = \frac{\sum \left(\frac{1}{2}\right)^{n_1+n_2} (1+F_A)}{\sqrt{(1+F_X)(1+F_Y)}}$$

F_X = koeficient inbreedingu jedince X

F_Y = koeficient inbreedingu jedince Y

n_1 = počet generací mezi jedincem X a společným předkem A

n_2 = počet generací mezi jedincem Y a společným předkem A

F_A = koeficient příbuzenské plemenitby společného předka

Σ = sumace příbuznosti pro více úseků jedinců X a Y ke společným předkům

Příbuznost je popisována jako jev, kdy jednotlivci sdílejí kopie určitých genů nebo alel. Koeficient příbuznosti R_{xy} je mírou pravděpodobnosti, že dva jedinci sdílejí stejnou alelu od společného předka (Hamilton 1964). Tento způsob vylučuje jakékoliv identické alely, které jsou sdíleny pouze díky tomu, že jsou jedinci příslušníky stejného druhu či plemene (Koyama 2021). Oproti koeficientu příbuzenské plemenitby koeficient příbuznosti nehovoří o tom, zda byli dva jedinci skutečně spolu spáření. Využívá se při zkoumání rodokmenů dvou jedinců, kteří by se v budoucnu mohli spářit (Jakubec et al. 2010).

U diploidních druhů, do kterých spadá většina savců, splývající vajíčko a spermie, z nichž každé obsahuje polovinu normálního počtu chromozomů, vytvářejí zygotu; každý rodič tedy přispívá 50 % svých genů při tvorbě nového jedince. Pravděpodobnost, že potomek sdílí alelu totožnou se svou matkou je $\frac{1}{2}$ a se svým otcem je tomu stejně, také $\frac{1}{2}$. R_{xy} lze vypočítat pro jakékoliv dvojice příbuzných, například prarodič a vnuk jsou spolu příbuzní z $\frac{1}{4}$ (Koyama 2021).

Rozdíl mezi Wrightovým (1922) koeficientem příbuzenské plemenitby a koeficientem příbuznosti je oproti původovému koeficientu Malécota (1948) takový, že výpočty podle Wrighta (1922) vycházejí z analýzy rodokmenu od nejmladšího až po nejstaršího jedince (Jakubec et al. 2010). Malécot (1948) definuje původový koeficient pro dva jedince X a Y jako pravděpodobnost, že náhodný gen od jedince X je původově identický s náhodným genem od jedince Y (Meulepas et al. 1991). Původový koeficient dle Malécota (1948) se označuje písmenem „ f “. Výklad původového koeficientu dle Malécota vychází z předpokladu, že dvě alely v populaci mohou být stejné (identita stavem) anebo identické (identita původem) (Jakubec et al. 2010).

$$f_{XY} = 0,25[f_{AC} + f_{AD} + f_{BC} + f_{BD}]$$

f = původový koeficient

A, B = rodiče jedince X
C, D = rodiče jedince Y

Malécot (1948) vycházel z výpočtu, opírajícího se o mendelistické principy a vycházejícího z analýzy rodokmenu od nejstaršího předka až po nejmladšího člena. Výhodou využití této metody je, že při rozšiřování rodokmenu o další generace potomků můžeme při výpočtech vycházet z již stávajících původových koeficientů (Jakubec et al. 2010). Z definice koeficientu příbuzenské plemenitby a původového koeficientu vyplývá, že hodnota koeficientu příbuzenské plemenitby F_x jedince X je rovna hodnotě původového koeficientu f_{AB} jeho rodičů, jedinci A a B (Meulepas et al. 1991). Koeficient příbuznosti se využívá například při vyhodnocení přípařovacích plánů, kontrole příbuznosti nebo je součástí výpočtu plemenných hodnot atd. (Jakubec et al. 2010).

3.2.4 Hodnoty příbuzenské plemenitby u dalších plemen psů

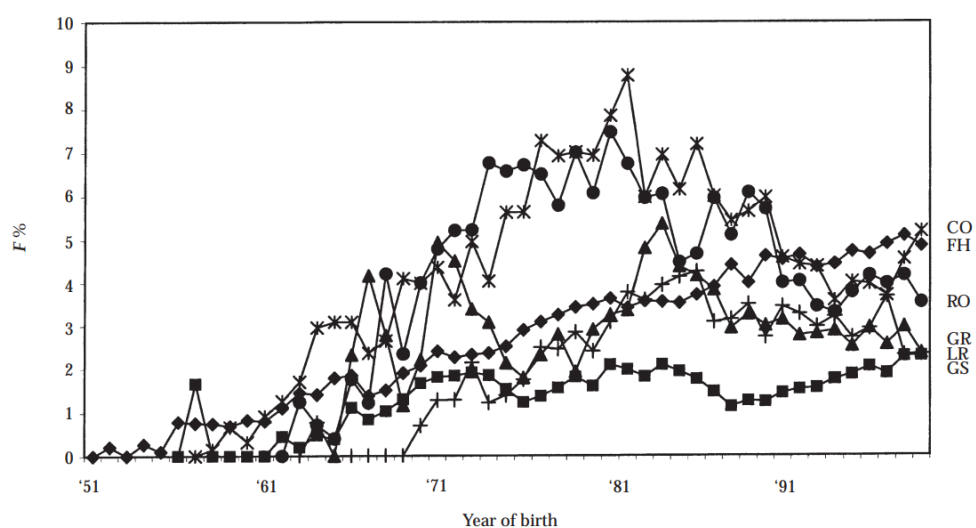
Průměrné koeficienty příbuzenské plemenitby u různých plemen psů v Polsku se pohybují okolo 0,82 % u zlatých retrívrů (Kania-Gierdziewicz et al. 2014), 2 % u německých ovčáků (Drozd et al. 1997), 4,5 % u bullmastifů (Mortlock et al. 2016), přes 9 % u německých dog, 26 % u Nova Scotia duck tolling retrívrů (Mäki 2010) a u polských honičů se vyšplhaly až na 37 % (Głażewska 2008; Sweklej & Niedziółka 2020). Jansson et al. (2018) monitorovali hodnoty inbreedingu pomocí analýzy rodokmenů u 12 tradičních švédských plemen (dánsko-švédský farmářský pes, derver, gotland hound, hamiltonův honič, hällfors elkhound, norbotenský špic, schillerův honič, smalandský honič, jämthund, švédský laponký pes, švédský valhaund, swedish white elkhound) v průběhu 32 let v období 1980-2012. Hodnoty koeficientu inbreedingu narůstaly a v roce 2012 byly průměry F_x pro jednotlivá plemena v rozsahu 0,02 – 0,10. Efektivní velikost populace (N_e) v průběhu generací byla mírně nad kritickou úrovní 50 pro většinu plemen (gotland hound a hällfors elkhound byly pod touto úrovní). Podle autorů (Jansson et al. 2018) je míra příbuzenské plemenitby u těchto plemen zbytečně vysoká. Je to způsobeno využitím nízkého počtu psů a fen v reprodukci, kdy se u většiny plemen použilo méně než 20 %, často jen kolem 10 % jedinců z celkového počtu zvířat. Efektivní velikost populace je dána množstvím rodičů (psů a fen), kteří v daném kalendářním roce měli potomstvo. Genetický drift je tím větší, čím je efektivní populace menší (Dostál 2007).

Od roku 1933 Working Kelpie Council of Australia nechává otevřenou plemennou knihu pro psi plemene AWK s neznámým původem i pro účely chovatelské. Zaměřuje se především na pracovní schopnosti (Velie et al. 2021). Studie (Velie et al. 2021) se zaměřila právě na zkoumání hodnot příbuzenské plemenitby u tohoto plemene. Do studie bylo zařazeno 86 671 jedinců, první získaná data pro měření F_x byly v roce 1966 a tato studie inbreeding měřila až do roku 2014. Průměr F_x za tu dobu byl 0,049 (z toho 0,038 u psů a 0,039 u fen), roční nárůst hodnot inbreedingu byl 0,0016. Avšak když byla hodnocena pouze zvířata s 6 a více generacemi, hodnoty F_x byly průměrně 0,076. Od roku 2010 došlo k trvalému poklesu inbreedingu. Do té doby hodnoty inbreedingu rostly.

(Calboli et al. 2008) zkoumali 10 plemen a analyzovali jejich rodokmeny od vzniku elektronických záznamů kolem roku 1970, což odpovídá asi osmi zkoumaným generacím. Důvodem rodokmenové analýzy byla potřeba zjistit hodnoty příbuzenské plemenitby, které jsou jedním z faktorů potřebných při studii využívající psi jako modely lidských nemocí. Mezi hlavní výhody psů jako modelů lidských onemocnění patří podobnost podstatné části genomu s lidmi. Ačkoli jsou psi na fylogenetickém stromě dále od lidí než myši, jsou si přesto genomicky podobnější kvůli delší generační době. Pro získání dat využil (Calboli et al. 2008) registrační databázi Kennel Clubu. Mezi zkoumaná plemena patřila akita inu, německý boxer, anglický buldok, čau čau, dlouhosrstá kolie, zlatý retrívr, greyhound, německý ovčák, labradorský retrívr a anglický špringeršpaněl. Oproti polské studii (Kania-Gierdziewicz et al. 2014) vyšly průměrné hodnoty inbreedingu u zlatých retrívrů 3,5 %. U ostatních plemen byly hodnoty následující: 3,8 % měla akita inu, 4,8 % německý boxer, 5,7 % čau čau, 7,3 % dlouhosrstá kolie, 5,8 % greyhound, 3,3 % německý ovčák, 2,4 % labradorský retrívr a 3,3 % anglický špringeršpaněl.

Analýza rodokmenů u devíti francouzských plemen pomohla zjistit hodnoty příbuzenské plemenitby pro studii (Leroy et al. 2006). Nejvyšší průměrná hodnota inbreedingu vyšla u plemene barbet (12,4 %). Následoval pyrenejský ovčák s průměrnou hodnotou příbuzenské plemenitby 7,2 %, saint-germainský ohař krátkosrstý 6,0 %, beauceron 5,4 %, bretaňský ohař 4,5 %, bordeauxská doga 4,1 %, pyrenejský horský pes 4,0 %, plavý bretašský baset 3,9 % a francouzský buldoček 3,3 %.

Plemeno z Islandu, islandský pes, zažilo počátkem 20. století silný efekt „hrdla láhve“ a současná populace pochází pouze z několika jedinců. Příbuznost je dle (Ólafsdóttir & Kristjánsson 2008) v rámci populace neobvykle vysoká, s průměrným koeficientem příbuzenské plemenitby (f) živých psů 0,21. Jsou to výrazně vyšší hodnoty než ty, které zaznamenal (Leroy et al. 2006) u jiných vzácných psů.



Obrázek 5 – Nárůst příbuzenské plemenitby v průběhu let u šesti různých plemen ve Finsku. CO = dlouhosrstá kolie, FH = finský honič, RO = rotvajler, GR = zlatý retrívr, LR = labradorský retrívr, GS = německý ovčák (Mäki et al., 2001).

3.3 Vliv příbuzenské plemenitby

Stále ještě zůstává nezodpovězeno množství otázek ohledně nárůstu příbuzenské plemenitby a jejího vlivu na genetické zdraví, obzvláště u většiny čistokrevných psů, jelikož mnoho populací psích plemen je omezeno velikostí (Kania-Gierdziewicz & Pałka 2019).

Počet jedinců v rámci plemene závisí na jeho oblíbenosti a společenských trendech mezi potenciálními majiteli nebo chovateli. Počet jedinců v rámci plemene je tedy velice rozmanitý. Pouze omezený počet psích plemen by se dal označovat jako pracovní plemena. Populace těchto plemen jsou obvykle velké a udržované ve většině zemí světa, například zlatí retrívři nebo němečtí ovčáci. Většina psích plemen jsou však místní se speciálním způsobem využití (hlídání hospodářských zvířat, lov, hlídání nebo využití jako společenské plemeno) a jsou často málopočetná (Kania-Gierdziewicz & Pałka 2019). Požadavky, že chovná zvířata musí být „prostá“ všech genetických poruch, mohou vyvíjet nepřiměřený genetický tlak na zvířata, která byla vyhodnocena jako „prostá“ známých genetických poruch. Dále tyto požadavky mohou přispět ke ztrátě genetické rozmanitosti, a nakonec mohou vést k šíření nových recesivních poruch, pro které nejsou dostupné genetické testy (Wade 2011). Dle Dostála (2007) je důležité si vady a defekty rozdělit na důležitější a méně důležité. Selekcí provádět nejprve na jeden defekt a jakmile je od něj populace prostá, zaměřit se na další. Protože pokud selektujeme na více znaků najednou, nelze očekávat uspokojivé výsledky.

3.3.1 Vliv příbuzenské plemenitby na velikost vrhu

Zvyšující se příbuzenská plemenitba v populaci psů může zapříčinit nejen zdravotní nebo reprodukční problémy, ale může také ovlivnit velikost a složení vrhu (počet psů a fen ve vrhu) z důvodu předčasných zániků embryí nebo plodů samčího pohlaví (Kania-Gierdziewicz & Pałka 2019). Velikost vrhu je definována jako počet živých štěňat při registraci, kdy jim jsou dva měsíce (Leroy et al. 2015). Studie (Kania-Gierdziewicz 2013) naznačují, že zvýšená úroveň příbuzenské plemenitby má negativní vliv na plodnost, zdraví a produkci mnohých domácích zvířat, zejména u málopočetných plemen.

Počet mrtvě narozených štěňat, popřípadě i celých vrhů, je v současnosti ve většině zemí centrálně registrován národními chovatelskými kluby (Hedhammar & Indrebø 2011; Hedhammar et al. 2011; Fédération Cynologique Internationale 2022). Problémy s plodností u fen (snížení velikosti vrhu, špatná životaschopnost vrhu, mrtvě narozená štěňata nebo kryptorchismus u štěňat samců nebo nedostatek jedinců samčího pohlaví ve vrhu, který způsobuje nevhodný poměr pohlaví v populaci), mohou být způsobeny různými enviromentálními a genetickými faktory, například inbreedingem (Mandigers et al. 1994; Gavrilovic et al. 2008; Dolf et al. 2008; Gubbels et al. 2009; Borge et al. 2011; Tønnessen et al. 2012; Leroy et al. 2015; Mostert et al. 2015; Šichtař et al. 2016).

Jen velmi málo je známo o vlivu příbuzenské plemenitby na velikost vrhu u psů (Mandigers et al. 1994). Podle (Willis 1977), je hlavním faktorem mající vliv na velikost vrhu inbreeding, toto tvrzení je většinou založeno na studiích jiných zvířecích druhů. Studie Mandigerse (1994)

zkoumala velikost vrhů v průběhu času u plemene kooikerhondje. Negativní vliv inbreedingu na velikost vrhu byl touto studií popřen. (Chu et al. 2019) zkoumali vliv inbrední deprese na plodnost u plemene zlatý retrívr. Dle výsledků jejich práce je statisticky zřejmá negativní korelace mezi F_{ROH} a velikostí vrhu, a to i z relativně malého vzorku čistokrevných psů. ROH (runs of homozygosity) můžeme definovat jako souvislé nepřerušené segmenty genomu, ve kterých je jedinec homozygotní. ROH vzniká, když haplotypy (skupina genů, které jsou ve vazbě) získané od rodičů jsou identické a zděděné po společném předkovi (Ceballos et al. 2018).

Studie (Kania-Gierdziewicz & Pałka 2019) zkoumala vliv inbreedingu na velikost vrhu u pěti různých plemen: německý ovčák, zlatý retrívr, labradorský retrívr, bígl a podhalaňský ovčák. Počet vrhů a počet štěňat se v každém roce postupně zvyšoval u všech plemen s výjimkou podhalaňských ovčáků a německých ovčáků. Průměrná velikost vrhu byla $5,87 (\pm 2,53)$ u všech plemen. Ze studie vyplývá, že nejnižší procento inbredních rodičů bylo u plemen labradorský retrívr a podhalaňský ovčák. Páření neinbredních zvířat, ve většině případů i nepříbuzných, bylo časté u všech plemen. Úroveň inbreedingu rodičů měla prokazatelný vliv na vrh pouze u podhalaňských ovčáků. Korelační koeficienty mezi úrovní inbreedingu vrhu a velikostí vrhu u většiny vyšetřovaných plemen byly pozitivní, ale nedají se považovat za významné.

Studie Gresky et al. (2005) u jezevčků, přinesla zajímavé poznatky. Velikost vrhů se snižovala a procento mrtvě narozených štěňat se zvyšovalo s rostoucím koeficientem příbuzenské plemenitby štěňat, matek a otců. U štěňat vedl zvýšený inbreeding o 1 % k vyššímu počtu mrtvých štěňat na jeden vrh o 0,06 %. Koeficient příbuzenské plemenitby u matky a otce zvýšený o 1 %, měl za následek o 0,02 % a 0,007 % vyšší počet mrtvě narozených štěňat. Vliv na velikost vrhu měl také věk matky. Mladé a starší matky mají menší velikosti vrhu než matky středního věku. Procento mrtvě narozených štěňat se zvyšuje s rostoucím věkem matky.

3.3.2 Vliv příbuzenské plemenitby na dysplazii kyčelního kloubu

Dysplazie kyčelního kloubu a stejně tak i dysplazie loketního kloubu, jsou dvě nejčastější geneticky podmíněná onemocnění u psů. Patří mezi kvantitativní vlastnosti zvířete, které se projevují jako poruchy růstu kosti a vyvíjejí se během období, kdy pes nejrychleji roste. Častěji se projevuje u větších a těžších plemen psů (Guthrie et al. 1990).

Dysplazie kyčle často nakonec vede k artritidě, která může být velmi bolestivá. Ve Finsku existuje program Finnish Kennel Clubu, „Chov proti dědičným chorobám psů“. Některá plemena mají v podmínkách uchovnění kontroly kloubů, ať už kyčelních nebo loketních. U jiných plemen jsou takto kontrolována už štěňata a pouze pokud jsou v pořádku, mohou být uchovněna (Mäki et al. 2001). Cílem (Mäki et al. 2001) bylo prozkoumat strukturu populací a hodnoty příbuzenské plemenitby u šesti plemen ve Finsku. Zjišťovali vliv inbreedingu na dysplazii kyčle a lokte. Jak se ukázalo, největší vliv na kyčle měla příbuzenská plemenitba u plemen labradorský retrívr a německý ovčák. Psi byli rozděleni do dvou skupin, v první byli předci známí pouze do druhé generace, ve druhé byli známí až do generace páté. Nejhorší klouby měli psi s nejvyšším stupněm inbreedingu ($18,75 \% \leq f$), avšak byl rozdíl mezi tím, jestli

ve výpočtu byli zahrnuti předci psů pouze do druhé generace, nebo až do páté. Tento rozdíl mohl být způsoben tím, že dysplazie kyčle byla více ovlivněna dlouhodobější příbuzenskou plemenitbou než pouze krátkodobým inbredním křížením. Může to také souviset s polygenní dědičností, která má na DKK vliv. Oproti tomu studie (Cecchi et al. 2020) nezjistila žádný významný vliv inbreedingu na DKK u labradorských retrívrů. Spolu s dysplazií kyčelního kloubu byla zkoumána ještě dysplazie lokte, oční onemocnění a srdeční problémy. Údaje o původu a veterinární zprávy byly shromážděny pro 40 labradorských retrívrů chovaných pro výcvik vodících psů v Itálii. Z toho bylo 15 zvířat inbredních s průměrným koeficientem inbreedingu 0,017. Vztah mezi úrovní příbuzenské plemenitby a onemocněními zvířat nebyl významný, protože existovalo podobné procento inbredních a neinbredních mezi nemocnými zvířaty. Dle (Ólafsdóttir & Kristjánsson 2008) existuje významný vztah mezi inbreedingem (f) a výskytem dysplazie kyčelního kloubu. Avšak molekulární měření neobjevila, že by výskyt dysplazie kyčelního kloubu byl způsoben účinkem inbreedingu.

Studie (Ács et al. 2020) ukazuje že inbreeding může mít i pozitivní vliv na dysplazii kyčle. Ve studii zkoumali hodnoty inbreedingu u přibližně 13 000 border kolií, zároveň byla získána data ohledně stavu kloubů kyčlí i loktů. Od roku 1990 až do roku 2016 postupně vzrostl počet psů, jejichž kyčle odpovídají stavu A (excelentní) nebo B (hraniční).

Z toho vyplývá, že nadměrné zastoupení zdravých jedinců, u kterých předpokládáme, že jsou homozygotní, může mít pozitivní vliv na populaci, jelikož recesivní škodlivé alely mohou být z populace postupně odstraněny. Výsledky studie ukazují že příbuzenská plemenitba měla pozitivní vliv na kyčle a lokty psů, ačkoliv genetické onemocnění nebylo z populace zcela odstraněno.

3.3.3 Vliv příbuzenské plemenitby na délku života

Je dobře známo, že velikost těla úzce souvisí s délkou života psa. Malá plemena psů žijí déle, než velká plemena psů (Galis 2007; Greer et al. 2007; Fleming et al. 2011). Inverzní vztah mezi velikostí těla a dlouhověkostí u psů není ojedinělý. Něco podobného pozorujeme například u koní (Brosnahan et al. 2003) (Miller & Austad 2005). Co však pozorujeme u těchto druhů je v rozporu s pozorovaným vzorem napříč taxony savců, kde malé druhy, jako jsou třeba hlodavci, obvykle žijí pouze několik let, ale velké druhy, jako jsou velryby a sloni, mohou žít několik desetiletí nebo více (Calder 1996). Byla navržena různá vysvětlení, proč je délka života snížena u větších jedinců v rámci druhu. Jednou z hypotéz je, že větší jedinci jsou náchylnější k rakovině (Peto 2016). Průzkum příčin úhynů psů ve Spojeném království ukázal, že velká plemena hynou kvůli rakovině častěji, než plemena malá (Michell 1999). Nicméně analýzy jednotlivých plemen ukázaly, že i po vyloučení jedinců, kteří uhynuli na rakovinu, zůstává průměrná délka života většiny psů nízká (Bernardi 1998). Proto ke kratší délce života přispívají i další faktory, jako je právě příbuzenská plemenitba. (Yorby et al. 2020) využili metodu SNP pro výpočet průměrného inbreedingu pro více než 100 plemen psů na základě délky autozygotního segmentu a zjistili, že velká plemena mají sklon mít vyšší koeficienty příbuzenské plemenitby než plemena malá. Dále porovnávali délku života čistokrevných

plemen a kříženců. Když se zaměřili na velikost, rozdíly v inbreedingu nebyly spojovány s průměrnou délkou života napříč plemeny. Avšak při srovnání čistokrevných psů a kříženců, žili kříženci v průměru o 1,2 roku déle než psi čistokrevní podobné velikosti. Kromě toho koeficienty příbuzenské plemenitby a délka života u více než 9000 zlatých retrívrů ukázaly, že příbuzenská plemenitba má negativní dopad na délku života na individuální úrovni.

4 Metodika

4.1 Populace australských kelpií v České republice

Analýza byla provedena u populace australských kelpií v České republice. Do této populace počítáme pouze čistokrevné jedince, kteří mají průkaz původu a jsou zapsáni v plemenné knize. Veškerá data použitá v této práci byla získána ze stránek genealogického servisu Welsh corgi a kelpie klubu CZ (<https://genealogie.corgiklub.eu/>). Genealogický servis obsahuje všechny potřebné informace pro tuto práci. Zaznamenává jedince od roku 1998, kdy byl do České republiky importován první pár, po kterém byly v roce 2003 uchovněny dva vrhy. Na stránkách genealogického servisu Welsh corgi a kelpie klubu CZ lze najít ke každému registrovanému jedinci základní informace (jméno, číslo zápisu, rok narození, chovatelskou stanici, ve které se jedinec narodil) a zároveň jeho předky, sourozence nebo potomky. Dále pak servis zaznamenává počet narozených štěňat, úhyny ve vrzích a zda byli jedinci uchovněni.

Rodokmeny byly sestavovány za pomoci databáze Kennel Meringa's Online Kelpie Database (<http://pedigree.meringa.se/>). Tato databáze zahrnuje kelpie z celého světa a je možné v ní sestavit rodokmeny až do deváté generace předků. Díky tomu lze zjistit, jestli má sledovaný jedinec v rodokmenu společné předky a je tedy inbrední. V této práci byla příbuzenská plemenitba hodnocena do páté generace předků.

Hodnoty příbuzenské plemenitby byly počítány pro vrhy narozené mezi lety 2003-2021. Pro výpočet hodnot příbuzenské plemenitby byl použit Wrightův koeficient F_x a metoda analýzy rodokmenu.

4.2 Analýza dat

Údaje z genealogického servisu byly nejprve přepsány do programu MS Excel, aby bylo možné s nimi dále efektivně pracovat. U každého jedince byly zapsány následující údaje: číslo zápisu, rok narození, pohlaví, číslo zápisu otce, číslo zápisu matky, chovatelská stanice, ve které se jedinec narodil, vypočtená hodnota koeficientu F_x a zda byl jedinec uchovněn. Podobně byly zapisovány i vrhy. Tento soubor ale obsahoval počet narozených štěňat ve vrhu a případně počet úhynů. Celkově byl koeficient příbuzenské plemenitby stanoven u 664 jedinců (včetně úhynů), pocházejících ze 116 vrhů.

Statistické vyhodnocení a grafická vizualizace výsledků bylo provedeno pomocí softwaru Statistica (verze 12, Statsoft, ČZU).

Pro ověření poměru pohlaví v jednotlivých vrzích byl použit chí-kvadrát test.

Pomocí analýzy rozptylu bylo ověřováno, zda na hodnoty koeficientu inbreedingu má vliv rok narození jedince a chovatelská stanice.

Dále bylo pomocí analýzy rozptylu ověřováno, zda má úroveň příbuzenské plemenitby vliv na počet štěnat ve vrhu. Pro účely této analýzy byly vrhy rozděleny do čtyřech kategorií podle hodnoty zjištěného F_x (tabulka 2).

U všech testů byla uvažována hladina významnosti $\alpha = 0,05$.

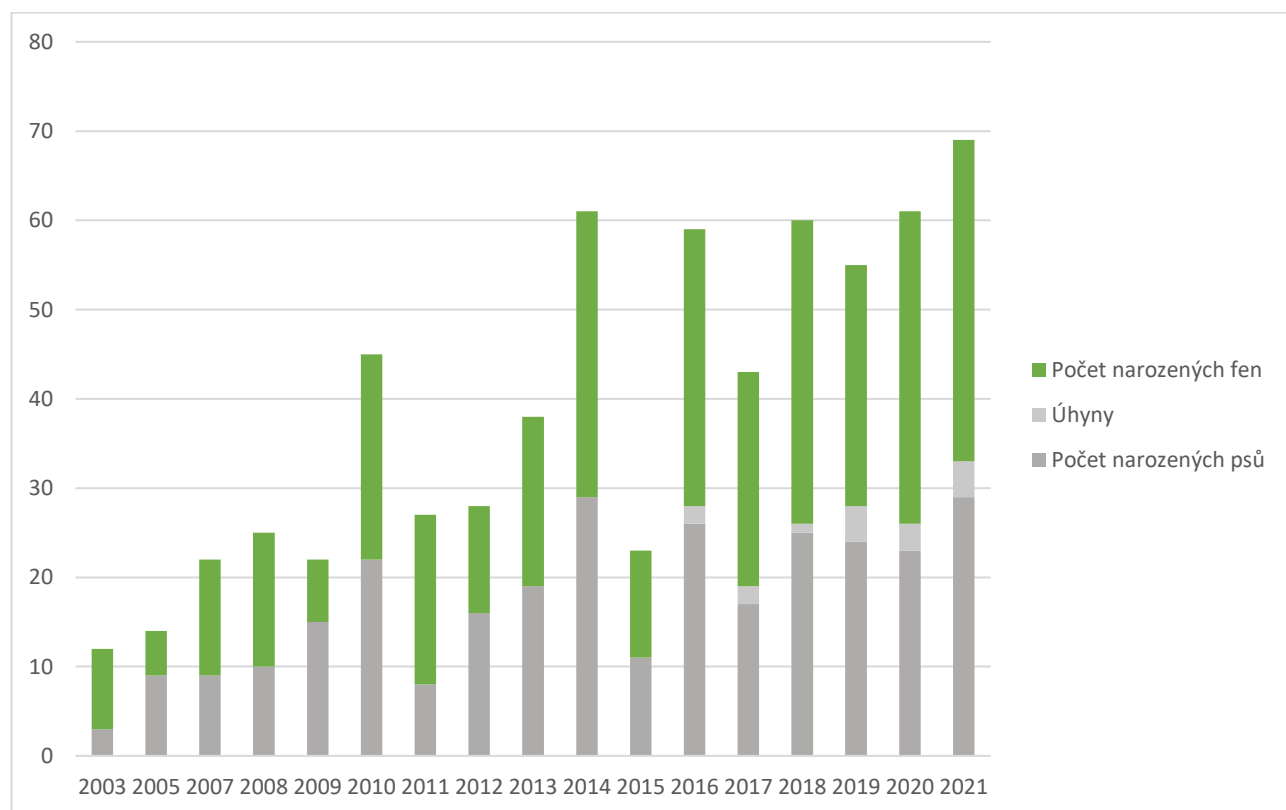
5 Výsledky

5.1 Popisné charakteristiky

První vrh byl uskutečněn v roce 2003, kdy proběhl ještě další jeden vrh. Celkem se v období mezi lety 2003-2021 narodilo 664 štěňat ve 116 vrzích. Z toho bylo 362 fen a 302 psů. V genealogickém servisu bylo zapsáno celkově 16 úhynů štěňat. Celkový počet jedinců, kteří po sobě zanechali potomstvo, byl 123, z toho 63 psů a 60 fen. Někteří jedinci byli k chovu využíváni víckrát. Štěňata byla odchována ve 26 různých registrovaných chovatelských stanicích, které zastřešuje Českomoravská kynologická unie a zároveň spadají pod Welsh corgi a kelpie klub CZ.

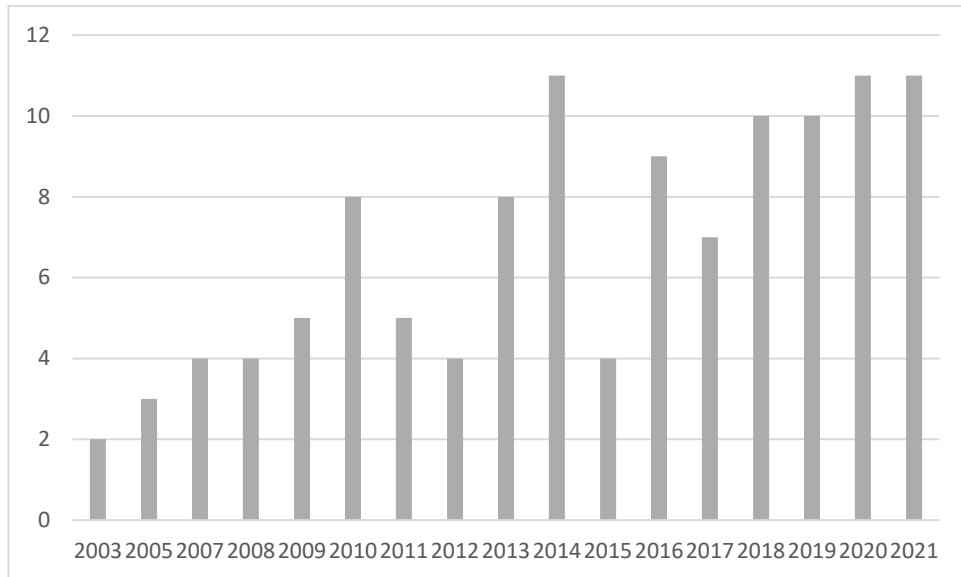
Poměr pohlaví v jednotlivých vrzích byl ověřován pomocí chí-kvadrát testu, jehož výsledek byl 0,1315. Vypočtená hodnota je vyšší než zvolená hladina významnosti $\alpha = 0,05$, lze tedy konstatovat, že poměr pohlaví se statisticky významně nelišil od poměru 1:1.

Sloupcový graf 1 znázorňuje počty štěňat narozených mezi rokem 2003–2021, včetně úhynů. První úhyn nastal v roce 2016, k nejvíce úhynům došlo v roce 2019 a 2021. Nejvíce narozených štěňat bylo v roce 2021, avšak počet vrhů je shodný s rokem 2020 a 2014, jak je znázorněno v grafu 2. Celkový počet štěňat, která byla později registrována, je 648, z toho 353 fen a 295 psů. Počet fen tedy nad počtem psů převažoval.



Graf 1 - Počty narozených štěňat v jednotlivých letech

Následující graf 2 ukazuje počet vrhů v jednotlivých letech. V roce 2004 a 2006 nebyl odchován žádný vrh. Ačkoliv byl v některých letech odchován stejný počet vrhů, počty štěňat se od sebe lišily.



Graf 2 - Počty vrhů v jednotlivých letech

Následující tabulka 1 se zaměřuje na chovatelské stanice. Byl stanoven průměrný počet vrhů na jednu chovatelskou stanici (po zaokrouhlení na celé číslo byl výsledek 5). 9 chovatelských stanic tento průměr překročilo.

Tabulka 1 - Chovatelské stanice a počty vrhů

Počet chovatelských stanic	26
Počet vrhů	116
Průměrný počet vrhů na chovatelskou stanici	4,461538461538462
Počet chovatelských stanic přesahujících průměr	9
Nejvyšší počet vrhů z jedné chovatelské stanice	17
Nejnižší počet vrhů z jedné chovatelské stanice	1

Tabulka 2 se zaměřuje na nejčastěji využívaného plemeníka a počet vrhů, který byl po něm zanechán. Jedinec číslo 30 přesahuje, jak průměrný počet štěňat na jedince, tak i průměrný počet vrhů na jedince. Nejvyšších hodnot inbreedingu však jeho vrhy nedosáhly.

Tabulka 2 - Nejčastěji využívaný plemeník, počty vrhů, počty štěňat, hodnoty F_x

Průměrný počet štěňat na jedince	10,54
Průměrný počet vrhů na jedince	1,84
Pes s nejvyšším počtem vrhů	Jedinec číslo 30
Celkový počet štěňat jedince 30	50
Celkový počet vrhů jedince 30	9
% počet vrhů plemeníka z celkového počtu vrhů	7,76
Nejvyšší hodnota F_x jedince 30	0,04
Nejvyšší hodnota F_x ze všech vrhů	0,10

Tabulka 3 rozděluje hodnoty F_x do jednotlivých kategorií, podle toho, jaké hodnoty inbreedingu byly vypočítány pro daný vrh. Do kategorie 4 spadá pouze 6 vrhů, což znamená, že příbuzenská plemnitba byla celkově nízká (viz. široký interval spolehlivosti střední hodnoty u kategorie 4 v grafu 6).

Tabulka 3 - Rozdělení vrhů do kategorií podle hodnot F_x

Číslo kategorie	Kritérium	Počet vrhů
1	$F_x = 0$	55
2	F_x do 0,03125	42
3	F_x větší nebo roven 0,03125	13
4	F_x větší nebo roven 0,0625	6

V tabulce 4 jsou uvedeny popisné statistiky pro koeficient inbreedingu a v tabulce 5 pro počet štěňat ve vrhu. Průměrný koeficient inbreedingu ve sledované populaci byl 0,01. Maximální zjištěná hodnota činila 0,10.

Tabulka 4 - Popisné statistiky pro F_x

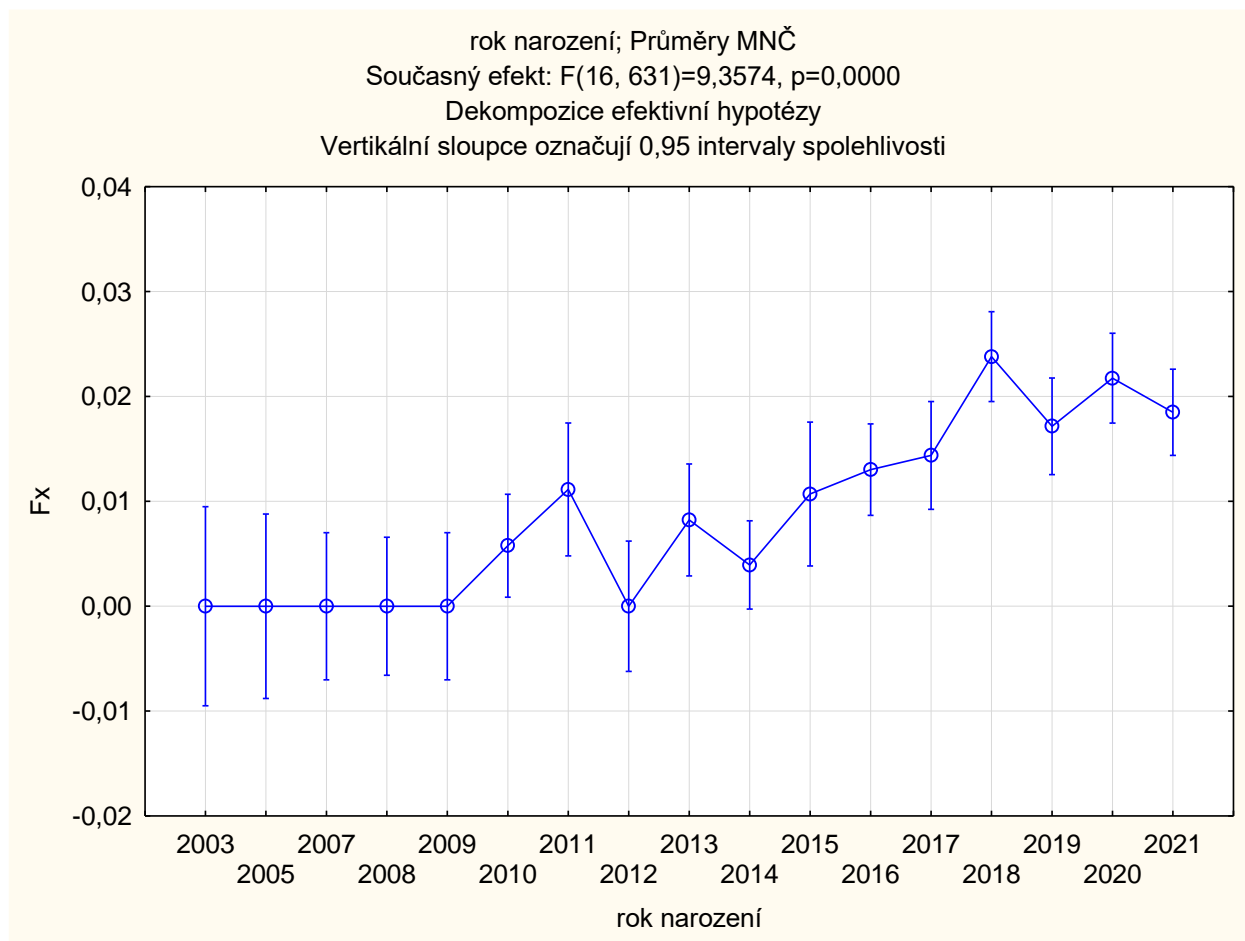
F_x vrhu	
Stř. hodnota	0,011567219
Chyba stř. hodnoty	0,00176859
Medián	0,002929688
Modus	0
Směr. odchylka	0,0190483
Rozptyl výběru	0,000362838
Špičatost	6,790217906
Šikmost	2,44900191
Rozdíl max-min	0,103515625
Minimum	0
Maximum	0,103515625
Součet	1,341797375
Počet	116

Tabulka 5 zaznamenává popisné statistiky pro počet štěňat ve vrhu. Průměrný počet štěňat ve vrhu byl 5,7. Variační koeficient vyšel na 31 %. Nejpočetnější vrh byl o 10 štěňatech.

Tabulka 5 - Popisné statistiky pro počet štěňat ve vrhu

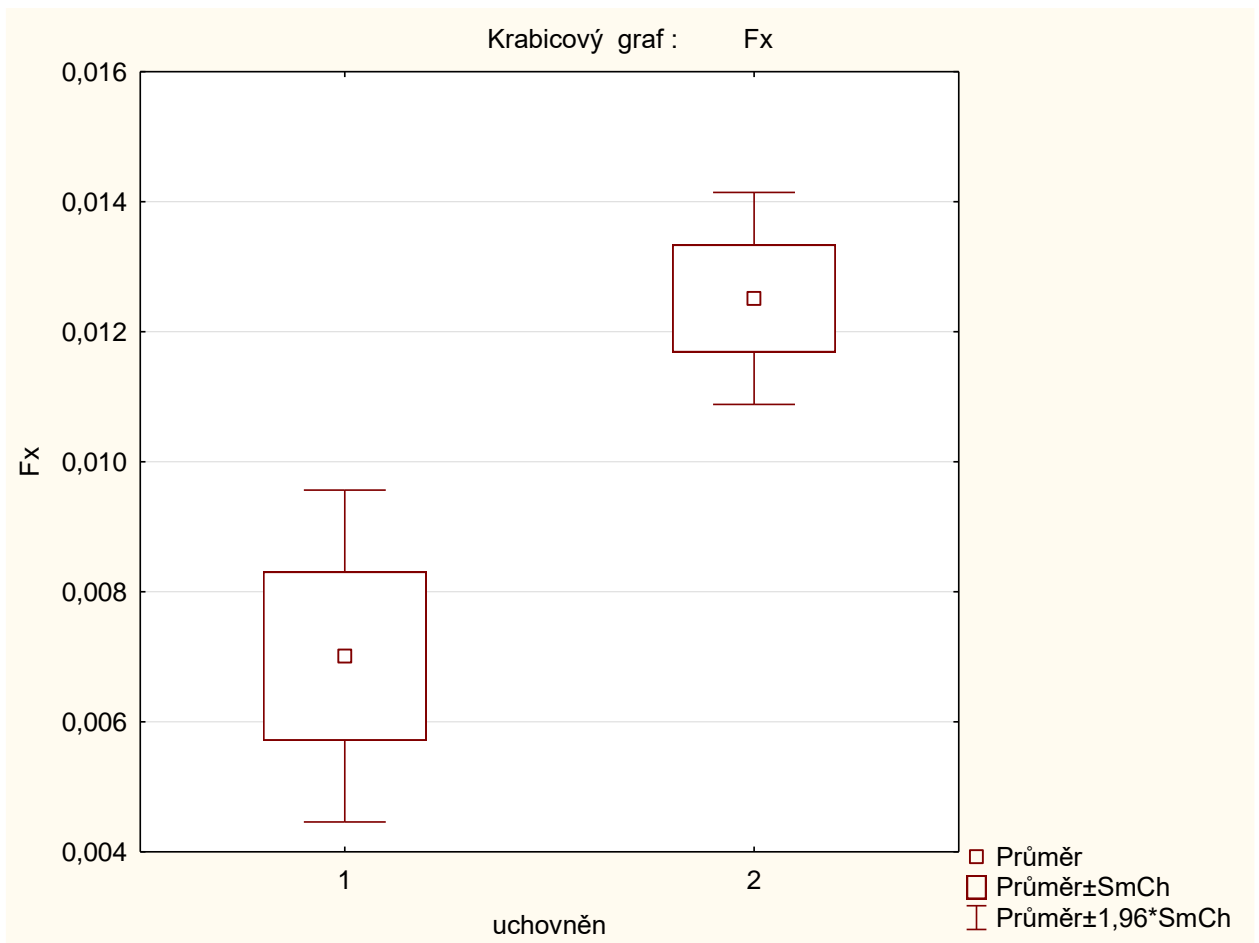
Počet štěňat ve vrzích	
Stř. hodnota	5,724137931
Chyba stř. hodnoty	0,169480292
Medián	6
Modus	5
Směr. odchylka	1,825358604
Rozptyl výběru	3,331934033
Rozdíl max-min	9
Minimum	1
Maximum	10
Součet	664
Počet	116

Graf 3 znázorňuje vývoj inbreedingu u narozených štěňat v průběhu let. P hodnota byla menší než zvolená hladina významnosti $\alpha = 0,05$. Z toho vyplývá, že existují statisticky významné rozdíly v F_x v závislosti na roku narození.



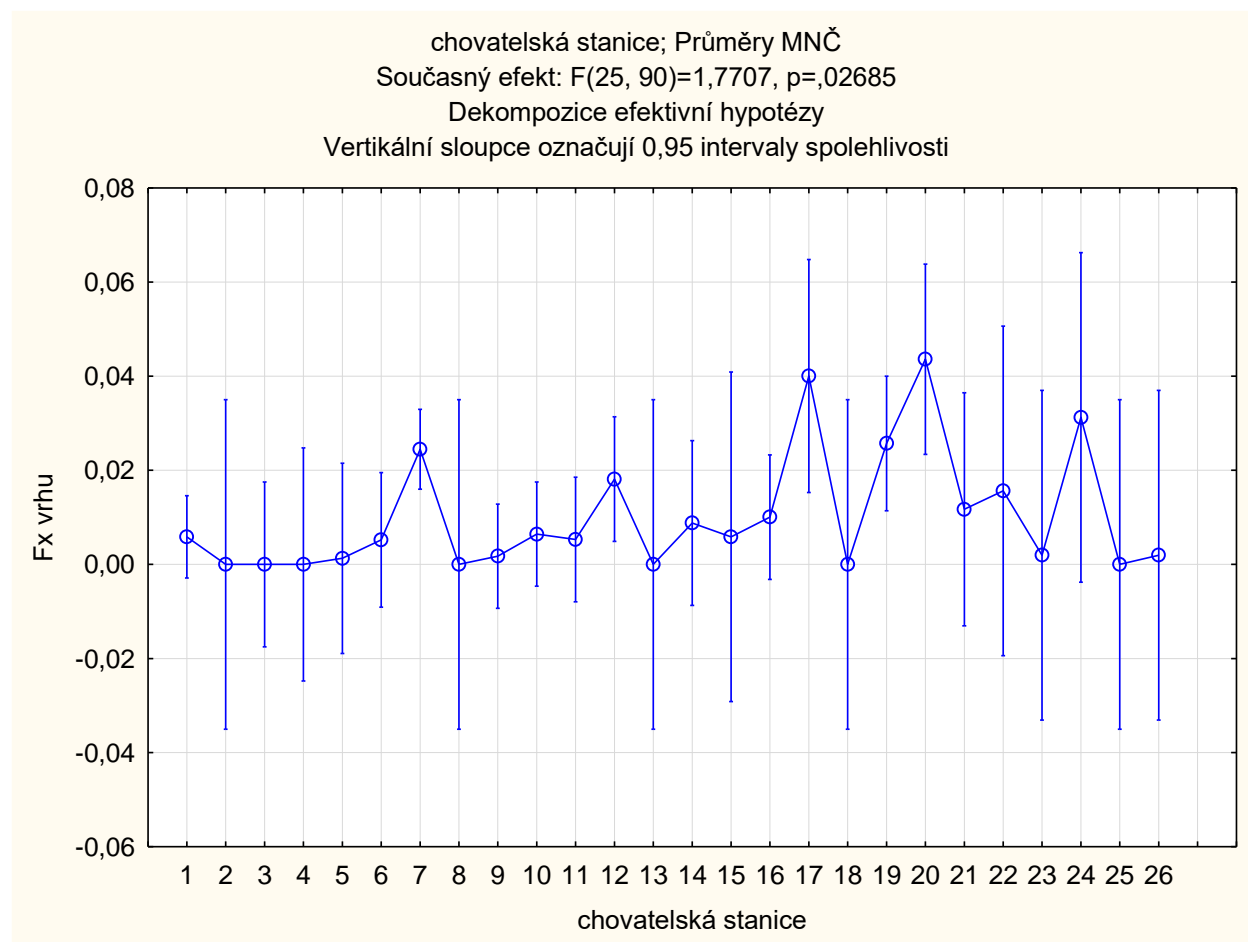
Graf 3 - Vývoj F_x jedinců v průběhu let

Krabicový graf 4 ukazuje možný vliv inbreedingu na uchovnění psů. Uchovnění jedinci jsou označeni 1, neuchovnění 2. Byl zjištěn statistický významný rozdíl mezi uchovněnými jedinci a neuchovněnými, kdy střední hodnota uchovněných je 0,7 % a neuchovněných je 1,3 %. Rozdíly jsou malé, ale statisticky významné.



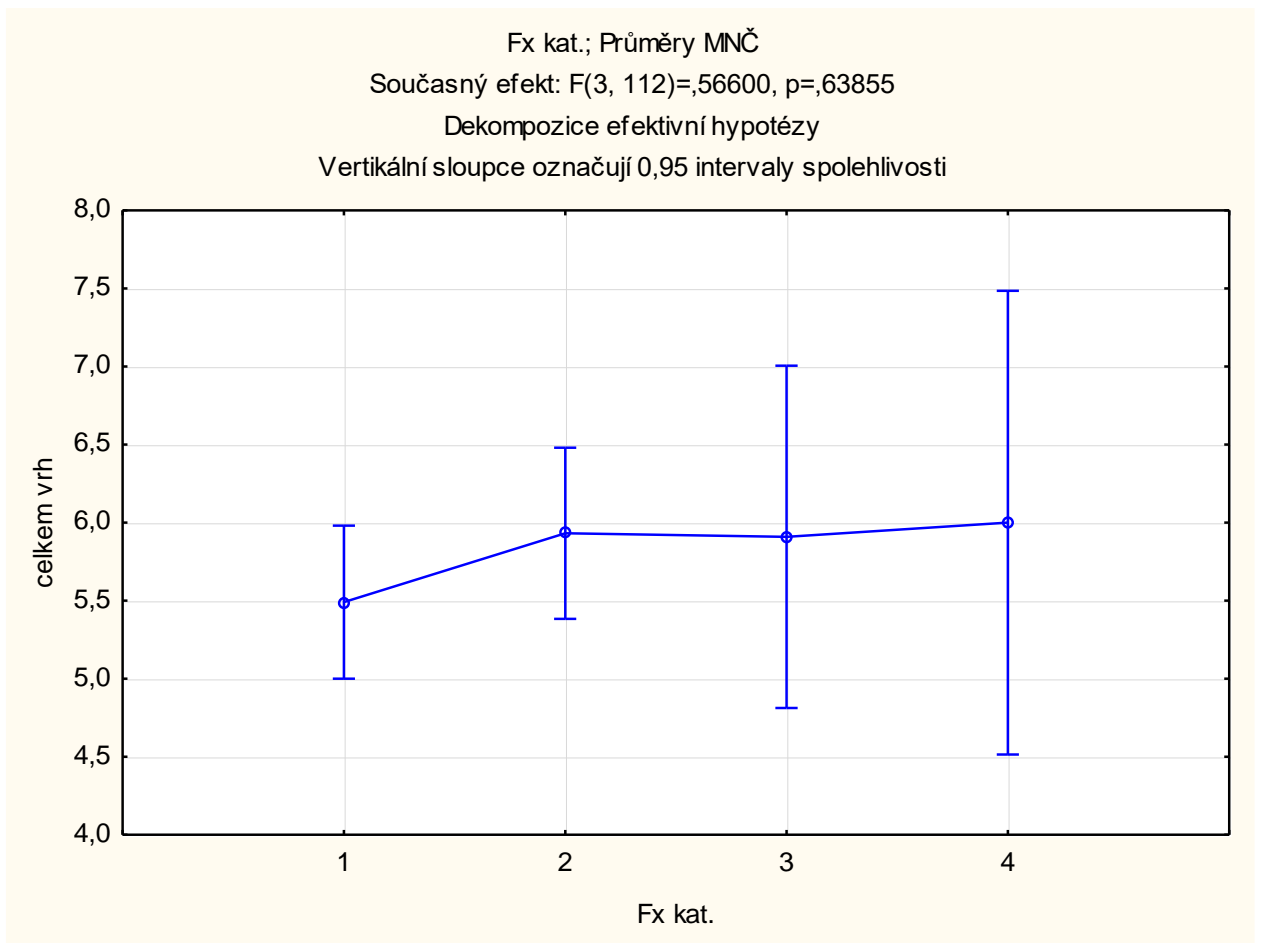
Graf 4 - Vliv inbreedingu na chovnost psů

Graf 5 znázorňuje hodnoty příbuzenské plemenitby vrhů v jednotlivých chovatelských stanicích. Čím užší je rozpětí intervalu, tím více vrhů bylo v chovatelské stanici chováno. Nejvíce vrhů měla chovatelská stanice číslo 7 (17 vrhů), hned následovala chovatelská stanice číslo 1 (16 vrhů). Hodnoty inbreedingu byly vyšší u chovatelské stanice číslo 7, přičemž nejvyšší naměřená hodnota F_x byla 0,103515625. U chovatelské stanice číslo 1 byla nejvyšší naměřená hodnota F_x 0,0625. Rozdíl jsou tedy přibližně 4 %.



Graf 5 - F_x vrhů v jednotlivých chovatelských stanicích

Následující graf 6 znázorňuje vliv Wrightova koeficientu F_x na velikost vrhu. Z těchto hodnot nelze prokázat statisticky významný vliv příbuzenské plemenitby na velikost vrhu. Rozdělení hodnot F_x do 4 kategorií podle velikosti příbuzenské plemenitby odkazuje na tabulku 4.



Graf 6 - Vliv F_x na velikost vrhů

6 Diskuze

V této bakalářské práci byla hodnocena intenzita příbuzenské plemenitby u plemene australská kelpie v České republice. Australská kelpie má poměrně krátkou historii, a to i v zemi původu. Plemeno bylo oficiálně uznáno až v roce 1973 (Fédération Cynologique Internationale 2022). Hodnoty příbuzenské plemenitby byly v této práci stanoveny pomocí Wrightova koeficientu F_x . Průměrná hodnota F_x získaná mezi lety 2003-2021 byla 0,011, tedy přibližně 1 %. Oproti studii Velie et al. (2021), kde byly průměrné hodnoty inbreedingu 0,049, jsou hodnoty inbreedingu u australských kelpií v České republice nižší. Velie et al. (2021) na rozdíl od této studie získávaly hodnoty inbreedingu i z více než jen pěti generací. Proto mohl být inbreeding vyšší. Ve chvíli, kdy se Velie et al. (2021) zaměřili na hodnocení jedinců s 6 a více generacemi, hodnoty inbreedingu stouply na průměrnou hodnotu F_x 0,076. Ačkoliv byl inbreeding u australských kelpií v Austrálii vyšší, od roku 2010 hodnoty začaly klesat. Výsledky této studie ukazují, že v České republice hodnoty inbreedingu postupně narůstají a lze předpokládat, že to tak bude i v budoucnu. Zatím nebyla překročena doporučená hranice 10 %, která byla stanovena (AKC Canine Health Foundation 2022). To, že inbreeding ve studii Velie et al. (2021) od roku 2010 klesal, odůvodňují autoři využitím otevřené plemenné knihy pro plemeno australská pracovní kelpie a také větším povědomím o příbuzenské plemenitbě díky dokumentárnímu filmu „Pedigree dogs exposed“, který byl uveden v roce 2008. Velie et al. (2011) tvrdí, že využití otevřené plemenné knihy má příznivý dopad na úroveň příbuzenské plemenitby v rámci populace v delším časovém rozmezí. Avšak dle Sharifloua (2011) rozborů rodokmenů ukazují, že chovatelské postupy a struktura populace u plemen psů s otevřenou plemennou knihou se výrazně neliší od plemen s knihou uzavřenou.

Ačkoliv v České republice se u australských kelpií otevřené plemenné knihy nevyužívá, do budoucna by bylo vhodné zajistit, aby se do české populace dostávaly častěji i geny ze zahraničí. Bylo by dobré navýšit možnosti krytí s jedinci z jiných zemí a určité jedince v krytí naopak omezit.

Oproti většině dalších studií, které jsou shrnuty v literární rešerši, vyšly průměrné hodnoty inbreedingu u australských kelpií nižší než u ostatních plemen. Nižší průměrné hodnoty než u australských kelpií byly zjištěny jen u zlatých retrívrů v Polsku. Průměrné hodnoty se zde dle Kania-Gierdziewicz et al. (2014) pohybovaly okolo 0,82 %. Rozdílné výsledky jednotlivých studií mohou být způsobeny odlišným počtem generací zahrnutých do rodokmenových analýz a nelze je tedy z tohoto důvodu přímo srovnávat. Například (Calboli et al. 2008) pro určení hodnot inbreedingu využíval šesti až sedmi generační rodokmen. Dalším důvodem, proč byl u australských kelpií v České republice průměrný inbreeding nízký, může být poměrně krátký časový interval, ze kterého byly data sbírána. Do této studie bylo zahrnuto 17 let (v roce 2004 a 2006 žádné vrhy nebyly), zatímco (Velie et al. 2021) zpracoval data za 48 let. Calboli et al. (2008) sbírali data od roku 1970 přibližně do doby, než studie vyšla.

Dále byl v práci ověřován vliv inbreedingu na velikost vrhu, ale ze získaných dat žádný vliv nebyl prokázán. Je pravděpodobné, že velikost vrhu mohou ovlivňovat i jiné faktory, jako je

například věk matky nebo pořadí vrhu matky. Gavrilovic et al. (2008) ve své práci tvrdí, že feny mají největší vrhy do věku 4 let. Jakmile přesáhnou stáří 5 let, velikost vrhu se snižuje. Tyto informace však pro tuto práci nebyly získány a v analýze nebyly zohledněny. Je možné, že inbrední deprese na velikost vrhu by se projevila až při vyšších hodnotách inbreedingu v populaci. Zkoumáním tohoto vlivu se zabýval (Schrack et al. 2017) u plemene entlebušský salašnický pes. Prokázal, že rodičovský inbreeding může mít vliv na velikost vrhu potomků, při tom vyšším hodnotám inbreedingu matky byl připsán mnohem větší vliv na velikost vrhu než u otce. Zvýšení F_x matky o 1 % mělo za následek snížení velikosti vrhu o 0,1 štěněte. Sběr dat proběhl mezi lety 1986 až 2013, přičemž průměrný roční koeficient příbuzenské plemenitby vrhu vzrostl z 0,37 na 0,40. (Kania-Gierdziewicz & Pałka 2019) také prokázala vliv inbreedingu rodičů na velikost vrhu u plemene podhalaňský ovčák. Průměrné hodnoty F_x všech využitých plemenů byly 0,0322, u fen byly hodnoty 0,0339.

Chovatelské stanice, které měly nejvíce vrhů, byly v této práci označeny čísly 1 a 7. Když se dále zaměříme na tyto dvě chovatelské stanice, chovatelská stanice číslo 7 měla celkem 17 vrhů, o jeden vrh více, než chovatelská stanice číslo 1. Nejvyšších hodnot F_x dosáhla právě chovatelská stanice číslo 7, F_x byl 0,1035. Tato stanice vlastnila nejvíce využívaného pleménika číslo 30, který po sobě zanechal celých 9 vrhů. Oproti chovatelské stanici 1, která měla nejvyšší zjištěnou hodnotu F_x 0,0625, byl rozdíl přibližně 4 %. Z těchto výsledků by se dalo předpokládat, že chovatelská stanice číslo 1 se snažila o vyšší genetickou diverzitu.

Graf 4 demonstruje možnou spojitost mezi inbreedingem a chovností psů. Rozdíl ve výsledcích nejspíš není významný, pokud by se ale v budoucnu i nadále rozdíly potvrdily, či dokonce se statisticky významný rozdíl zvýšil, bylo by zajímavé se na tuto možnou spojitost více zaměřit. K tomu by bylo nutno zjistit, jaké byly důvody neuchovnění jedinců. V databázi Welsh corgi a kelpie klubu CZ se totiž neuvádí, zda-li jedinec nebyl uchovněn kvůli vadám, nebo proto, že se nezúčastnil bonitace.

7 Závěr

Cílem této práce bylo zhodnotit úroveň příbuzenské plemenitby u australských kelpií v České republice a ověřit vliv její intenzity na velikost vrhů.

Průměrný počet štěnat ve vrhu byl $5,7 \pm 1,8$. Poměr pohlaví se statisticky významně nelišil od poměru 1:1.

Zjištěné hodnoty koeficientu inbreedingu (F_x) se ve sledované populaci pohybovaly v rozmezí 0 - 0,10, střední hodnota byla 0,01. Tato hodnota je ve srovnání s výsledky zjištěnými u australské populace kelpií i řady dalších plemen psů relativně nízká, nicméně výsledky jednotlivých studií nemusí být přímo srovnatelné, jelikož získané hodnoty závisí i na počtu generací v rodokmenu, které byly do analýz zahrnuty.

Ze získaných dat nebyl zjištěn statisticky významný vliv inbreedingu na velikost vrhu, prokázal se však rozdíl mezi uchovněnými a neuchovněnými jedinci, kdy uchovnění jedinci vykazovali statisticky významně nižší střední hodnotu koeficientu inbreedingu.

Střední hodnoty koeficientu inbreedingu se v průběhu let zvyšovaly, nepřekročily však doporučenou hranici 10 %.

Ze získaných výsledků lze konstatovat, že intenzita příbuzenské plemenitby je ve sledované populaci stále relativně nízká, v populaci nebyly zaznamenány žádné zjevné příznaky inbrední deprese. Do budoucna je však určitě vhodné situaci dále monitorovat a dodržovat obecně platné zásady k zamezení ztráty genetické diverzity (např. omezení počtu vrhů od jednotlivých krycích psů).

Dále by bylo užitečné, aby byly údaje o jednotlivých jedincích přesněji zaznamenávány, tedy aby databáze vedená Welsh corgi a kelpie klubem CZ zapisovala veškeré rodokmeny a hodnoty inbreedingu podobně jako to dělá zahraniční databáze Kennel Meringa's Online Kelpie Database. Pro chovatele by pak bylo mnohem jednodušší zjistit si případné hodnoty inbreedingu pro jejich budoucí štěňata, což zatím kvůli neúplným rodokmenům v české databázi není možné.

Výsledky této práce mohou přiblížit chovatelům australských kelpií v České republice úroveň příbuzenské plemenitby v populaci. Zároveň by tato práce mohla sloužit jako podklad pro další studie, ve kterých by poznatky mohly být rozšířeny o ověření vlivu inbreedingu na další vlastnosti, např. délku života nebo výskyt geneticky podmíněných onemocnění.

8 Citovaná literatura

- Ács V, Kövér G, Farkas J, Bokor Á, Nagy, I. 2020. Effects of Long-Term Selection in the Border Collie Dog Breed: Inbreeding Purge of Canine Hip and Elbow Dysplasia. *Animals* **10**: 1743.
- AKC Canine Health Foundation. 2022. A Clean Bill of Health. Available from <https://www.akcchf.org/> (accessed January 2022).
- Arnott ER, Peek L, Early JB, Pan AYH, Haase B, Chew T, McGreevy PD, Wade CM. 2015. Strong selection for behavioural resilience in Australian stock working dogs identified by selective sweep analysis. *Canine genetics and epidemiology* **2**: 1-6.
- Bateson P. 1978. Sexual imprinting and optimal outbreeding. *Nature* **273**: 659-660.
- Bateson P. 1982. Preferences for cousins in Japanese quail. *Nature* **295**: 236-237.
- Baumung R, Sölkner, J. 2003. Pedigree and marker information requirements to monitor genetic variability. *Genetics Selection Evolution* **35**: 369-383.
- Bernardi G. 1988. Longevity and Morbidity in the Irish Wolfhound in the United States, 1966-1986.
- Gavrilovic BB, Andersson K, Forsberg CL. 2008. Reproductive patterns in the domestic dog—A retrospective study of the Drever breed. *Theriogenology* **70**: 783-794.
- Borge KS, Tønnessen R, Nødtvedt A, Indrebø A. 2011. Litter size at birth in purebred dogs—A retrospective study of 224 breeds. *Theriogenology* **75**: 911-919.
- Brosnahan MM, Paradis MR. 2003. Demographic and clinical characteristics of geriatric horses: 467 cases (1989–1999). *Journal of the American Veterinary Medical Association* **223**: 93-98.
- Calboli FC, Sampson J, Fretwell N, Balding DJ. 2008. Population structure and inbreeding from pedigree analysis of purebred dogs. *Genetics* **179**: 593-601.
- Calder WA. 1996. Size, function, and life history. Dover Publications, Mineola, N.Y.
- Ceballos FC, Joshi PK, Clark DW, Ramsay M, Wilson JF. 2018. Runs of homozygosity: windows into population history and trait architecture. *Nature Reviews Genetics* **19**: 220-234.
- Cecchi F, Vezzosi T, Branchi G, Barsotti G, Macchioni F. 2020. Inbreeding and health problems prevalence in a colony of guide dogs: A cohort of 40 Labrador Retrievers. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A-Animal Science* **69**: 183-188.

Císařovský M. 2008. Pes. Altercan, Praha.

Clark AR, Brace A, Sporre-Willes R. 1995. The International Encyclopedia of Dogs. Howell Book House, New York.

Cockerham CC. 1969. Variance of gene frequencies. *Evolution* **23**: 72-84.

Darwin C. 1868. The Variation of Animals and Plants Under Domestication. Cambridge University Press (2010), Cambridge.

Davis SJM, Valla FR. 1978. Evidence for domestication of the dog 12,000 years ago in the Natufian of Israel. *Nature* **276**: 608-610.

Dolf G, Gaillard C, Schelling C, Hofer A, Leighton E. 2008. Cryptorchidism affects the sex ratio in dogs and pigs. *Journal of Animal Science* **86**: 2480-2485.

Dostál J. 2007. Genetika a šlechtění plemen psů. Dona, České Budějovice.

Drozd L, Karpinski M. 1997. Inbred wybranych ras psow wpisanych do Polskiej Ksiegi Rodowodowej. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska. Sectio EE: Zootechnica* **15**: 293-297.

Early JB, Arnott EA, Mascord LJ, van Rooy D, McGreevy PD, Wade CM. 2018. Work-type influences perceived livestock herding success in Australian Working Kelpies. *Canine genetics and epidemiology* **5**: 1-11.

Falconer DS. 1955. Patterns of response in selection experiments with mice. *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology* **20**: 178-196.

Falconer DS, Mackay TFC. 1996. Introduction to quantitative genetics. Longman Group, Harlow, UK.

Farrell LL, Schoenebeck JJ, Wiener P, Clements DN, Summers KM. 2015. The challenges of pedigree dog health: approaches to combating inherited disease. *Canine Genetics and Epidemiology* **2**: 1-14.

Fay JC, Wu CI. 2000. Hitchhiking under positive Darwinian selection. *Genetics* **155**: 1405-1413.

Fédération Cynologique Internationale. 2022. Fédération Cynologique Internationale. Available from <http://www.fci.be/en/> (accessed December 2021).

- Fernández J, Villanueva B, Pong-Wong R, Toro MA. 2005. Efficiency of the use of pedigree and molecular marker information in conservation programs. *Genetics* **170**: 1313-1321.
- Fitzpatrick JL, Evans JP. 2009. Reduced heterozygosity impairs sperm quality in endangered mammals. *Biology letters* **5**: 320-323.
- Fleming JM, Creevy KE, Promislow DEL. 2011. Mortality in North American dogs from 1984 to 2004: an investigation into age-, size-, and breed-related causes of death. *Journal of Veterinary Internal Medicine* **25**: 187-198.
- Frankham R. 1995. Conservation genetics. *Annual review of genetics* **29**: 305-327.
- Galis F, Van Der Sluijs I, Van Dooren TJ, Metz JA, Nussbaumer M. 2007. Do large dogs die young?. *Journal of Experimental Zoology Part B: Molecular and Developmental Evolution* **308**: 119-126.
- Głażewska I. 2008. Genetic diversity in Polish hounds estimated by pedigree analysis. *Livestock Science* **113**: 296-301.
- Greer KA, Canterbury SC, Murphy KE. 2007. Statistical analysis regarding the effects of height and weight on life span of the domestic dog. *Research in veterinary science* **82**: 208-214.
- Gresky C, Hamann H, Distl O. 2005. Influence of inbreeding on litter size and the proportion of stillborn puppies in dachshunds. *Berliner und Munchener Tierarztliche Wochenschrift* **118**: 134-139.
- Gubbels EJ, Scholten J, Janss L, Rothuizen J. 2009. Relationship of cryptorchidism with sex ratios and litter sizes in 12 dog breeds. *Animal reproduction science* **113**: 187-195.
- Guthrie S, Pidduck HG. 1990. Heritability of elbow osteochondrosis within a closed population of dogs. *Journal of Small Animal Practice* **31**: 93-96.
- Hamilton WD. 1964. The genetical evolution of social behaviour. II. *Journal of theoretical biology* **7**: 17-52.
- Hasselgren M, Norén K. 2019. Inbreeding in natural mammal populations: historical perspectives and future challenges. *Mammal Review* **49**: 369-383.
- Hedhammar ÅA, Indrebø A. 2011. Rules, regulations, strategies and activities within the Fédération Cynologique Internationale (FCI) to promote canine genetic health. *The Veterinary Journal* **189**: 141-146.
- Hedhammar ÅA, Malm S, Bonnett B. 2011. International and collaborative strategies to enhance genetic health in purebred dogs. *The Veterinary Journal* **189**: 189-196.

Holsinger KE, Weir BS. 2009. Genetics in geographically structured populations: defining, estimating and interpreting FST. *Nature Reviews Genetics* **10**: 639-650.

Hutt FB. 1964. *Animal genetics*. Ronald, New York.

Charlesworth D, Willis JH. 2009. The genetics of inbreeding depression. *Nature reviews genetics* **10**: 783-796.

Chew T, Willet CE, Haase B, Wade CM. 2019. Genomic characterization of external morphology traits in kelpies does not support common ancestry with the Australian Dingo. *Genes* **10**: 337.

Chu ET, Simpson MJ, Diehl K, Page RL, Sams AJ, Boyko AR. 2019. Inbreeding depression causes reduced fecundity in Golden Retrievers. *Mammalian Genome* **30**: 166-172.

Ives AR, Whitlock MC. 2002. Inbreeding and metapopulations. *Science* **295**: 454-455.

Jakubec V, Bezdíček J, Louda F. 2010. Selekcje-inbriding-hybridizace. *Agrovýzkum Rapotín, Rapotín*.

Jansson M, Laikre L. 2018. Pedigree data indicate rapid inbreeding and loss of genetic diversity within populations of native, traditional dog breeds of conservation concern. *Plos one* **13**:1–17.

Johansson I, Rendel J. 1968. *Genetics and animal breeding*. Oliver & Boyd, Edinburgh, London.

Kania-Gierdziewicz J, Pałka S. 2019. Effect of inbreeding on fertility traits in five dog breeds. *Czech Journal of Animal Science* **64**: 118-129.

Kania-Gierdziewicz J. 2013. Analiza struktury genetycznej populacji jako narzędzie ochrony zasobów genetycznych zwierząt w świetle ostatnich badań. *Wiadomości Zootechniczne* **51**.

Kania-Gierdziewicz J, Gierdziewicz M, Kalinowska B. 2014. Inbreeding and relationship analysis of the Golden and Labrador Retriever populations in the Cracow Branch of the Polish Kennel Club. *Scientific Annals of Polish Society of Animal Production* **10**: 9-19.

Kardos M, Luikart G, Allendorf FW. 2015. Measuring individual inbreeding in the age of genomics: marker-based measures are better than pedigrees. *Heredity* **115**: 63-72.

Karjalainen L, Ojala M. 1997. Generation intervals and inbreeding coefficients in the Finnish Hound and the Finnish Spitz. *Journal of Animal Breeding and Genetics* **114**: 33-41.

- Keller MC, Visscher PM, Goddard ME. 2011. Quantification of inbreeding due to distant ancestors and its detection using dense single nucleotide polymorphism data. *Genetics* **189**: 237-249.
- Khlat M, Khoury M. 1991. Inbreeding and diseases: demographic, genetic, and epidemiologic perspectives. *Epidemiologic reviews* **13**: 28-41.
- Kokko H, Ekman J. 2002. Delayed dispersal as a route to breeding: territorial inheritance, safe havens, and ecological constraints. *The American Naturalist* **160**: 468-484.
- Kokko H, Ots I. 2006. When not to avoid inbreeding. *Evolution* **60**: 467-475.
- Koyama NF. 2021. R= Coefficient of Relatedness. In *Encyclopedia of Evolutionary Psychological Science* (pp. 6437-6438). Cham Springer International Publishing.
- Kruzinska B, Swiecicka N, Nowak-Zyczynska Z, Boruta A, Kalinska A, Glowacka J. 2019. Analysis of genetic relatedness and inbreeding in Polish population of the Newfoundland dog breed. *Annals of Warsaw University of Life Sciences-SGGW. Animal Science* **58**.
- Kučerová, Helena. 2021. Australská kelpie. Available from <http://www.australiankelpie-ake293.cz/> (accessed November 2021).
- Larson G, Bradley DG. 2014. How much is that in dog years? The advent of canine population genomics. *Plos genetics* **10**: e1004093.
- Larson G, Karlsson EK, Perri A, Webster MT, Ho SYW, Peters J, Stahl PW, Piper PJ, Lingaas F, Fredholm M, Comstock KE, Modiano JF, Schelling C, Agoulnik AI, Leegwater PA, Dobney K, Vigne J-D, Vilà C, Andersson L, Lindblad-Toh K. 2012. Rethinking dog domestication by integrating genetics, archeology, and biogeography. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **109**: 8878–8883.
- Leroy G, Verrier E, Meriaux JC, Rognon X. 2009. Genetic diversity of dog breeds: within-breed diversity comparing genealogical and molecular data. *Animal Genetics* **40**: 323-332.
- Leroy G, Rognon X, Varlet A, Joffrin C, Verrier E. 2006. Genetic variability in French dog breeds assessed by pedigree data. *Journal of Animal Breeding and Genetics* **123**: 1-9.
- Leroy G, Phocas F, Hedan B, Verrier E, Rognon X. 2015. Inbreeding impact on litter size and survival in selected canine breeds. *The Veterinary Journal* **203**: 74-78.
- Leroy G. 2011. Genetic diversity, inbreeding and breeding practices in dogs: results from pedigree analyses. *The Veterinary Journal* **189**: 177-182.

Lewis TW, Abhayaratne BM, Blott SC. 2015. Trends in genetic diversity for all Kennel Club registered pedigree dog breeds. *Canine genetics and epidemiology* **2**: 1-10.

Lindblad-Toh K, Wade CM, Mikkelsen TS, Karlsson EK, Jaffe DB, Kamal M, Clamp M, Chang JL, Kulbokas EJ, Zody MC, Mauceli E, Xie X, Breen M, Wayne RK, Ostrander EA, Ponting CP, Galibert F, Smith DR, deJong PJ, Kirkness E, Alvarez P, Biagi T, Brockman W, Butler J, Chin C-W, Cook A, Cuff J, Daly MJ, DeCaprio D, Gnerre S, Grabherr M, Kellis M, Kleber M, Bardeleben C, Goodstadt L, Heger A, Hitte C, Kim L, Koepfli K-P, Parker HG, Pollinger JP, Searle SMJ, Sutter NB, Thomas R, Webber C, Lander ES. 2005. Genome sequence, comparative analysis and haplotype structure of the domestic dog. *Nature* **438**: 803–819.

Mäki K, Groen AF, Liinamo AE, Ojala M. 2001. Population structure, inbreeding trend and their association with hip and elbow dysplasia in dogs. *Animal Science* **73**: 217-228.

Mäki K. 2010. Population structure and genetic diversity of worldwide Nova Scotia Duck Tolling Retriever and Lancashire Heeler dog populations. *Journal of Animal Breeding and Genetics* **127**: 318-326.

Malécot G. 1948. *Les Mathématiques de L'hérédité*. Masson, Paris

Mandigers PJ, Ubbink GJ, Broek JV, Bouw J. 1994. Relationship between litter size and other reproductive traits in the Dutch Kooiker dog. *Veterinary Quarterly* **16**: 229-232.

Marsden CD, Ortega-Del Vecchyo D, O'Brien DP, Taylor JF, Ramirez O, Vilà C, Marques-Bonet T, Schnabel RD, Wayne RK, Lohmueller KE. 2016. Bottlenecks and selective sweeps during domestication have increased deleterious genetic variation in dogs. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **113**: 152–157.

Mellanby RJ, Ogden R, Clements DN, French AT, Gow AG, Powell R, Corcoran B, Schoeman JP, Summers KM. 2013. Population structure and genetic heterogeneity in popular dog breeds in the UK. *The Veterinary Journal* **196**: 92–97.

Meulepas E, Cassiman JJ, Van Den Berghe H. 1991. The probabilistic interpretation of correlation coefficients in population genetics. *Theoretical Population Biology* **39**: 301-314.

Michell AR. 1999. Longevity of British breeds of dog and its relationships with-sex, size, cardiovascular variables and disease. *Veterinary Record* **145**: 625-629.

Miller RA, Austad SN. 2005. Growth and aging: why do big dogs die young?. In *Handbook of the Biology of Aging* (pp. 512-533). Elsevier Inc.

Mortlock S-A, Khatkar MS, Williamson P. 2016. Comparative Analysis of Genome Diversity in Bullmastiff Dogs. *Plos one* **11**: e0147941.

- Mostert BE, van Marle-Köster E, Visser C, Oosthuizen M. 2015. Genetic analysis of pre-weaning survival and inbreeding in the Boxer dog breed of South Africa. *South African Journal of Animal Science* **45**: 476-484.
- Nei M. 1973. Analysis of gene diversity in subdivided populations. *Proceedings of the national academy of sciences* **70**: 3321-3323.
- Nielen ALJ, Van Der Beek S, Ubbink GJ, Knol BW. 2001. Epidemiology: population parameters to compare dog breeds: differences between five dutch purebred populations. *Veterinary Quarterly* **23**: 43-49.
- Nomura T, Honda T, Mukai F. 2001. Inbreeding and effective population size of Japanese Black cattle. *Journal of Animal Science* **79**: 366-370.
- O’Riain MJ, Bennett NC, Brotherton PNM, McIlrath GM, Clutton-Brock TH. 2000. Reproductive suppression and inbreeding avoidance in wild populations of co-operatively breeding meerkats (*Suricata suricatta*). *Behavioral Ecology and Sociobiology* **48**: 471-477.
- Ólafsdóttir GÁ, Kristjánsson T. 2008. Correlated pedigree and molecular estimates of inbreeding and their ability to detect inbreeding depression in the Icelandic sheepdog, a recently bottlenecked population of domestic dogs. *Conservation Genetics* **9**: 1639-1641.
- Olsson, Sofia . 2005. Kelpiegallery. Available from HYPERLINK "<https://kelpiegallery.se/>" <https://kelpiegallery.se/> (accessed January 2022).
- Ostrander EA, Kruglyak L. 2000. Unleashing the canine genome. *Genome research* **10**: 1271-1274.
- Ostrander EA, Wayne RK. 2005. The canine genome. *Genome research* **15**: 1706-1716.
- Parker HG, Kim LV, Sutter NB, Carlson S, Lorentzen TD, Malek TB, Johnson GS, DeFrance HB, Ostrander EA, Kruglyak L. 2004. Genetic Structure of the Purebred Domestic Dog. *Science* **304**: 1160–1164.
- Parker HG, Shearin AL, Ostrander EA. 2010. Man's best friend becomes biology's best in show: genome analyses in the domestic dog. *Annual review of genetics* **44**: 309-336.
- Pemberton JM. 2004. Measuring inbreeding depression in the wild: the old ways are the best. *Trends in ecology & evolution* **19**: 613-615.
- Pemberton JM. 2008. Wild pedigrees: the way forward. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* **275**: 613-621.

- Peto R. 2016. Epidemiology, multistage models, and short-term mutagenicity tests. *International Journal of Epidemiology* **45**: 621-637.
- Pike VL, Cornwallis CK, Griffin AS. 2021. Why don't all animals avoid inbreeding?. *Proceedings of the Royal Society B* **288**: 20211045.
- Pusey A, Wolf M. 1996. Inbreeding avoidance in animals. *Trends in ecology & evolution* **11**: 201-206.
- Rehfeld CE, Bacus JW, Pagels JA, Dipert MH. 1967. Computer calculation of Wright's inbreeding coefficient. *Journal of Heredity* **58**: 81-84.
- Rimbault M, Ostrander EA. 2012. So many doggone traits: mapping genetics of multiple phenotypes in the domestic dog. *Human molecular genetics* **21**: R52-R57.
- Shariflou MR, James JW, Nicholas FW, Wade CM. 2011. A genealogical survey of Australian registered dog breeds. *The Veterinary Journal* **189**: 203-210.
- Schrack J, Dolf G, Reichler IM, Schelling C. 2017. Factors influencing litter size and puppy losses in the Entlebucher Mountain dog. *Theriogenology* **95**: 163-170.
- Sin SYW, Hoover BA, Nevitt GA, Edwards SV. 2021. Demographic history, not mating system, explains signatures of inbreeding and inbreeding depression in a large outbred population. *The American Naturalist* **197**: 658-676.
- Skoglund P, Götherström A, Jakobsson M. 2011. Estimation of population divergence times from non-overlapping genomic sequences: examples from dogs and wolves. *Molecular biology and evolution* **28**: 1505-1517.
- Slate J, David P, Dodds KG, Veenvliet BA, Glass BC, Broad TE, McEwan JC. 2004. Understanding the relationship between the inbreeding coefficient and multilocus heterozygosity: theoretical expectations and empirical data. *Heredity* **93**: 255-265.
- Slatkin M. 1991. Inbreeding coefficients and coalescence times. *Genetics Research* **58**: 167-175.
- Snustad DP, Simmons MJ. 2016. *Principles of genetics*. John Wiley & Sons.
- Steffen E. 2011. The Genetic Situation in the Leonberger. petwatch.blog, links/ref. in Diplomarbeit A. Zamminer, Univ. Vienna, Dortmunder Appell-website.
- Sweklej E, Niedziółka R. 2020. Inbreeding and ancestor loss in the population of Tatra Shepherd dogs based on the sex and breeding system. *Acta Scientiarum Polonorum Zootechnica* **19**: 47-54.

Šichtař J, Dokoupilová A, Vostrý L, Rajmon R, Jílek F. 2016. Factors affecting reproductive efficiency in German Shepherd bitches producing litters for Police of the Czech Republic. *Czech Journal of Animal Science* **61**: 578-585.

Templeton AR, Read B. 1994. Inbreeding: one word, several meanings, much confusion. In *Conservation genetics* (pp. 91-105). Birkhäuser, Basel.

The Kennel Club. 2022. Inbreeding calculators (COIs). Available from HYPERLINK "https://www.thekennelclub.org.uk/health-and-dog-care/health/getting-started-with-health-testing-and-screening/inbreeding-calculators/" <https://www.thekennelclub.org.uk/health-and-dog-care/health/getting-started-with-health-testing-and-screening/inbreeding-calculators/> (accessed January 2022).

The Working Kelpie Council. 2022. The Working Kelpie Council of Australia. Available from HYPERLINK "http://www.wkc.org.au/" <http://www.wkc.org.au/> (accessed January 2022).

Tichá V. 2000. Malá škola pro chovatele psů. Dona.

Tønnessen R, Borge KS, Nødtvedt A, Indrebø A. 2012. Canine perinatal mortality: a cohort study of 224 breeds. *Theriogenology* **77**: 1788-1801.

Ubbink GJ, Knol BW, Bouw J. 1992. The relationship between homozygosity and the occurrence of specific diseases in Bouvier Belge des Flandres dogs in the Netherlands: Inbreeding and disease in the bouvier dog. *Veterinary Quarterly* **14**: 137-140.

Velie BD, Wilson BJ, Arnott ER, Early JB, McGreevy PD, Wade CM. 2021. Inbreeding levels in an open-registry pedigreed dog breed: The Australian working kelpie. *The Veterinary Journal* **269**: 105609.

Voges S, Distl O. 2009. Inbreeding trends and pedigree analysis of Bavarian mountain hounds, Hanoverian hounds and Tyrolean hounds. *Journal of Animal Breeding and Genetics* **126**: 357-365.

Wade CM. 2011. Inbreeding and genetic diversity in dogs: results from DNA analysis. *The Veterinary Journal* **189**: 183-188.

Weir BS, Cockerham CC. 1984. Estimating F-statistics for the analysis of population structure. *Evolution* **38**: 1358-1370.

Weir BS, Anderson AD, Hepler AB. 2006. Genetic relatedness analysis: modern data and new challenges. *Nature Reviews Genetics* **7**: 771-780.

Wells DA, Cant MA, Hoffman JI, Nichols HJ. 2020. Inbreeding depresses altruism in a cooperative society. *Ecology Letters* **23**: 1460-1467.

Welsh corgi a kelpie klub CZ. 2022. Welsh corgi a kelpie klub CZ. Available from HYPERLINK "https://www.corgiklub.eu/" <https://www.corgiklub.eu/> (accessed November 2021).

Wilcox B, Walkowicz C. 1995. Atlas of dog breeds of the world. T.F.H. Publications, New Jersey, Neptune City.

Willis MB. 1977. The German Shepherd Dog, Its History, Development, and Genetics. Arco Publishing Company.

Wright S. 1921. Systems of mating. I. The biometric relations between parent and offspring. *Genetics* **6**: 111.

Wright S. 1922. Coefficients of inbreeding and relationship. *The American Naturalist* **56**: 330-338.

Wright S. 1922. The Effects of Inbreeding and Crossbreeding on Guinea Pigs. (No. 1090). US Government Printing Office, Washington, D. C..

Wright S. 1925. An approximate method of calculating coefficients of inbreeding and relationship from livestock pedigrees. *J. Agric. Sci.* **31**: 377-383.

Wright S. 1969. The theory of gene frequencies Evolution and the genetics of populations: A Treatise in Three Volumes (No. 576.58 W9301t Ej. 1 025186). The University of Chicago Press.

Yordy J, Kraus C, Hayward JJ, White ME, Shannon LM, Creevy KE, Promislow DEL, Boyko AR. 2020. Body size, inbreeding, and lifespan in domestic dogs. *Conservation Genetics* **21**: 137–148.

Zheng JM, Luo JT, Wan HS, Li SZ, Yang MY, Li J, Yang EN, Jiang Y, Liu YB, Wang XQ, Pu ZJ. 2019. Pedigree and development of wheat varieties in Sichuan Province. *Yi Chuan= Hereditas* **41**: 599-610.

9 Samostatné přílohy

9.1 Standard



FEDERATION CYNOLOGIQUE INTERNATIONALE
(AISBL)
SECRETARIAT GENERAL: 13, Place Albert 1^{er} B-6530 Thuin (Belgie)

11.12.2012/EN

Překlad: Welsh corgi a kelpie klub CZ
F.C. I.-Standard č. 293

AUSTRALSKÁ KELPIE (Australian Kelpie)



Tento obrázek nemusí nutně zobrazovat ideální příklad plemene.

ZEMĚ PŮVODU: Austrálie

DATUM PUBLIKACE ORIGINÁLNÍHO PLATNÉHO STANDARDU: 08.10.2012

POUŽITÍ: ovčácký pes

ZAŘAZENÍ PODLE F.C.I.:

Skupina 1	ovčáčtí a pastevečtí psi
Sekce 1	ovčáci
Se zkouškou z výkonu.	

KRÁTKÝ HISTORICKÝ PŘEHLED: vzhledem k rozsáhlým oblastem země v australských státech Nového Jižního Walesu a Victorie, vzrostl počet ovcí tak dramaticky, že některé pastviny jsou více než dva miliony akrů velké a počítají přes čtvrt milionu ovcí. V oblastech rozsáhlých jako tyto, bylo pasení (původně prováděné odsouzenými) nemožné, a tak byly postaveny ploty s ostnatými dráty a ovce si mohly volně pobíhat. Ovšem proto pak bylo nezbytné mít psy, kteří by zvládli ovce na těchto velkých plochách. Pes musel být schopen práce v australských podmínkách, jako jsou teplo, nerovný terén, prašné bouře a obrovské vzdálenosti. Kelpie je schopna vykonávat práci několika mužů. Jsou to neúnavní pracovníci v nejteplejším a nejprašnějším podnebí. Stejně jako u mnoha jiných plemen, je sporný původ i kelpie. Není pochyb o tom, že původ plemene pochází ze psů dovezených ze Skotska. Tito psi byli černí s pálením, dlouhosrstí s polovztyčenými ušima, střední velikosti a typově

podobní kolii. Jiní byli hladkosrstí se vztyčenýma ušima, ale stále podobní kolii. Z odchovů těchto psů také vzešla červená (játrově hnědá) štěňátka.

CELKOVÝ VZHLED: celkový vzhled odpovídá mrštnému, aktivnímu psovi vysokých kvalit, spojujícímu výbornou svalovou kondici s velkou pružností končetin a schopností neúnavně pracovat. Nesmí jevit žádné známky přílišné hubenosti

DŮLEŽITÉ PROPORCE: délka psa od předhrudí k hrbolkům kosti sedací je větší než kohoutková výška v poměru 10:9

POVAHA / TEMPERAMENT: kelpie je velmi pozorná, horlivá a vysoce inteligentní, s jemnou a učenlivou povahou a téměř nevyčerpatelnou energií, s velkou věrností a oddaností svěřeným úkolům. Má přirozený instinkt a přístup k práci s ovcemi, jak ve volné krajině, tak v ohradě. Jakákoliv vada ve stavbě těla nebo v povaze, která neodpovídá pracovnímu psovi, musí být považována za neodpovídající typu.

HLAVA: v dobrém poměru k velikosti psa. Celkový tvar a obrysy vytvářejí dosti liščí výraz, který je změkčen očima mandlového tvaru.

MOZKOVNA:

Lebka: lehce zaoblená a mezi ušima široká. Čelo probíhá v rovném profilu až ke stopu.

Stop: vyjádřený.

OBLIČEJOVÁ ČÁST:

Nosní houba: barva odpovídá barvě srsti.

Tlama: jasně modelovaná a vyznačená, upřednostňována je tlama lehce kratší než mozkovna.

Pysky: pevné a suché, bez známek volnosti.

Zuby: zuby mají být zdravé, silné a rovnoměrně rozmístěné, spodní řezáky jsou za horními, bez ztráty kontaktu, tj. nůžkový skus.

Líce: nejsou hrubé ani vystupující, ale zaoblené k tlamě.

Oči: oči jsou mandlového tvaru, střední velikosti, s jasně vyznačenými koutky, s inteligentním a horlivým výrazem. Barva očí je hnědá, harmonizující s barvou srsti. U modrých psů je přijatelná i světlejší barva oka.

Uši: uši jsou vztyčené a stoupají k jemné špičce, jejich kůže je jemná, ale v bázi silná. Uši jsou nasazené na lebce široce a směřují dopředu, jsou lehce zaoblené na vnějším okraji a střední velikosti. Vnitřek ucha je dobře osrstěn.

KRK: krk je střední délky, silný, lehce klenutý, postupně přechází v plece. Bez volné kůže, s dostatečným osrstěním tvořícím límec.

TRUP:

Hřbetní linie: pevná, rovná.

Bedra: silná a dobře osvalená.

Zád: poměrně dlouhá a spáditá.

Hrudník: spíše hluboký než široký.

Hrudní koš: dobře klenutý.

Slabiny: dobré hloubky.

OCAS: v klidu je ocas svěšený v lehkém oblouku. V pohybu nebo v afektu může být zvednutý, ale nikdy nesmí být nesený nad vertikální linii procházející kořenem ocasu. Je osrstěn huňatou srstí. Je nasazen v prodloužení spadající zádě a dosahuje zhruba k hleznu.

KONČETINY:

HRUDNÍ KONČETINY: hrudní končetiny jsou svalnaté se silnou, dobře modelovanou kostrou, rovné a paralelní při pohledu zepředu.

Plece: suché, osvalené, šikmo uložené, s ramenními lopatkami uloženými blízko ke kohoutku.

Nadloktí: v pravém úhlu k ramenní lopatce.

Lokty: nevytočené ven ani nevtočené dovnitř.

Nadprstí: při pohledu ze strany má být nadprstí lehce šikmé, což zajišťuje pružnost pohybu a schopnost rychlého manévrování.

Tlapky: kulaté, silné, s hlubokými polštářky, kompaktní, dobře klenuté prsty a silné krátké drápky.

PÁNEVNÍ KONČETINY: mají vykazovat šířku a sílu. Při pohledu zezadu jsou pánevní končetiny od hlezen k tlapkám rovné a paralelní, s postojem ani úzkým ani širokým.

Koleno: dobře zaúhlené.

Hlezno: dostatečně nízko uložené.

Tlapky: kulaté, silné, s hlubokými polštářky, kompaktní, dobře klenuté prsty a silné krátké drápky.

POHYB: k dosažení téměř neomezené vytrvalosti vyžadované od pracovního ovčáka v rozlehlých otevřených prostorách musí kelpie mít dokonale zdravou tělesnou stavbu i pohyb. Pohyb je volný a neúnavný a pes musí mít schopnost dobře manévrovat i ve vysoké rychlosti. V klusu mají tlapky tendenci se se zvyšující se rychlostí vzájemně přibližovat, ale v klidu pes stojí dostatečně široce.

OSRSTĚNÍ:

SRST: srst je dvojitá, s krátkou hustou podsadou. Krycí srst je uzavřená, každý pesík je rovný, tvrdý a ploše přiléhající, takže srst je voděodolná. Pod trupem až dozadu ke končetinám je srst delší a u stehů tvoří malé praporce. Na hlavě (včetně vnitřku ucha), na hrudních končetinách a tlapkách je srst krátká. Na krku je delší a hustší, tvoří límec. Ocas je huňatě osrstěný. Příliš dlouhá i příliš krátká srst je vadou. V průměru má být srst na trupu 2 až 3 cm dlouhá.

BARVA: černá, černá s pálením, červená, červená s pálením, fawn, čokoládová a kouřově modrá.

VÝŠKA:

Výška v kohoutku: psi: od 46 do 51 cm
feny: od 43 do 48 cm

VADY: jakákoliv odchylka od výše uvedených znaků má být považována za vadu a vážnost, s níž je vada posuzována, má být v přímém poměru k jejímu stupni a jejímu vlivu na celkový zdravotní stav a pohodu psa a na jeho schopnost vykonávat jeho tradiční práci.

VÁŽNÉ VADY:

- Volná ramena.
- Jakákoliv tendence ke kravskému postoji či vyklenutým hlezňům.
- Vázaný a sbíhavý pohyb.
- Omezený či chůdovitý pohyb.

VYŘAZUJÍCÍ VADY:

- Agresivní nebo přehnaně plachá povaha psů.
- Psi, kteří zjevně vykazují fyzické nebo povahové abnormality, musí být diskvalifikováni.

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

ANATOMICKÉ RYSY

