

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra etologie a zájmových chovů



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

Analýza odchovů štěňat u českého strakatého psa

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Michaela Chládková

Obor studia: Zájmové chovy zvířat

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

© 2023 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Analýza odchovů štěňat u českého strakatého psa" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové 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 diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne _____

Poděkování

Touto cestou bych ráda poděkovala vedoucí mé diplomové práce Ing. Barboře Hofmanové Ph.D. za čas strávený nad touto diplomovou prací, za její rady, trpělivost, ochotu a odborné vedení.

Analýza odchovů štěňat u českého strakatého psa

Souhrn

Úspěšný management chovu psů je založen na kvalitních vědomostech chovatelů o reprodukci a faktorech, které ji mohou ovlivnit. Schopnost psů se reprodukovat a odchovávat početné vrhy je základním předpokladem pro úspěšný chov psů. Vzhledem k tomu, že plodnost je komplexní vlastnost, která může být ovlivněna řadou faktorů, je velmi obtížné definovat postup, kterým by bylo možné velikost vrhu ovlivnit.

Cílem této studie bylo shrnutí současného pohledu na reprodukci psů a zjištění, které faktory mohou ovlivňovat početnost vrhů u českého strakatého psa. Data byla získána z období 2009-2021 a pocházela z chovatelských databází Spolku českého strakatého psa. Počet štěňat ve vrhu se ve sledovaném období pohyboval mezi 1-13 štěňaty a průměrně se jednalo o 6 štěňat na vrh. Mezi sledované faktory byl zařazen věk matky, věk otce, parita, koeficient příbuzenské plemenitby vrhu, koeficient příbuzenské plemenitby matky a roční období.

Analýzou dostupných dat s využitím obecného lineárního modelu bylo zjištěno, že především koeficient příbuzenské plemenitby matky měl statisticky průkazný vliv na velikost vrhu u českého strakatého psa. Z výsledků je patrné, že pokud se zvýší F_x matky o 1 %, tak se počet štěňat ve vrhu sníží o 0,09 štěňate. Při kategoričném rozdělení vrhů dle F_x matky byl počet štěňat ve vrhu od matek s nižším koeficientem příbuzenské plemenitby výrazně větší než počet štěňat ve vrhu od matek s vyšším koeficientem inbreedingu. Koeficient příbuzenské plemenitby matky měl tedy významný negativní vliv na velikost vrhu. U parity byl pozorován trend, kdy se největší počet štěňat ve vrhu vyskytoval u druhých a třetích vrhů, následně početnost vrhů klesala. Koeficient příbuzenské plemenitby vrhu měl statisticky průkazný vliv na počet narozených štěňat pouze v případě modelu s regresí, v kategoričném rozdělení se neukázal jako významný. U dalších sledovaných faktorů (věk matky, věk otce a roční období v době porodu) nebyl zjištěn statisticky průkazný vliv na početnost vrhu.

Na základě výsledků této práce lze předpokládat méně početné vrhy od matek s vyšším koeficientem příbuzenské plemenitby. Je nutné nadále dodržovat stanovená pravidla chovu a pokračovat v omezeném využívání vysoce inbredních jedinců.

Klíčová slova: český strakatý pes, reprodukce, velikost vrhu, příbuzenská plemenitba, věk rodičů, parita

Analysis of litters in the Bohemian Spotted Dog

Summary

Successful dog breeding management is based on breeders' high-quality knowledge of reproduction and the factors that can affect it. The ability of dogs to reproduce and raise numerous litters is a basic prerequisite for successful dog breeding. In view of the fact that fertility is a very complex trait that can be influenced by a several factors, it is very difficult to define a procedure by which litter size could be influenced.

The aim of this study was to summarize the current view on dog reproduction and to find out which factors can influence the number of litters in the Bohemian Spotted Dog. The data was obtained from the period 2009-2021 and came from the breeding databases of the Association of the Bohemian Spotted Dog. The number of puppies in the litter varied between 1-13 puppies during the monitored period, with an average of 6 puppies per litter. Among the monitored factors were the age of the mother, the age of the father, parity, the litter inbreeding coefficient, the dam inbreeding coefficient and the season.

By analyzing the available data using a general linear model it was found that the inbreeding coefficient of the dam in particular had a statistically significant effect on the Bohemian Spotted Dog litter size. According to the results, it can be seen that if the mother's F_x increases by 1 %, the number of puppies in the litter will decrease by 0.09 puppies. When the litters were categorized according to the mother's F_x , litters from mothers with a lower coefficient of inbreeding had a significantly larger number of puppies than litters from mothers with a higher coefficient of inbreeding. Thus, the dam's inbreeding coefficient had a significant negative effect on litter size. A trend was observed for parity, when the largest number of puppies in a litter occurred in the second and third litters, subsequently the number of litters decreased. The inbreeding coefficient of the litter had a statistically significant effect on the litter size only in the case of the regression model, it did not prove to be significant in the categorical distribution. For other monitored factors (mother's age, father's age and season at the date of birth) no statistically significant influence on the number of litters was found.

According to this study, litters with higher maternal inbreeding coefficient can be expected to be smaller. It is necessary to continue to observe the established breeding rules and to continue the limited use of highly inbred individuals.

Keywords: Bohemian Spotted Dog, reproduction, litter size, inbreeding, age of parents, parity

Obsah

1 Úvod	8
2 Vědecké hypotézy a cíle práce	9
3 Literární rešerše	10
3.1 Český strakatý pes	10
3.1.1 Charakteristika	10
3.1.2 Historie	11
3.1.3 Chov	12
3.2 Příbuzenská plemenitba	13
3.2.1 Příbuzenská plemenitba u českého strakatého psa	15
3.3 Reprodukční biologie feny	15
3.3.1 Pohlavní ústrojí feny	16
3.3.2 Pohlavní cyklus	17
3.3.3 Březost a porod	19
3.3.4 Neonatální mortalita	21
3.4 Reprodukční biologie psa	21
3.4.1 Pohlavní ústrojí psa	21
3.5 Velikost vrhu	23
3.5.1 Poměr pohlaví	23
3.6 Faktory ovlivňující velikost vrhu	24
3.6.1 Věk rodičů	24
3.6.2 Příbuzenská plemenitba	26
3.6.3 Velikost plemene	27
3.6.4 Sezóna porodu	28
3.6.5 Parita feny	29
3.6.6 Délka březosti	30
3.6.7 Metoda páření	31
4 Metodika	33
4.1 Data	33
4.1.1 Statistické zpracování dat	34
5 Výsledky	36
5.1 Velikost vrhu	39
5.1.1 Věk matky	39
5.1.2 Věk otce	40
5.1.3 Parita matky	41
5.1.4 Fx vrhu	43
5.1.5 Fx matky	44
5.1.6 Roční období	45

6	Diskuze	47
7	Závěr.....	51
8	Literatura.....	52
9	Samostatné přílohy	I

1 Úvod

Český strakatý pes, původně Horákův laboratorní pes, byl vyšlechtěn v 50. letech 20. století pro laboratorní účely tehdejšího Fyziologického ústavu Československé akademie věd v Praze. Za jeho vznikem stojí známý český kynolog František Horák, který vyšlechl nenáročné plemeno s klidnou, mírnou povahou a vysokou plodností. Více než dvě desetiletí byl český strakatý pes využíván k chirurgickým experimentům včetně transplantace tkání a dále také pro studium epilepsie a absence zubů. Na tomto plemeni byla provedena první transplantace ledvin v tehdejší Československu. Po ukončení výzkumu ve Fyziologickém ústavu byl Horákův laboratorní pes předán do rukou běžných chovatelů, kteří zajistili zachování plemene a jeho propagaci na veřejnosti (Krupičková 2004; Vaňourková 2012; Hasil et al. 2013).

Chov je v současné době veden Spolkem českého strakatého psa, jenž zároveň aplikuje všechny požadavky dané Českomoravskou kynologickou unií. Vzhledem k tomu, že v historii českého strakatého psa se poměrně často využívalo spojování stejných jedinců, vyskytuje se i v současné době u tohoto plemene úzká příbuzenská plemenitba. Aktuálním cílem chovu je udržet koeficient příbuzenské plemenitby (F_x) pod 8 %. V chovu českého strakatého psa mohou být využiti psi za určitých podmínek, které zahrnují věkové omezení, vyšetření dysplazie kyčelního kloubu a luxace pately, exteriérové posouzení a omezení počtu odchovaných vrhů či štěňat od určitého jedince (Vaňourková 2021). Vzhledem k tomu, že se jedná o mladé plemeno, je v zájmu chovatelů optimalizovat chov a zvýšit úroveň znalostí o faktorech, které ho mohou ovlivnit.

Chov psů lidmi trvá tisíce let, přičemž selekcí došlo k vyšlechtění přibližně 350 mezinárodně uznaných (FCI) plemen psů (Spady & Ostrander 2008). Tato plemena se podstatně liší ve své velikosti, tvaru těla, srsti i behaviorálních predispozicích. Existují studie zahrnující více plemen i práce zaměřené na specifická plemena, při kterých se obvykle vychází z chovatelských záznamů při registraci štěňat, avšak výsledky těchto dřívějších studií jsou často nejednotné. V několika studiích zahrnujících více plemen se ukázalo, že velikost vrhu souvisí především s plemennou příslušností, ale i dalšími faktory, jako je věk rodičů, příbuzenská plemenitba, sezóna porodu, hmotnost feny, parita feny nebo metoda páření (Borge et al. 2011; Leroy et al. 2015; Wei et al. 2018; Chu et al. 2019; Kania-Gierdziewicz & Pałka 2019; Schrank et al. 2019; Axner et al. 2022; Eleryd 2022; Gupta et al. 2022).

Vzhledem k tomu, že v chovech obvykle neexistují pravidla, dle kterých by měl chovatel zaznamenávat informace o krytí, březosti a porodu, případně se pravidla chovu v průběhu let mohou měnit, je relativně obtížné u jednotlivých plemen hodnotit vliv faktorů na velikost vrhu (Schrack et al. 2017). V registrech se obvykle také nachází chovatelské záznamy pouze o úspěšných krytích a jen výjimečně jsou k dispozici podrobnější informace o vrzích (Gavrilovic et al. 2008).

Vysoká reprodukční schopnost jedinců je klíčová v jakémkoli chovu. Velikost vrhu má vliv na průběh porodu i neonatální mortalitu a informace o předpokládané početnosti vrhu pro určité plemeno jsou tedy užitečné pro chovatelský klub, samotného chovatele i veterináře (Cornelius et al. 2019). Pro zlepšení chovatelských postupů je nutné, aby byly známy faktory ovlivňující velikost vrhu.

2 Vědecké hypotézy a cíle práce

Cílem diplomové práce bylo

- Zpracování aktuální vědecké rešerše o problematice reprodukce psů a faktorech, které ovlivňují velikost vrhu.
- Zjistit, zda existuje vztah mezi věkem matky a velikostí vrhu a následně mezi věkem otce a velikostí vrhu u plemene český strakatý pes. Pro tuto část práce byly stanoveny následující hypotézy:

H1: Feny ve věkovém rozmezí od 1 roku do 4 let budou mít průměrně větší počet štěňat ve vrhu než feny ve věku 4 let a starší.

H2: Krycí psi ve věkovém rozmezí od 1 roku do 6 let budou mít průměrně větší počet štěňat ve vrhu než krycí psi ve věku 6 let a starší.

- Ověřit, zda příbuzenská plemenitba negativně ovlivňuje velikost vrhu u plemene český strakatý pes.

H3: Průměrný počet štěňat ve vrhu, který má $Fx \geq 6,25 \%$ je menší než průměrný počet štěňat ve vrhu s $Fx < 6,25 \%$.

H4: Průměrný počet štěňat ve vrhu od matek s $Fx \geq 6,25 \%$ je menší než průměrný počet štěňat ve vrhu od matek s $Fx < 6,25 \%$.

- Dalšími testovanými faktory zahrnutými do modelu byly parita matky a období porodu.

3 Literární rešerše

3.1 Český strakatý pes

Český strakatý pes (ČSP), dříve známý pod názvem Horákův laboratorní pes, je české národní plemeno, které není uznáno Mezinárodní kynologickou federací – Fédération Cynologique Internationale (FCI). Plemeno bylo vyšlechtěno v 50. letech 20. století k laboratorním účelům známým českým kynologem Františkem Horákem. Šlechtění se zaměřilo na vznik nenáročného plemene s klidnou povahou, vhodnou stavbou těla a vysokou plodností. Plemennou knihu vede Českomoravská kynologická unie (Findejs, 1998; Hasil & Hochmanová 2014).

3.1.1 Charakteristika

Český strakatý pes je středně velké plemeno mírně obdélníkového rámce. ČSP mají harmonickou stavbu těla, vyvážené proporce a pevnou konstituci bez známek hrubosti. Kohoutková výška u psů s pohybuje v rozmezí 45-53 cm, u fen mezi 43-51 cm. Hmotnost se pohybuje přibližně mezi 13-18 kg. Vyskytuje se krátká a dlouhá srst, přičemž obě vždy s podsadou. Krátká srst je patrová a přilehlá na celém těle. Na spodní straně krku, zadní straně stehů a ocasu je srst u krátkosrstých jedinců mírně delší. Dlouhosrstí jedinci mají osrstění kolem uší, na hrudníku, krku, bříše a ocase nápadně delší. Dlouhá varianta srsti je splývaví, mírně zvlněná. Existuje i tzv. přechodný typ srsti, kdy se u krátkosrstých jedinců vyskytne na spodní straně ocasu a stehnech výrazně delší srst, než je tomu u krátkosrstých jedinců. Srst je třibarevná, a to buď černo-žluto-bílá nebo hnědo-žluto-bílá. Barva srsti je tmavá, tzn. černá nebo hnědá, se žlutými znaky v kombinaci s bílou. Bílá srst je tečkovaná v oblasti tmavé barvy tmavě, v oblasti žluté barvy žlutě. Poměr tmavé a bílé plochy by měl být cca 1:1. Černo-žluto-bílí psi mají černý nos a tmavé oko. Hnědo-žluto-bílí psi mají játrový nos a světlé oko. V chovu se nejčastěji vyskytují černo-žluto-bílí krátkosrstí jedinci (viz Obrázek 1) (Krupičková 2004; Hasil et al. 2013). Hnědo-žluto-bílá krátkosrstá varianta (Obrázek 2), černo-žluto-bílá dlouhosrstá varianta (Obrázek 3) a hnědo-žluto-bílá dlouhosrstá varianta (Obrázek 4) jsou vyobrazeny v příloze I.



Obrázek 1 – Český strakatý pes, černo-žluto-bílá krátkosrstá varianta
Zdroj: (Milbachová 2011)

Povaha tohoto plemene se odráží od jeho původního využití. V podmínkách laboratoře bylo nutné, aby psi byli nekonfliktní k lidem i ostatním zvířatům a zároveň, aby byli přizpůsobiví, mírní a nenároční. Jedná se o velmi aktivní, všestranné, vytrvalé, temperamentní psy. Český strakatý pes je společenské plemeno, které není náročné na výchovu, ale vyžaduje velké množství pohybu a pozornosti. Plemeno se využívá v celé škále kynologických sportů, přičemž je pro svou veselou a přátelskou povahu vhodné i ke canisterapii (Krupičková 2004; Hasil et al. 2013).

3.1.2 Historie

Plemeno bylo vyšlechtěno pro potřebu Fyziologického ústavu Československé akademie věd v Praze. Zaměstnanec ústavu, dnes známý kynolog pan František Horák, se zhostil úkolu vytvořit jednotný ráz psa, který bude vhodný k laboratorním účelům – bude mít vhodnou tělesnou stavbu, velikost, osrstění a vysokou plodnost. Dříve se k pokusům využívali psi různých plemen, kterých se jejich majitelé chtěli zbavit. Tito psi měli často nevhodné vlastnosti, jako je agresivita nebo bázlivost. Mezi žádanými vlastnostmi se tedy řadila i klidná a vstřícná povaha (Vaňourková 2012).

Šlechtění započalo v roce 1954, kdy se spojila vlkošedá fena Riga, kříženec německého ovčáka s klopenými ušima, s tříbarevným Míšou, který měl hrubou srst (Findejs 1998). Fena Riga vážila zhruba 25 kg a pes Míša přibližně 10 kg. Ve vrhu bylo 9 štěňat a v dalším chovu se využili tříbarevní strakatí jedinci s tečkováním – krátkosrstá fena Dáša 6 a pes s hrubší srstí Míša 1 (Findejs 1998; Krupičková 2004). Ze spojení Dášy 6 a Míši 1 byl

získán vrh tříbarevných tečkovaných štěňat, z něhož se v chovu využil jen hrubosrstý pes Lov 10. Ten byl poté použit k opakovanému krytí své matky Dáši 6. Z tohoto spojení bylo získáno celkem 34 štěňat a v chovu byla dále upřednostňována krátká patrová srst s podsadou kvůli snadné údržbě (Findejs 1998; Krupičková 2004; Vaňourková 2012).

František Horák v počátcích šlechtění využil za účelem zlepšení konstituce německého krátkosrstého ohaře Alana. Kvůli tomu se u ČSP vyskytuje nejen černé, ale i hnědé zbarvení. Dále bylo uskutečněno křížení s německým ovčákem, pointrem nebo bulteriérem. Žádný z potomků z těchto spojení však dále nebyl v chovu využit. Horákův laboratorní pes byl v roce 1960 zaregistrován v plemenné knize Československého svazu chovatelů drobného zvířectva a v tomtéž roce byl také schválen standard plemene. Veřejnosti bylo plemeno poprvé představeno v Praze na Celostátní výstavě služebních plemen psů v roce 1961 (Krupičková 2004; Vaňourková 2012; Hasil et al. 2013).

Soukromým chovatelům bylo po dlouhém jednání nakonec předáno jen několik málo jedinců (Findejs 1998). První vrh odchovaný mimo ČSAV se narodil v roce 1981 v chovatelské stanici Dobrušská hacienda. V následujících letech ovšem plemeno téměř zaniklo. Jedinci často zestárlí a uhynuli bez potomků (Findejs 1998; Krupičková 2004).

V devadesátých letech započal zájem veřejnosti o obnovení plemene, ovšem zbývalo jen několik málo jedinců ČSP s průkazem původu. V chovu se poté využili psi k osvětlení krve, mezi které patřil i Boby Červený muškát, jenž byl potomkem feny českého strakatého psa, Bělky Libachar, a psa malého münsterlandského ohaře, Dona z Levíku. Dále byli využiti dva psi bez průkazu původu – Ben a Kerberos. Plemeno získalo nový název – český strakatý pes a chovatelé od té doby systematicky pracují na propagaci tohoto českého národního plemene (Krupičková 2004; Vaňourková 2012).

Horákův laboratorní pes, nyní český strakatý pes, byl více než dvě desetiletí využíván k různým laboratorním pokusům. Na tomto plemeni byla provedena jedna z prvních transplantací ledvin v ČR. Byl dále využíván také ke studiu dědičnosti absence zubů nebo epilepsie (Vaňourková 2012; Hasil et al. 2013).

3.1.3 Chov

Český strakatý pes je málopočetné plemeno a v jeho chovu se vzhledem k zájmu o udržení genetické variability uplatňují pravidla řízené plemenitby. Mezi základní pravidla v chovu ČSP se řadí neopakování rodičovské kombinace. V historii ČSP se spojování stejných jedinců využívalo poměrně často, ovšem opakováním stejné rodičovské kombinace se vždy získají vlastní sourozenci, což vede k velmi úzké příbuznosti a následné nemožnosti nalézt pro potomka vhodného partnera. Současným cílem chovu je udržet koeficient příbuzenské plemenitby (F_x) pod 8 %, přičemž doporučená hranice FCI je do 10 % (Vaňourková 2021).

Dále se klade důraz na to, aby se nespojovali příliš mladí jedinci. U českého strakatého psa se vyskytuje, stejně jako u každého plemene, řada onemocnění, mezi která se řadí i epilepsie. ČSP se využíval v ústavu pro výzkum epilepsie, a i v současné době se v chovu vyskytují jedinci s touto vrozenou chorobou. Epilepsie se u jedinců ČSP poprvé

vyskytne nejčastěji v 2-5 letech, a proto je v zájmu chovatelů, aby minimálně jeden z rodičů byl starší 4 let a nebyli tak spojováni dva jedinci nově zařazení do chovu (Vaňourková 2021).

Do chovu lze zařadit jedince, kteří úspěšně absolvují bonitaci a výstavu ve třídách mladých, mezitřída, otevřená, pracovní, vítězů nebo veteránů pořádanou Spolkem českého strakatého psa. Dále je nutné vyšetření luxace pately (LP) a dysplazie kyčelního kloubu (DKK), přičemž do chovu mohou být zařazena zvířata se stupněm LP maximálně 2/2 a DKK maximálně 3/3. U fen, které mají DKK 3/3, je omezená chovnost na 1 vrh. Vyšetření musí být provedeno ve věku minimálně 12 měsíců. Následně je u obou pohlaví požadován nůžkový skus a plný počet řezáků a špičáků. Feny mohou být využívány k chovu od 18 měsíců do 8 let věku, psi od 18 měsíců neomezeně. Chovný pes může mít maximálně 40 potomků a nesmí mít více než 2 vrhy za kalendářní rok. Chovná fena může mít od roku 2020 maximálně 4 vrhy za celý život a zároveň maximálně 1 vrh za kalendářní rok (Vaňourková 2012; Vaňourková 2021).

3.2 Příbuzenská plemenitba

Savci jsou diploidní organismy což znamená, že znaky v genotypu jsou určovány vždy dvěma alelami. Tyto alely mohou být dominantní či recesivní. Pokud jsou obě alely na jednom lokusu stejné, je jedinec označován jako homozygot. Pokud jsou tyto dvě alely příslušného genu rozdílné, je označován jako heterozygot. Těmto různorodým kombinacím genetického založení poté odpovídají i znaky viditelné či měřitelné – fenotyp (Šiler et al. 2015).

V přírodě se často u různých druhů zvířat vyskytuje příbuzenské křížení, které je často zapříčiněno tím, že zvířata žijí v malých izolovaných populacích (Boyle & Von Boletzky 1996; Wells et al. 2020). Toto křížení je označováno jako inbreeding respektive příbuzenská plemenitba. V zájmových chovech je příbuzenská plemenitba relativně častá (Wright 1922; Pike et al. 2021). Příbuzenskou plemenitbu lze charakterizovat jako páření dvou jedinců, jež jsou si navzájem více příbuzní, než je tomu při náhodném páření jedinců celé populace (Frankham et al. 2010).

Odborný výraz „inbreeding“ vznikl z anglického spojení „breed in“. Tento termín označoval ve viktoriánské době šlechtitelskou strategii, která se zakládala na ustálení nové požadované vlastnosti, např. specifická barva srsti či krátký ocas. Postup spočíval v páření dvou jedinců, kteří měli požadovaný fenotyp. Jestliže tuto vlastnost měli pouze sourozenci nebo rodiče, páření probíhalo mezi rodiči a potomky, případně mezi sourozenci (Darwin 1868).

Jestliže jsou rodiče příbuzní, tzn. mají v rodokmenu společného předka, jedná se o příbuzenskou plemenitbu a potomci se označují jako inbrední (Snustad & Simmons 2015). Jestliže se páří příbuzní jedinci, tak je možné, že nesou kopie totožných genů a existuje šance, že předají repliky genů svým potomkům (Falconer & Mackay 1996). Inbrední potomci mohou mít na daném lokusu repliku genu, respektive geny stejného původu, což u potomků nepřibuzných rodičů není možné (Snustad & Simmons 2015). Tento stav je nazýván zkratkou IBD (identical by descent) (Sin et al. 2021).

Snížení heterozygotnosti je spojováno s nižším evolučním potenciálem a vysokým rizikem projevení inbrední deprese (Frankham 2005). Příbuzenská plemenitba také snižuje genetickou diverzitu populací a zvyšuje výskyt kombinací letálních recesivních alel. Tyto letální alely se u nepříbuzných jedinců vyskytují v heterozygotním stavu a nepůsobí tedy dominantně. V tomto případě jsou potlačeny dominantními alelami a částečně jsou tak maskovány (Frankham et al. 2002).

Inbreeding umožňuje ustálení požadovaných znaků, ale může mít zároveň v některých případech negativní vliv na fitness psa (Hamanová a Hruban 2000). V zodpovědném chovu ovšem inbreeding může sloužit k upevnění žádoucích vlastností (Casal 2022). Majitelé by ve svých chovech měli kvůli riziku zvýšeného výskytu geneticky podmíněných onemocnění přistupovat k inbreedingu s velkou opatrností (Bateson & Sargan 2012).

Negativním důsledkem příbuzenské plemenitby může být inbrední deprese. Inbrední deprese je popisována jako snížení průměrné fenotypové hodnoty určité vlastnosti ve vztahu k inbreedingu (Falconer & Mackay 1996). Inbrední deprese se projevuje snížením fitness jedince, schopnosti mít životaschopné potomstvo i schopnosti přežít samotného inbredního jedince. Nejvíce je pozorovatelná v nízkém věku, ovšem projevuje se i u dospělých a starých jedinců, např. nízkou kvalitou semene nebo sterilitou (Pusey & Wolf 1996). U savců a ptáků je inbrední deprese pozorována u porodní hmotnosti mláďat, schopnosti se rozmnožit, schopnosti přežít a odolnosti vůči vnějším faktorům, jako jsou nemoci, stres a predace (Keller & Waller 2002). Dále má negativní vliv i na kvantitativní znaky, jako je např. výška či váha. Inbrední deprese se vyskytuje u volně žijících, domestikovaných i experimentálních populací (Charlesworth & Charlesworth 1999).

Inbrední deprese byla pozorována u nejrůznějších organismů (Hedrick & Garcia-Dorado 2016). U andaluského koně byl prokázán vliv inbrední deprese na tělesné míry (Gómez et al. 2009). Dále byl vliv inbrední deprese prokázán u kopytníků chovaných v zajetí a jejich šance na přežití (Ralls et al. 1979) nebo u geparda štíhlého a jeho fitness (Boakes et al. 2007).

Efekt inbrední deprese se projeví výrazněji, pokud je jedinec vystavován stresujícímu prostředí, obzvláště u druhů, které jsou na stres citlivé. Může se jednat například o držení jedince v nevhodném prostředí (Armbruster & Reed 2005).

V minulosti byl inbreeding u hospodářských zvířat žádoucí kvůli sjednocení vlastností a vzhledu jednotlivých plemen (Gómez et al. 2009). V současné době je příbuzenská plemenitba ve větší míře nežádoucí, a to proto, že má negativní vliv na reprodukční znaky, produkci a snižuje fitness inbredních jedinců. K inbreedingu dochází ve volné přírodě v důsledku menšího počtu jedinců v populaci nebo při izolaci skupiny jedinců. Inbreedingu se v malých populacích nedá vyhnout, vzhledem k tomu že s každou další generací se zvyšuje počet jejich předků (Howard et al. 2017). V izolovaných populacích, jako jsou například ohrožené druhy zvířat v ex situ chovných programech, je také inbreeding v podstatě nevyhnutelný (Yordy et al. 2020).

Morfologické znaky psů se vyvíjí pod vlivem lidí už tisíce let, avšak plemena, jak je známe dnes, nebyla formalizována až do viktoriánské doby, kdy se šlechtění psů a jejich

následné vystavování stalo velice populární (Wilcox & Walkowicz 1989). Pokud jsou psi selektováni na základě podobnosti, nevyhnutelně tento přístup vede k příbuzenské plemenitbě. Podobnost mezi příbuznými patří totiž mezi základní principy genetiky (Lewis et al 2015). Popularita plemen a selekce pro určité vlastnosti či znaky zapříčiňují u určitých plemen psů vysokou homozygotnost (Parker 2012).

K vyjádření stupně příbuzenské plemenitby se používá koeficient inbreedingu. První podobu výpočtu publikoval Pearl již v roce 1913. Nicméně koeficient příbuzenské plemenitby označovaný F_x , který je současně využíván, definoval Wright o pár let později (1922) při studiu rodokmenů skotu a morčat. Výpočet je založen na analýze rodokmenu a udává, jaká je pravděpodobnost, že dvě alely na kterémkoli lokusu mají stejný původ. F_x jedince udává, jak jsou si vzdáleni jeho matka s otcem a F_x potomstva míru probability, že dvě gamety nesou stejné geny (Falconer & Mackay 1996). Výpočet vychází z následujícího vzorce:

$$F_x = \sum [0,5^{n+m+1}(1+F_a)]$$

n – počet volných generací ze strany otce

m – počet volných generací ze strany matky

F_a – koeficient inbreedingu společného předka, který sám vznikl příbuzenskou plemenitbou

3.2.1 Příbuzenská plemenitba u českého strakatého psa

Český strakatý pes se řadí mezi málopočetná plemena a uplatňují se u něj pravidla řízené plemenitby, jež mají vést k udržení genetické variability plemene. Jedním z pravidel plemenitby u českého strakatého psa je udržení koeficientu příbuzenské plemenitby do 8 %. Na začátku obnovy tohoto plemene hrála však příbuzenská plemenitba velkou roli, kdy tou dobou byli známi pouze tři psi a tři feny, přičemž se v chovu využil především jeden pes, a to Argo Stříbřecký rybník, kterého má v současné době v rodokmenu naprostá většina jedinců ČSP. Na začátku obnovy byla tedy využita úzká příbuzenská plemenitba k namnožení plemene a v současné době je snaha chovatelů držet koeficient příbuzenské plemenitby u vrhů do 8 % (Vaňourková 2012; Vaňourková 2021).

3.3 Reprodukční biologie feny

Přestože soužití lidí a psů *Canis familiaris* sahá daleko do historie, pořád v reprodukci psů existují aspekty, jež nejsou naprosto jasné. Během domestikace nastaly nejen v anatomii psa značné změny (Vila et al. 1997). Vizuálně došlo k rozvoji různých znaků a rozmanitý vzhled odrážel vždy aktuální trend v chovu psů. Soužití psa s člověkem se přirozeně projevilo i ve složení potravy, páření a mnoha dalších aspektech (Frank & Frank 1982). Vlk obecný je monoestrické zvíře a říje tedy probíhá jen jednou za rok, zatímco pes domácí je zvíře diestrické a feny tak hárají dvakrát ročně a jsou nesezónní (Ortega-Pacheco, et al. 2007). Pes je tzv. multiparní zvíře, což znamená, že rodí více mláďat. Estrální cyklus je monocyklický (Jöchle & Andersen 1977).

Schopnost feny se rozmnožovat je klíčová k zachování druhu. Obsahuje nejen samotnou reprodukční soustavu, nýbrž i březost a schopnost donosit potomka, porodit a postarat se, aby mládě přežilo (König & Liebich 2003). Schopnost rozmnožit se je tedy jednou z nejdůležitějších funkcí všech živých organismů. Chovatelské předpisy FCI (Fédération Cynologique Internationale) znemožňují chovatelům zcela využívat reprodukční potenciál psů, jak se tomu děje např. u hospodářských zvířat. Přesto se chovatelé reprodukci zabírají v zájmu zachování plemen (England, et al. 2010). Většina chovatelských stanic v Česku má od každé jednotlivé feny jen jeden vrh za kalendářní rok, popř. tři vrhy během dvou po sobě jdoucích let (Dostál 2007).

Pohlavní zralost je hlavní podmínkou pro možnost samice se rozmnožovat. Feny jsou pohlavně dospělé ve stáří 8-15 měsíců s tím, že malá plemena dospívají dříve než ta velká. Pokud se u feny objeví první říje, je považována za pohlavně dospělou. Ač se fena po prvním hárání považuje za pohlavně dospělou, nedoporučuje se při první říji krýt, a to z důvodu, že samice pravděpodobně není dospělá fyzicky. Hárání nejčastěji probíhá v jarních a podzimních měsících, nicméně může se vyskytnout kdykoli během roku (Miller et al. 1979; Kvapil & Kvapilová 2007).

3.3.1 Pohlavní ústrojí feny

Mezi funkce reprodukční soustavy feny patří tvorba pohlavních buněk a zabezpečení prostoru pro vývoj a výživu plodu od samotného oplození až do porodu. Samičí pohlavní soustava se skládá z vaječníků, vejcovodů, dělohy, pochvy, poševní předsíně a vulvy (Liebich & König 2002).

Vaječníky produkují samičí pohlavní buňky, tedy vajíčka (oocyty), a významné hormony jako estrogen a progesteron (Aspinal 2011). Vaječníky a vejcovody jsou párové orgány. U fen je vaječník dlouhý 1-1,5 cm a široký 0,7 cm (Nyland et al. 2015). Nachází se v dutině břišní dorzálně v bederní oblasti, kaudálně od každé ledviny. Vaječníky udržuje poblíž ledvin ovariální tkáň. U samice psa mají vaječníky oválný tvar a obvykle je levý vaječník menší než ten pravý. Struktura vaječníku je až do první gravidity hladká, později se mění na drsnou (Evans & De Lahunta 2013). Na povrchu jsou vaječníky pokryty epitelem, jenž se během života mění. Pod epitelem se nachází kolagenní vazivo, jež vytváří vazivové pouzdro kolem celého vaječníku. Toto kolagenní vazivo se nazývá bělavý obal a pod ním jsou v korové vrstvě uloženy folikuly v různých stádiích vývoje (Liebich & König 2002).

Vejcovody propojují vaječníky s dělohou. Trubice vejcovodů jsou úzké struktury, které se nachází v blízkosti vaječnicků a vedou do děložních rohů. Přímou u vaječnicků mají tvar nálevky, kvůli tomu lépe přijímají ovulované vajíčko. Trubice je uvnitř vystlána řasinkovým epitelem, kdy se vlasové řasinky spolu se svalovinou vejcovodu podílí na posunu vajíčka. Ve vejcovodech dochází k oplození vajíčka (Liebich & König 2002; Cunningham & Klein 2007).

Děloha je centrální dutý orgán a u samic psů má tvar písmene Y. Dělí se na tři části: dva děložní rohy, děložní tělo a děložní krček. Fena má dva relativně dlouhé válcovité rohy, které se liší dle plemenné příslušnosti. Tělo dělohy je poměrně krátké. Uvnitř těla dělohy a děložních rohů se nachází dutina děložní, jež je od pochvy a vnějších reprodukčních orgánů oddělena děložním krčkem – cervix uteri. Krček děložní je silný svěrač tvořený hladkou

svalovinou, který je otevřený jen v době hárání a porodu. Pevně uzavřené hrdlo děložní brání zavlečení infekce do těla. K uzavření děložního krčku napomáhá hlenová zátka, tzv. cervikální hlen. Děloha poskytuje ideálního prostředí pro vývoj embryí a zajišťuje prostředky potřebné pro vznik placenty, která poté dodává živiny plodu (Cunningham & Klein 2007; England et al. 2012; Hermanson et al. 2018). Dělohu drží ve správné poloze v dutině břišní široký děložní vaz. Jeho součástí je silnější kaudální úsek mesometrium, ve kterém probíhají ovariální a děložní tepny a žíly (England et al. 2012).

Pochva je orgán, jenž se táhne od zevního ústí děložního krčku až k vyústění močové trubice. Nachází se v pánevní dutině a obklopuje ji pojivová tkáň. Sestává se ze záhybů, které se mohou během porodu rozšiřovat. Sliznice je pokryta vrstevnatým dlaždicovým epitelem, jenž se díky pohlavním hormonům v průběhu estrálního cyklu mění. U samic je kvůli tomu možné určit říji. Výtok je během proestru zbarven krví z poševní výstelky (Popesco et al. 1992; Liebich & König 2002; Cunningham & Klein 2007).

Poševní předsíň je pokračování vagíny a začíná u vyústění močové trubice. Močová trubice se nachází nad úrovní dna poševní předsíně. Úlohou předsíně je přivádět samčí gamety ze samčího pohlavního orgánu do vagíny, odvádět z těla plody a také moč. V předsíni se nevyskytují záhyby, jak je tomu u vagíny. Do předsíně vyúsťují žlázy, které vylučují sekret, jenž zvlhčuje zevní genitál i poševní vchod a zaručuje, že je předsíň kluzká (Popesco et al. 1992; Liebich & König 2002; Cunningham & Klein 2007).

Konečnou částí pohlavní soustavy feny je vulva, již z každé strany tvoří stydké pysky a uprostřed vulvální štěrbin. Vulva je vnější částí pohlavní soustavy samice a nachází se pod análním otvorem. Stydké pysky jsou spojeny v dolní a horní spojce. Ve vulvální štěrbině je umístěn poštváček, jenž je obdobou samčího pyje. Za běžné situace jsou stydké pysky svírány u sebe z důvodu ochrany proti infekčním nemocem s výjimkou proestru a estru, kdy se vulva zvětšuje a je relaxovaná. V prostoru mezi vnějšími pohlavními orgány samice a análním otvorem se nachází hráz, která je u feny poměrně dlouhá (Popesco et al. 1992; Liebich & König 2002; Cunningham & Klein 2007; England et al. 2012).

Ve vaječnicích se nachází folikuly v různé fázi vývoje, přičemž nejpočetněji jsou zastoupeny nejmenší folikuly – primordiální. Tyto folikuly obsahují oogonie a později se přeměňují na primární folikuly obsahující oocyty I. řádu. Tyto folikuly mají jen jednu vrstvu folikulárních buněk narozdíl od folikul sekundárních, u kterých se vyskytuje více vrstev folikulárních buněk. Vnitřní vrstva se nazývá corona radiata a tvoří ji buňky cylindrické. Glykoproteinový obal se nazývá zona pellucida. Poslední stádium vývoje folikulu je terciální (Graafův) folikul. Ve vaječniku se také vyvíjí žluté tělísko – corpus luteum (Fayrer-Hosken et al. 2000).

3.3.2 Pohlavní cyklus

Pohlavní neboli estrální, říjový cyklus je fyziologický děj, jenž se neustále opakuje a zapříčiňuje u fen změny v určitých částech pohlavní soustavy. Cyklus má také vliv na chování samice. Během tohoto období vzniká v těle feny ideální prostředí pro úspěšnou fertilizaci. Pohlavní cyklus se dělí do pěti částí, a to na proestrus, estrus, metestrus, diestrus

a anestrus. Tyto části mají určité příznaky, díky kterým je možné stanovit dobu, v níž může proběhnout oplození (Popesko 1992; Cunningham & Klein 2007).

Velká meziplenná rozmanitost zapříčiňuje, že doba mezi říjemi je velice rozdílná. Samotné feny mají obvykle dobu mezi říjemi během svého života neměnnou. Mimořádně se však vyskytnou případy, kdy dojde k onemocnění či nenadálému narušení estrálního cyklu. Obvykle se interval mezi háráními pohybuje mezi 22 a 47 týdny, průměr je 31 týdnů (England et al. 1999).

Hárání, které probíhá bez povšimnutí majitele, při kterém není patrný otok vulvy a fena při něm není přitažlivá pro opačné pohlaví, se nazývá skryté. Pro chovatele je jednodušší určit hárání, pokud se v chovu nachází samec, dále také u fen s krátkou srstí a u těch, které se hojně a důkladně čistí (Concannon 1980).

První fází estrálního cyklu je proestrus, což je období těsně před začátkem říje. Jedná se o množství fyziologických procesů, které souvisí se stimulací vaječnicků folikulostimulačním hormonem (FSH). Tyto procesy mají za následek dozrávání Graafových folikulů a růst děložní sliznice. Během této fáze se objevuje krvavě zbarvený výtok a fena se připravuje k reprodukci. V proestru se ve větší míře uvolňuje estrogen, což má za následek množství příznaků, jako je zvýšené prokrvení pohlavních orgánů samice, zduření vulvy, otevření hrdla a sekrece cervikálního hlenu. Přestože fena ještě není svolná ke krytí, touto dobou již přitahuje psy, ke kterým může být nejdříve agresivní. Celkově je neklidná, vzrušivá, snižuje příjem potravy a zvyšuje příjem vody, což má za následek častější močení. Toto období obvykle trvá přibližně 7-9 dní (Popesco et al. 1992; Kvapil & Kvapilová 2007; Concannon 2011; Fogle 2012).

Druhou fází cyklu je estrus, tedy říje, pro který je typické dozrávání folikulů (Concannon 2011). Otevírá se hrdlo dělohy a krvavý výtok nahrazuje hustý hlenovitý výtok, který je zbarven do žluta. V endometriu zesilují proliferativní změny a jsou přítomny výrazné kontrakce. Stejný proces se odehrává na sliznici vejcovodů. Dochází k snížené produkci estrogenu a granulované buňky započnou produkovat progesteron (Kustritz 2012). Redukovaná sekrece estrogenů vyvolává uvolnění luteinizačního hormonu (LH) z hypofýzy. Díky těmto dějům nastává ovulace. Estrus u fen zpravidla trvá 5-10 dní (Kvapil & Kvapilová 2007; Concannon 2011; Kustritz 2012).

U fen se fáze metestru nepopisuje a pro celou luteální fázi se obvykle používá pojem diestrus. Diestrus je období, během kterého se vyvíjí žluté tělísko a dokončují se změny na děložní sliznici, aby bylo možné přijmout oplozené vajíčko (Concannon 2011). Když nedojde k oplození, na vaječnicích dochází k regresi žlutého tělíska. Hladina progesteronu během diestru se nejdříve zvyšuje a potom následně opět klesá. Tento pokles představuje závěr diestru a nastává poslední fáze cyklu, tedy anestrus. Během anestru probíhá regenerace výstelky děložní sliznice, pokles hladiny hormonů a celkový pohlavní klid. Klidová fáze trvá přibližně 3-5 měsíců (Jöchle & Andersen 1977; Meyers-Wallen 2007; Kvapil & Kvapilová 2007; Concannon 2011).

3.3.3 Březost a porod

Fyziologický děj, který trvá přibližně 2 měsíce a během něhož dochází v těle samice k vývoji a růstu štěňat, se nazývá březost. Pro ideální průběh gravidity je nutné fenu zabezpečit náležitou stravu, a to již v období, které předchází samotnému krytí (Concannon 1986; Kvapil & Kvapilová 2007).

Březost samice nastává v momentu, kdy je vajíčko oplodněno spermií. K tomu dochází 2-3 dny po ovulaci, kdy je vajíčko schopné oplození, přičemž spermie jsou životaschopné až 6 dní. Vzhledem k tomu není vůbec jednoduché stanovit přesné datum oplození a gravidita se začíná počítat ode dne krytí. Průměrná délka březosti u psů je 63 dní a může být až o 5 dní delší či kratší (Concannon 1986; England et al. 2010). Pokud je březost kratší než 58 dní, označuje se porod za předčasný. Toto datum je důležité z hlediska vývoje štěňat, kdy v případě předčasného porodu nemusí být zcela vyvinut jejich plicní epitel. Pokud se tedy štěňata narodí před 58. dnem březosti, je možné, že nebudou schopna základních činností, jako je přijímání kyslíku, potravy nebo vyměšování se (Okkens et al. 1993; Kvapil & Kvapilová 2007; Fogle 2012).

Fertilizace probíhá ve vejcovodu a vajíčka ve stádiu moruly dále pokračují do dělohy. Následně se 3 dny volně pohybují v rohu na stejné straně a poté se další 3 dny pravidelně rozestupují do obou děložních rohů. Nidace nastává 18. den březosti. Touto dobou se také vyvíjí jednotlivé zárodečné listy a začíná se vytvářet pevné spojení plodové a mateřské části placenty (Concannon 1986; Kvapil & Kvapilová 2007).

Přibližně kolem 28. dne březosti již mají zárodky kulovitý tvar a děloha je ve tvaru růžence. V tomto období se obvykle dělá sonografické vyšetření pro potvrzení gravidity. Fena je však schopná touto dobou ještě zárodky vstřebat. Pokud je fena březí, obvykle se u ní vyskytuje čirý či lehce zbarvený hlenovitý výtok a struky jsou větší, tužší a růžovější, než je obvyklé. Obzvláště pak v druhé polovině gravidity se dutina břišní výrazně zvětšuje. Přibližně týden před porodem je možné nahmatat pohyby plodů a mléčná žláza je zřetelně zduřelá (Griffin & Baker 2002; Kvapil & Kvapilová 2007; Forsberg 2010; Purohit 2010)

Samotný porod probíhá ve třech fázích, a to v přípravné fázi, samotném porodu mláďat a vypuzení plodových obalů. Doba porodu je přibližně 2-24 hodin. Celková doba porodu se odvíjí mimo jiné také od počtu štěňat (Svoboda et al. 2001; Fogle 2012).

Samice mají několik dní před porodem specifické symptomy. Jedná se o celkové napětí, neustálé se přesouvání, preference klidu a pobyt v ústraní, případně nezvyklé pronásledování chovatele, opakovaná urinace, sekrece kolostra, zduření mléčné žlázy a otok zevního pohlavního ústrojí. Přibližně 12 až 36 hodin předtím, než začne porod, může dočasně klesnout tělesná teplota, a to cca o 1-1,5 °C. Těsně před porodem si fena ve velké míře olizuje vulvu, rychleji dýchá a může mít bolesti (Svoboda et al. 2001).

Během prvního stádia se chystají ideální podmínky pro vypuzení plodu, zprůchodňují se porodní cesty a plody se rovnají do porodní polohy. Tato fáze se nazývá přípravná a trvá obvykle 6-24 hodin. Čas přípravné fáze se může odvíjet od nervozity samice, což znamená že feny, které rodí poprvé, ji mají delší. Dále dochází k uvolnění pochvy, roztažení cervixu, vulva je zduřelá a objevuje se výtok hlenu z důvodu uvolnění hlenové zátky. Začínají být

pozorovatelné první stahy dělohy, jež jsou nepravidelné. Plody mají natažený krk i končetiny, zahajuje se proces zrání lůžka a placentární spojení se od vnějšího okraje začíná narušovat (Andersen 1957; Kvapil & Kvapilová 2007).

Druhá fáze je samotný porod štěnat, který trvá 3-12 hodin, ve výjimečných případech až 24 hodin. Mláďata by měla jít samostatně a postupně v intervalech 15-20 minut. Pokud je štěnat větší množství a fena je již značně unavená, tak u posledních štěnat se intervaly mohou prodlužovat. Jestliže je samice klidná a plodová voda neodtekla, většinou je vše v pořádku. Rozestup však může být maximálně 2-3 hodiny (Kvapil & Kvapilová 2007).

Plodové obaly jsou intenzivně vytlačovány na vnitřek cervixu silnými stahy děložní sliznice, ten se pod jejich tlakem otevírá. V tuto chvíli se břišní lis stahuje a neustále zesiluje vzhledem k tomu, že průchod děložním hrdlem je nejkritičtějším místem a štěně musí touto částí projít co nejrychleji. Majitel pozná, že plod vstoupil do děložního hrdla tak, že vlivem značného tlaku tekutiny v plodovém obalu dojde k jeho prasknutí a odtoku plodové vody. Je nutné, aby se mládě narodilo maximálně do jedné hodiny od odtoku plodové vody, v opačném případě by hrozil nedostatek kyslíku (hypoxie). Štěně se může narodit ve dvou polohách, a to přední, kdy vychází hlavička první, a zadní, při které nejdříve vychází z těla matky zadní končetiny štěněte. Nejpřirozenější a nejčastější je poloha přední. Ve chvíli, kdy se mládě narodí, matka překousne pupeční šňůru, očistí ho od plodových obalů a napomůže mu s dýcháním (Christiansen 1984; Svoboda et al. 2001).

Třetí fáze zahrnuje vypuzení plodových obalů a přímo navazuje na samotný porod. Placenta obvykle odchází přibližně do 5-15 minut po narození plodu, přičemž poslední placenta odchází 2-3 hodiny po posledním štěněti. Někdy je vypuzeno několik lůžek najednou, avšak poslední placenta musí z těla matky odejít do 6-12 hodin po posledním plodu. V opačném případě se placenta může v těle matky rozkládat a způsobit infekci. Poté, co se narodí jednotlivá mláďata, je matka olíže a přerušuje pupeční šňůru. Olizováním fena odstraní plodové obaly a stimuluje dýchání u štěněte. Placentu fena většinou požírá. Reprodukční soustava feny by měla být ve stavu v jakém byla před březostí přibližně do 13-14 týdnů od porodu (Concannon 1986; Kvapil & Kvapilová 2007).

Mláďata jsou narozena osrstěná, na bříšku však mají srst velice řídkou. Po narození nemají zuby, jejich zvukovody i oční víčka jsou uzavřeny a k otevření dochází až v pozdější vývojové fázi, přibližně kolem 11.-21. dne života (Miglino et al. 2006; Kim & Son 2007). Váha, s jakou se štěňata narodí, záleží na plemenné příslušnosti. U menších plemen je to cca 100-200 gramů, u větších plemen může dosahovat 300-500 gramů. Isabel Alves ve své studii (2020) uvádí rozpětí porodní váhy 70-1000 gramů, kdy nejnižší porodní váhu měl yorkšírský teriér a nejvyšší neapolský mastin. Pokud se stane, že fena porodí jen jediné štěně, je možné, že bude mít až dvojnásobek váhy, než by tomu bylo tak, kdyby se štěnat narodilo víc (Bigliardi et al. 2013).

Jestliže dojde v jakékoli fázi porodu ke komplikaci, je nutné fenu okamžitě převést k veterinárnímu lékaři. Pokud k tomu dojde, je běžně proveden císařský řez. Císařský řez se u psů provádí pravidelně jen u pár plemen (např. buldok, který má pánev menší než hlavu) a až na výjimečné situace, jako je fraktura pánve březí samice či jiné abnormality, se neplánuje. K neplánovanému císařskému řezu se nejčastěji přistupuje, jestliže mládě není ve

správné poloze nebo je moc velké. K císařskému řezu se přistupuje rovněž v situaci, kdy nejsou zřejmé stahy dělohy, pokud je samice již příliš slabá nebo když plody nemají optimální srdeční frekvenci (Traas 2008; Walsh 2008).

Protahovaný, nepostupující, obtížný průběh porodu, tzv. dystokie, je problémem, který zvyšuje riziko mrtvě narozených štěňat či úhynu matky. Dle Cornelius et al. (2019) je výskyt dystokie ovlivněn především velikostí vrhu. Nejčastěji byl komplikovaný porod pozorován u malých vrhů s méně než pěti štěňaty, poté u vrhů s více než devíti štěňaty a nejméně se dystokie v této studii vyskytovala u středně velkých vrhů. Riziko nepostupujícího porodu se dále zvyšovalo také s rostoucím věkem matky.

Prevence komplikovaného porodu a následného císařského řezu zahrnuje vhodnou vyváženou stravu. Fena v období březosti spotřebuje větší množství energie a je tedy vhodné přejít na krmivo pro březí feny. Vyšší příjem kalorií by však neměl způsobovat obezitu. Běžnou chybou chovatelů je pak přidávání příliš vysokých dávek vápníku do krmiva. Rozumný přístup k používání doplňků stravy a uplatňování správných krmných postupů jsou důležité body při poskytování optimální péče o březí fenu. Fena by měla být před krytím v dobré fyzické kondici a během gravidity by měla mít přiměřenou fyzickou zátěž. Před samotným porodem je důležité včas připravit místo k porodu a minimalizovat tak stres feny (Datz 2011; Uchanska 2022).

3.3.4 Neonatální mortalita

Neonatální období u štěňat trvá přibližně 2-3 týdny. Dle mnohých studií je toto období pro štěňata velice rizikové a vyskytuje se vysoká úmrtnost mláďat. Ve většině případů se jedná o vypuzení mrtvého mláďete či úmrtí v prvním týdnu života. Příčinou mohou být porodní komplikace, nadměrná délka porodu, špatná péče ze strany feny, malé množství mléka, infekce či vrozené vady (Andersen 1957; Bowden et al. 1963; Blunden 1998).

V prvních dnech jsou mláďata naprosto závislá na péči matky. Štěňata mají špatnou termoregulaci a nejsou schopna si navodit periferní vasokonstrikci ani se chvět při příliš nízké teplotě. Štěňata jsou ohrožena mimo jiné dehydratací, v podstatě nemají žádné energetické zásoby, jejich játra jsou při tvorbě energie neefektivní a mají zvýšené riziko hypoglykemie (Chandler 1990; Blunden 1998).

3.4 Reprodukční biologie psa

Pohlavní orgány psa se skládají z kopulačního orgánu, pohlavních žláz, přídatných pohlavních žláz a vývodových cest. Samčí pohlavní ústrojí tvoří pyj, varlata, nadvarlata, šourek, chámovody a přídatné pohlavní žlázy.

3.4.1 Pohlavní ústrojí psa

Pyj umožňuje přenos semene do reprodukčních orgánů samice a současně má i odvodnou funkci. Má specifickou stavbu, jež umožňuje vzpřímení a zpevnění penisu pro jeho snadné zasunutí do pohlavních orgánů feny (Marvan 1992). Penis je tvořen dvěma částmi, a to kořenem pyje a tělem pyje. Má válcovitý tvar a u obřích plemen psů může

dosahovat délky až 25 cm a šířky až 3 cm. Velikost penisu se ovšem odvíjí od velikosti plemene. Penis je v klidovém stavu zcela překryt předkožkou, která je ochlupená a kůže předkožkového vaku je volná (Najbrt et al. 1982). Přední část penisu je vyztužena pyjovou kostí. Erekcí způsobuje zvýšení tlaku krve v dutinkách topořivého tělesa penisu, přičemž u samců ke konečné fázi erekce dojde až po jeho zasunutí do pochvy a během kopulace je pyj v pochvě zafixován, tzv. svázání (Reece 1998).

Varlata jsou párové pohlavní žlázy, které mají dvě základní funkce, a to tvorbu spermií v točitých semenotvorných kanálcích (exkretorická činnost) a tvorbu androgenů v intersticiálních buňkách Leidigových (inkretorická činnost). Jsou umístěna v šourku vně tělní dutiny (Gamčík et al. 1992). Kolem varlat se nachází bělavý obal neboli bělavá blána, což je silná vrstva hustého kolagenního vaziva, jež tvoří okolo křehkého parenchymu varlat pevné pouzdro. Přes tenkou serózní vrstvu prosvítá rozvětvená vlnitá struktura krevních cév (Marvan 1992; Reece 1998). Varlata mají kulovitý tvar a jejich umístění v šourku je šikmé nejdelší osou, tzn. ocasním koncem, dorzokaudálně. Štěňata mají varlata malá a jsou umístěna v dutině břišní (Gamčík et al. 1992).

Na varlata nasedají nadvarlata, která mají za funkci ukládání zásob, shromažďování spermií. U nadvarlat rozlišujeme hlavu, tělo a ocas nadvarlat. V semenotvorných kanálcích varlat se tvoří spermie, které jsou poté vyplavovány do nadvarlete, kde dochází k resorpci tekutiny a zahuštění spermií v hlavě nadvarlete (Gamčík et al. 1992; Marvan 1992). V těle nadvarlete se spermie setkávají s prostředím bohatým na tuky a další látky, které zlepšují odolnost jejich povrchových membrán. Ocas nadvarlete, který má kuželovitý zaoblený tvar, funguje hlavně jako prozatímní rezervoár, kde se hromadí spermie před ejakulací. Hlavní funkcí nadvarlat je tedy hromadění spermií a jejich ukládání do zásob. Spermie v nadvarlatech také získávají schopnost pohybu. Delší životaschopnost spermií zajišťuje nižší hladina kyslíku a vyšší hladina oxidu uhličitého v nadvarlatech (Gamčík et al. 1992; Reece 1998).

Varlata a nadvarlata se nachází v kožním vaku zvaném šourek, který se vytvořil vychlípáním břišní stěny a díky tomu má i podobnou stavbu. Kůže šourku u psa je pigmentovaná, tenká, opatřená potními žlázami a jemným ochlupením. V šourku se nachází tunica dartos, tedy podkožní elastická vrstva, která tvoří přepážku v mediální rovině. Tato elastická vrstva je citlivá na změny teplot a při ochlazení se smršťuje a přispívá tak k termoregulaci, jež je nutná ke spermiogenezi. Za chladných podmínek se kontrahuje hladká svalovina a tím dochází k přiblížení varlat k břišní stěně. Funkcí šourku je především udržování optimální teploty pro tvorbu spermií, to je o 3-5 °C méně, než je tělesná teplota samce. Nižší teplotě v šourku napomáhá ochlazování krve v tepnách za pomoci chladnějších vén a také absence podkožního tuku (Reece 1998; Marvan 1992).

Na kanálek ocasu nadvarlat plynule navazuje chámovod, což je tlustostěnný kanálek, který u psa spojuje nadvarlata a močovou trubici. Od ocasu nadvarlete pokračuje šourkovou dutinou, tříselným kanálem a břišní dutinou až do dutiny pánevní (Věžník et al. 2004). Jedná se o párový orgán, který je tvořen sliznicí, serózou a většina jeho průměru připadá na vrstvu svalové stěny. Svalovina je uspořádána do hustých protáhlých spirál (Marvan 1992). Sliznice je kryta cylindrickým dvouřadým epitelem, který je složený z cylindrických buněk

a bazálních buněk. Epitel obsahuje velké množství sekretoricky aktivních buněk. Chámovod je obklopen semenným provazcem, a to od výstupu z nadvarlete až po jeho průchod tříselným kanálem. V semenném provazci jsou obsaženy především nervy, krevní cévy a lymfatické cévy. Poté, co semenný provazec projde tříselným kanálem, se chámovod oddělí a pokračuje do pánevní dutiny na dorsální stranu močového měchýře (Gamčík et al. 1992; Reece 1998). Pes se řadí do skupiny samců, u kterých se nenachází ampule chámovodu. Spermie se tedy při ejakulaci rovnou z ocasu nadvarlete dostávají chámovodem do močové trubice (Jelínek & Koudela 2003).

Přidatné pohlavní žlázy se nachází v pánevní oblasti. U psa je vyvinuta pouze jedna přidatná žláza – prostata. Prostata neboli předstojná žláza, se skládá z tubuloalveolárních žlázek, hladké svaloviny a vazivového stroma. Tato žláza se nachází v polovině pánevní dutiny a obklopuje močovou trubici, do které vyúsťuje množstvím vývodů (Gamčík et al. 1992; Věžník et al. 2004). Prostata je kulovitěho tvaru a produkuje se v ní podstatná část ejakulátu, a to semenná plazma. Dále se podílí spolu se spermii a výměšky nadvarlat na tvorbě semene (Marvan 1992; Jelínek & Koudela 2003). Hlavní funkcí prostaty je vytváření příznivého prostředí pro spermie nejen v močové trubici a chámovodu, ale také v pohlavních orgánech feny. Výživu spermii obstarávají volné aminokyseliny. Prostata obsahuje také antikoagulační enzymy a poměrně vysoký podíl anorganických solí, jež zajišťují stálý osmotický tlak v semeni (Jelínek & Koudela 2003). Zvětšení předstojné žlázy může zapříčinit neprůchodnost močové trubice (Reece 1998). U starších samců se vyskytuje benigní hyperplazie prostaty (Cochran et al. 1981).

3.5 Velikost vrhu

Velikost vrhu je popsána jako součet, jak živě narozených štěňat, tak i mrtvě narozených (Borge et al. 2011). Z důvodu předcházení nenadálých událostí, jako je např. potrat, je podstatné, aby byly zmapovány faktory, které ovlivňují velikost vrhu u jednotlivých plemen. Jestliže budou definovány faktory a jejich působení na velikost vrhu, je možné se dle nich řídit a tím ovlivnit i samotný průběh porodu (Indrebø et al. 2007; Vallet et al. 2012).

3.5.1 Poměr pohlaví

Poměr pohlaví ve vrhu může být ovlivňován několika faktory, jako je velikost vrhu nebo věk rodičů (Martins et al. 2019). Trivers & Willard (1973) uvádí, že starší samice mají větší množství fen než psů. Vysvětlují to tím, že pro samčí embrya je nutné větší množství glukózy než pro samičí, a jestliže hladina glukózy u matky kolísá nebo je nízká, jsou samčí zárodky více náchylné k úmrtí v pohlavních cestách. To může být příčinou toho, že starší samice měly větší počet dcer než synů.

Dle novější studie (Martins et al. 2019) je poměr pohlaví ovlivněn tím, když je mladá fena chována v domácnosti s jinými staršími samci, přičemž velikost vrhu nehraje žádnou roli. V tomto případě produkovaly takovéto samice více synů než dcer.

Některé studie však uvádí, že věk matky nijak zásadně neovlivňuje poměr pohlaví ve vrhu (Gavrilovic et al. 2008; Alberghina et al. 2021).

Dolf et al. (2008) ve své studii uvádí, že u prasete i psa je výskyt kryptorchismu ve vrhu spojen s výrazně vyšším výskytem samčích potomků ve vrhu. Z této studie vyplývá, že kryptorchismus a poměr pohlaví ovlivňuje společný mechanismus.

3.6 Faktory ovlivňující velikost vrhu

Četnost vrhu je ovlivněna množstvím okolností, mezi které patří především plemenná příslušnost rodičů, velikost matky, věk matky a otce, metoda páření či parita feny. Dále mohou četnost vrhu také ovlivňovat faktory vnějšího prostředí, jako je roční období, délka světelného dne či venkovní teplota. Pro ideální vývoj plodů je také důležitá kondice matky, fyzická zátěž v období březosti, zdravotní stav feny nebo stres, kterému je fena vystavena v době březosti a porodu. Co se týká kondice matky, tak podvyživené matky mají vyšší riziko ohrožení zdraví mláďat. Obézní samice naopak obtížně zabřezávají a jejich vrhy jsou menší. Dalším faktorem je i počet krytí během estrálního cyklu, kdy během jedné říje je možné nechat fenu krýt vícekrát, což by dle některých studií mělo mít dopad v podobě většího počtu štěňat (Johnson 2008; Borge et al. 2011; Schrack et al. 2017).

3.6.1 Věk rodičů

Věk rodičů je uváděn jako věk v den narození vrhu a je vypočtený jako rozdíl mezi datem narození vrhu a datem narození rodičů (Borge et al. 2011; Axner et al. 2022). První hárání feny je obvyklé během 6.-18. měsíce jejího života, přičemž přesné období závisí především na plemeni (Wildt et al. 1978). Mezinárodní kynologická organizace (FCI – Fédération Cynologique Internationale) uvádí, že feny malých a středních plemen, tzn. do 50 cm výšky, mohou být nakryty nejdříve v 15 měsících a feny velkých plemen, tzn. nad 50 cm kohoutkové výšky, mohou být poprvé nakryty v 18 měsících. Českomoravská kynologická unie (ČMKU) uvádí minimální věk pro krytí feny malých a středních plemen do 50 cm 14 měsíců. U velkých plemen nad 50 cm je uveden věk 17 měsíců. U českého strakatého psa je možné využívat fenu k chovu od 18 měsíců do jejích 8 let, psa je možné použít od dosažení 18 měsíců věku neomezeně.

Většina studií se shoduje v tom, že mladší feny mají početnější vrhy než ty starší. Hranice věku, ve kterém začnou mít feny horší plodnost se nicméně u různých studií liší. Dle Robinson (1973) mají maximální velikost vrhu feny, kterým jsou 2 roky a průměrná početnost vrhu je vyšší u mladých fen. Po dovršení věku 3 let se reprodukční schopnost feny zhoršuje a její vrhy jsou méně početné.

Ve starším výzkumu z laboratorního prostředí, kde byla pozorována skupina biglů, byl sledován dopad věku matky na velikost vrhu. Dle dostupných výsledků lze konstatovat, že nejpočetnější vrhy měly jednoleté feny a od 3 let věku se snižoval počet štěňat ve vrhu každých 100 dní věku o 5 % (Andersen, 1965). U laboratorních chovů biglů bylo doporučeno, aby se feny starší 5 let již nepoužívaly k chovu, vzhledem k malému počtu štěňat ve vrzích (Strasser & Schumacher 1968). Naopak u psů šlechtěných k výstavním či pracovním účelům, je vzhledem k preferenci kvality před kvantitou vhodné využívat v chovu jedince, kteří mají bezvadné potomky, dokud je to možné (Kaiser 1971).

Ve studii Kock (1984), v níž byl sledován německý dlouhosrstý ohař, také došlo k poklesu početnosti vrhu s narůstajícím věkem matky. Borge et al. (2011) analyzovali data získaná z Norského Kennel klubu a taktéž prokázali, že existuje vztah mezi věkem matky a početností vrhu. Do studie bylo zahrnuto celkem 224 plemen a 10 810 registrovaných vrhů. V první nepodmíněné analýze, ve které byla zahrnuta všechna plemena, nebyl žádný zřetelný trend. Ukázalo se však, že existuje významný vztah mezi věkem a velikostí plemene, kdy věk matky ovlivňoval různé velikostní skupiny rozdílně. Malá plemena měla menší počet štěňat ve vrhu, pokud byly matky velmi mladé nebo naopak velmi staré. Nejpočetnější vrhy u malých plemen se tedy vyskytovaly u středně starých fen. U velkých plemen naopak nízký věk matky vrhy nezmenšoval a počet štěňat ve vrhu klesal se zvyšujícím se věkem matky.

Ve Švédsku, kde byla analyzována data pro plemeno švédský baset, se ukázalo, že feny, jež měly první vrh až ve čtyřech letech, měly méně početné vrhy než matky, jimž se narodil první vrh v nižším věku. Početnost vrhů se zmenšovala, pokud fena dovršila věku 5 let (Gavrilovic et al. 2008). Polat et al. (2015) tvrdí, že velikost vrhů se snižuje již ve 4 letech feny.

Věk otce a matky má vliv na počet štěňat ve vrhu a obecně se zvyšujícím se věkem je reprodukční schopnost rodičů horší a velikost vrhů se zmenšuje (Anderson et al. 1973; Martins et al. 2019; Axner et al. 2022). Feny, kterým je 6 a více let, mají obtížnější porody, u kterých může ve větší míře dojít ke komplikacím. Častěji se u nich vyskytuje onemocnění dělohy či problémová samotná březost (Ozcan et al. 2009). Starší matky mají ve srovnání s mladšími menší vrhy, jejich mláďata se rodí v horší kondici a dochází častěji k úhynu štěňat. Štěňata se v tomto případě narodí mrtvá nebo musí být po porodu utracena (Mandigers et al. 1994; Schrack et al. 2017). Výsledky studií, které se zaměřují na vliv věku feny na úmrtnost štěňat, ovšem nejsou shodné a vyšší věk feny tak nemusí být nutně spojován s větším množstvím uhynulých štěňat ve vrhu.

Je nutné však brát v potaz, že výsledky z výzkumů, které byly provedeny v laboratorních podmínkách, nelze zcela porovnávat s výsledky ze studií, jež byly získány od psů chovaných v domácím prostředí jako společníci. U laboratorních zvířat se páření provádí každou říjí nebo každý rok a feny chované v těchto podmínkách mají obvykle daleko větší množství vrhů, než je běžné u fen chovaných pro jiné účely. Velká část majitelů, předtím než zvíře uchovní, se psy provozuje různé sporty, zkoušky výkonnosti nebo je používá pro práci. To znamená, že ne všichni psi byli po dosažení pohlavní dospělosti ihned využíváni k chovu. Je tedy nutné brát v úvahu rozdílnost ve využití psů v různých podmínkách a následný možný vliv na jejich reprodukční schopnost (Kaiser 1971; Krackow & Gruber 1990; Gupta et al. 2022).

Výživa, metoda chovu, řízení chovu, prostředí, ve kterém jsou rodiče chováni, a také velikost psů má vliv na to, v jakém věku jsou psi schopni se rozmnožovat. Velikost plemene a zejména velikost těla matky je důležitým faktorem ve vztahu mezi věkem rodičů a početností vrhu. Různá plemena mají odlišný věk, ve kterém dosahují pohlavní dospělosti, a také odlišný průměrný věk dožití. Pearson (1931) popisuje tzv. kritický věk, který by měl představovat jakousi věkovou hranici, po jehož překročení klesne průměrná početnost vrhu

minimálně o 15 % vzhledem k průměrné početnosti vrhu u daného plemene. Tato věková hranice je u každé skupiny plemen, vzhledem k jejich velikosti, jiná.

U menších plemen do 50 cm mají mladé a staré feny různých plemen tendenci mít méně početné vrhy (Borge et al. 2011). Příčinou, proč mají velmi mladé feny menší počet štěňat ve vrhu, může být menší děloha. Naopak důvodem menších vrhů u starších matek může být již méně elastická děloha (Andersen 1957; Thomassen et al. 2006; Borge et al. 2011). Dle obsáhlé studie Schrack et al. (2017) je u velkých plemen více výrazný vliv věku feny na početnost vrhu. Tento výsledek ovšem může být ovlivněn tím, že u velkých plemen je rozdíl lépe viditelný oproti menším plemenům, protože velká plemena mají v průměru početnější vrhy (Borge et al. 2011; Goleman et al. 2015; Schrack et al. 2017).

3.6.2 Příbuzenská plemenitba

Příbuzenská plemenitba (inbreeding) je šlechtitelská metoda, jež je dlouhodobě využívána, i když v současné době již v omezeném měřítku. O inbreeding se jedná, pokud rodiče mají v rodokmenu společného předka a jsou si tedy v nějaké míře příbuzní. Potomci takovýchto rodičů jsou označováni jako inbrední (Snustad & Simmons 2015). Vzhledem k samotné popularitě chovu psů se studují i faktory, které ovlivňují jejich zdraví a schopnost reprodukovat se, mezi které se řadí i příbuzenská plemenitba. Problém vysoké míry inbreedingu se vyskytuje především u plemen, u nichž byl kladen důraz na selekci a využíval se tak malý počet plemeníků, kteří odpovídali daným fenotypovým požadavkům (Farrell et al. 2015). Mezi nejvýznamnější negativní důsledky příbuzenské plemenitby se řadí i znaky spojené s reprodukční schopností, kdy vyšší úroveň inbreedingu může mít za následek zmenšení velikosti vrhu nebo zhoršení kvality laktace (Falconer & Mackay 1996).

Leroy et al. (2015) uvádí, že počet štěňat ve vrhu lze vnímat jako ukazatel schopnosti se reprodukovat, zejména pak spojený s reprodukční kapacitou fen. V jejich studii, do které byla zapojena různá plemena, byla příbuzenská plemenitba faktorem, jenž negativně ovlivnil velikost vrhu.

Urfer (2009) publikoval studii, v níž analyzoval vrhy u plemene irský vlkodav. Došel k závěru, že koeficient příbuzenské plemenitby vrhu nemá vliv na počet jedinců ve vrhu. Kania-Gierdziewicz & Palka (2019) analyzovali vrhy u německého ovčáka, zlatého retrívra, labradorského retrívra, bigla a podhalaňského ovčáka v Polsku. Koeficient příbuzenské plemenitby rodičů měl významně negativní vliv na velikost vrhu jen u podhalaňského ovčáka, u kterého se také vyskytovalo největší procento inbredních jedinců. Dále také uvádí, že chovatelé v současné době jednoznačně preferují spojení jedinců, kteří si nejsou příbuzní.

Schrack et al. (2017) sledovali v letech 1986-2013 populaci entlebušského salašnického psa a velikost vrhů v těchto letech. Z jejich výsledků naopak vyplývá, že zvýšení koeficientu příbuzenské plemenitby o 1 % snižuje počet štěňat ve vrhu o 0,09 štěněte.

Ve studii Chu et al. (2019) byl sledován výskyt inbreedingu v chovu zlatého retrívra. Jejich výzkum prokázal, že existuje vztah mezi příbuzenskou plemenitbou a velikostí vrhu. Mimo to se ukázalo, že inbreeding souvisí také s průměrnou kohoutkovou výškou jedinců. Chu et al. (2019) uvádí, že koeficient inbreedingu matky je v negativní korelaci s velikostí

jejího vrhu. Matky s nízkým koeficientem inbreedingu tedy měly větší vrhy než matky s vysokým koeficientem inbreedingu.

Andrade et al. (2021) analyzovali populaci plemene německý špic a publikovali studii, ve které uvádí, že inbreeding má významný negativní vliv na reprodukční schopnosti u tohoto plemene. Koeficient inbreedingu matky se ukázal jako významný faktor, který ovlivňuje počet štěňat ve vrhu. Ovšem jako nejvýznamnější se ukázal koeficient příbuzenské plemenitby vrhu. Významný vliv inbreedingu na velikost vrhu potvrzuje Eleryd (2022) ze Švédska. Ve studii odchovů u shetlandského ovčáka prokázala, že koeficient příbuzenské plemenitby vrhu má výrazný negativní vliv na počet štěňat ve vrhu, zatímco u koeficientu inbreedingu matky nebyl zjištěn žádný významný vliv. Eleryd v této práci dále uvádí pozitivní efekt na velikost vrhu u koeficientu příbuzenské plemenitby otce.

Příbuzenské páření tedy může mít vliv na plodnost psů, zejména při páření blízce příbuzných jedinců. Windig et al. (2022) sledovali četnost páření blízce příbuzných jedinců v Holandsku v letech 1997-2018. Výrazně nižší velikost vrhů pozorovali pouze u spojení vlastních sourozenců nebo potomků s rodiči.

3.6.3 Velikost plemene

Je zřejmé, že napříč různými plemeny psů velikost těla fenky ovlivňuje první říji i frekvenci estrálního cyklu. Velikost plemene, respektive těla matky, je rozhodující i při počtu štěňat, jež je schopna donosit a porodit. Průměrná velikost vrhu tedy koreluje s velikostí plemene. Dle Borge et al. (2011) lze psy rozřadit na 5 skupin podle jejich hmotnosti. Plemena do 5 kilogramů jsou označována jako miniaturní, 5-10 kilogramů jako malá, 10-25 kilogramů střední, 25-45 kilogramů velká a plemena s hmotností přes 45 kilogramů jako obří. Jak to tvrdí Schrack et al. (2017), lze plemena rozřadit i na základě kohoutkové výšky do tří základních skupin na malá plemena, střední a velká.

Počet štěňat ve vrhu se tedy zvyšuje s velikostí plemene od miniaturních po obří plemena. Výsledkem výzkumu, který zahrnoval 100 nejčastěji chovaných plemen a sledoval početnost vrhů vzhledem k velikosti plemen, bylo, že u miniaturních plemen byl průměrný počet štěňat ve vrhu 3,5, u malých psů 4,2, u středních 5,7, u velkých plemen 6,9 a u obřích plemen psů 7,1 štěňate (Borge et al. 2011).

Schrank et al. (2019) ve své studii tvrdí, že existuje vztah mezi hmotností těla fenky a hmotností všech štěňat, bez závislosti na hmotnosti jednotlivých štěňat. Celý vrh váží tedy přibližně 10 % hmotnosti matky.

U lidí existují vědecké práce s výsledky dokazující významný vliv porodní hmotnosti na prospívání a úmrtnost u novorozenců. U psů je normální porodní hmotnost špatně definovatelná kvůli velké morfologické variabilitě mezi plemeny, jejich velikosti a hmotnosti. Porodní hmotnost mláďat je zcela jistě ovlivněna velikostí matky a její hmotností. Štěňata s nejnižší porodní hmotností se rodí fenám velikosti toy, tzn. miniaturní. Porodní hmotnost také souvisí s velikostí vrhu i plemenem (Groppetti et al. 2015).

Ve své práci Groppetti et al. (2015) uvádí, že se porodní hmotnost neliší mezi živě a mrtvě narozenými štěňaty. Nicméně u mláďat, která uhynula do 24 hodin po porodu, byla průměrná porodní hmotnost výrazně nižší.

3.6.4 Sezóna porodu

Pohlavní dospělost u fen, tedy i první estrus, se liší dle plemenné příslušnosti. Nejčastěji se první říje vyskytne během 8-12 měsíce života, nicméně může být pozorována od půl roku věku feny až do dvou let s tím, že malá plemena dospívají dříve a větší plemena později (Feldman & Nelson 2007; Elmaz et al. 2008). Estrus může u fen probíhat ve všech ročních obdobích. Reprodukční cyklus u fen není přímo závislý na ročním období, ale především na venkovní teplotě (Polat et al. 2015). V průběhu studia vlivu sezóny porodu na velikost vrhu je nutné brát v potaz, v jakém klimatickém pásmu pozorování probíhá.

Woodroffe et al. (2017) provedli studii, která se zaměřila na změnu klimatu a vliv rostoucí teploty na pravděpodobně nejvíce postižené druhy. Pes hyenový je tropický druh a vykazuje vlastnosti ideální k předpovídání zranitelnosti druhů vzhledem ke zvyšující se teplotě okolního prostředí. Při pozorování v prostředí s vyšší teplotou se zkracovala doba, kterou smečka strávila hledáním potravy, a to zejména v období odchovu mláďat. Na všech pozorovacích místech měly smečky, které odchovávaly štěňata v teplejším prostředí, méně mláďat než ty smečky, které odchovávaly štěňata při nižších teplotách. V Keni se také ukázalo, že při vyšších okolních teplotách je taktéž interval mezi jednotlivými porody delší než v chladnějším prostředí.

Práce Chatdarong et al. (2007), jež byla provedena v tropických klimatických podmínkách, zahrnovala celkem 53 plemen a sledovala estrální cykly, délku březosti, velikost vrhu a porodní váhu štěňat. U této studie z Thajska byla říje sledována po celý rok bez významného rozdílu, stejně tak i počet štěňat nebyl výrazně ovlivněn sezónou. Nejvíce ovulací bylo zaznamenáno v listopadu, nejméně v březnu a dubnu. Nejpočetnější vrhy se rodily v březnu. Významný rozdíl ve velikosti vrhu nebyl v ostatních měsících pozorován.

Další studie, která byla provedena ve Švédsku, ukázala, že v zimních a jarních měsících probíhá největší množství porodů, tzn. krytí během podzimních měsíců. Pozorování ovšem neukázalo, že by období krytí či porodu mělo vliv na velikost vrhu (Gavrilovic et al. 2008). V Keni byla provedena studie na plemeni německý ovčák, která měla za cíl zjistit, zda je velikost vrhu ovlivněna ročním obdobím. V této studii se ukázalo, že u celkem 798 pozorovaných fen se vyskytuje sezónnost s vrcholem v dubnu a říjnu. Velikost vrhu nebyla závislá na ročním období (Mutembei et al. 2000).

Sezónnost byla pozorována i u počtu zralých oocytů. V práci, kterou zveřejnili Hossein et al. (2007), byla studována parita fen a sezónnost ovulovaných oocytů. Celkem bylo množství získaných oocytů největší během jarních měsíců, ovšem největší podíl použitelných zralých, oplození schopných oocytů, byl v podzimních měsících. Dále bylo větší množství zralých oocytů získáno od fen, jež dříve už rodily.

Dalším sezónním faktorem je délka světelného dne, jež mění chování mnoha druhů zvířat, a to i reprodukčního chování (Chemineau et al. 2008). Ve studii ze severní Indie

(Chawla & Reece 2002) je uvedeno, že nejvíce březích fen a nejpočetnější vrhy byly sledovány v podzimních a zimních měsících.

Další výzkum z Mexika, který byl proveden na fenách nalezených na ulici, byl zaměřen také na sezónnost samic a změnu délky světelného dne a období. V této studii neprokázali sezónnost fen, nicméně i zde se ukázalo, že v nejteplejších a zároveň nejsušších měsících bylo zaznamenáno výrazně nižší množství štěňat ve vrhu, což bylo nejspíš zapříčiněno vstřebáním plodů (Ortega-Pacheco et al. 2007).

Axnér et al. (2022) v jejich práci uvádí, že sezóna významně ovlivnila jen postnatální úmrtnost štěňat. Autoři uvádí, že pozorovali nejnížší úmrtnost štěňat v zimě, na rozdíl od Schracka et al. (2017), kteří v zimě sledovali naopak nejvyšší úmrtnost štěňat. Vzhledem k tomu, že úmrtnost štěňat je výrazně vyšší ve větších vrzích, lze rozdíly mezi studii přičítat většímu počtu uhynulých štěňat ve větších vrzích.

V tropických oblastech má letní období nepochybně vliv na reprodukční aktivitu. Delší délka dne je dle Chatdarong et al. (2007) faktorem, který zvyšuje možnost výskytu říje u fen. Dle některých studií (Gavrilovic et al. 2008; Borge 2011) je nejmenší průměrná velikost vrhu a počet vrhů na jaře a největší v zimě. Olsson et al. (2022) naopak uvádějí, že nepozorovali žádné sezónní rozdíly v počtu oocytů, kvalitě oocytů ani četnosti těhotenství. S touto studií se shodují i autoři z Velké Británie, kteří uvádí, že nepozorovali ani sezónnost říje (Wigham et al. 2017). Ve švédské studii na irských vlkodavech Urfer (2009) popisuje, že během jara se narodilo zvýšené množství vrhů, ovšem nepozoroval žádný sezónní vliv na velikost vrhu.

Na reprodukci psů může mít vliv také umělé osvětlení, a to zejména v zimních měsících. Výsledkem využívání umělého osvětlení může být až úplné utlumení jakékoli sezónnosti říje. Je nutné brát v potaz, že sezónní změny v počtu štěňat ve vrhu mohou být zapříčiněny řadou jiných faktorů jako je způsob krmení, fyzická aktivita, typ chovu či způsob krytí (Wigham et al. 2017). Například ve výzkumu Forsberg (1999) byl pozorován sklon k sezónnosti u uměle inseminovaných fen významný. Sperma bylo odebíráno rovnoměrně během sezóny a feny byly inseminovány také rovnoměrně během celého roku. Nicméně výsledky ukázaly, že u čerstvého, chlazeného i zmrazeného spermatu byla nejnížší plodnost v měsíci červenci.

Výsledky různých studií, obzvláště z mírných oblastí, jsou značně rozporuplné a je možné, že tyto rozdíly jsou způsobeny odlišným přístupem k chovu psů v jednotlivých zemích (Wigham et al. 2017).

3.6.5 Parita feny

Faktorem, který ovlivňuje početnost vrhu, může být také parita matky, tzn. celkový počet narozených vrhů feně do současné doby, a to počítaje i zrovna narozený vrh (Borge et al. 2011; Schrack et al. 2017; Wei et al. 2018). Tento faktor je v některých studiích považován za jeden z těch nejvýznamnějších. Optimální situace je, pokud má matka jeden vrh za rok, ovšem je přípustné, aby fena měla nanejvýše tři vrhy během dvou let (Vyhláška č. 21/2013 Sb).

Dle studie plemene drever (Gavrilovic et al. 2008), která proběhla mezi lety 1995-2006, je pořadí vrhu u feny významným faktorem ovlivňujícím velikost vrhu. Dle získaných dat se počet štěňat ve vrhu zvyšoval od prvního do třetího vrhu u feny, poté začal klesat. Nejvýznamnější rozdíl byl mezi prvním a druhým vrhem, kdy druhý vrh byl průměrně nejpočetnější. Trend, kdy se zvyšuje počet štěňat ve vrhu od prvního do třetího vrhu a následně se u čtvrtého a dalších vrhů významně sníží velikost vrhu, potvrzuje i řada starších publikací (Rowlands et al 1950; Andersen 1965; Mandigers et al. 1994). Urfer (2009) naopak uvádí, že údaje, které nashromáždil ve Švédsku u plemene irský vlkodav, ukazují významný negativní vliv mateřské parity na velikost vrhu. Ve Švédsku byla provedena další studie na plemeni bernský salašnický pes a autoři uvádí, že pořadí vrhu u feny mělo významný vliv na velikost vrhu. Feny, kterým se narodil první vrh ve 4 letech, měly výrazně menší vrhy než feny, kterým se ve stejném věku narodil druhý až čtvrtý vrh (Axnér et al. 2022). Eleryd (2022) analyzovala odchovy shetlandského ovčáka, který je jedním z nejběžnějších plemen ve Švédsku a má zde trvale nízký počet štěňat ve vrhu (3,0-3,4 štěněte/vrh). K analýze byla použita data z 10 443 vrhů z let 1980-2021 a mezi nejvýznamnějšími faktory ovlivňující velikost vrhu byla uvedena i parita feny.

S tímto názorem jsou v rozporu Seki et al. (2010), kteří provedli studii na biglech, kdy se podle získaných dat ukázalo, že neexistuje vztah mezi pořadím vrhu u feny a velikostí vrhu. Velmi obsáhlá studie Schrack et al. (2017) s tímto názorem souhlasí a zmiňuje, že výsledky z různých studií jsou velmi rozporuplné.

3.6.6 Délka březosti

Gestace, respektive březost, je období mezi krytím a porodem. Údaje, které jsou popisovány v odborných publikacích, nejsou jednotné a uvádí délku březosti ve velmi širokém intervalu, a to 57-72 dní (Goleman et al. 2018; Vinaykumar et al. 2021).

Graviditu mimo jiné ovlivňuje příslušnost k plemeni (Okkens 2001). Ve studii, kterou publikovali Eilts et al. (2005), měli labradorští retrívři ve srovnání s německými ovčáky, zlatými retrívry a honiči delší dobu gestace. Feny, které čekaly čtyři a méně štěňat, měly výrazně vyšší pravděpodobnost delší březosti než ty, které čekaly pět a více štěňat. V průměru se tak jednalo o prodloužení o 1 den. Feny west highland white teriérů byly dle studie Okkens et al. (2001) březí déle než němečtí ovčáci, dobrmani nebo labradorští retrívři. Stejní autoři již dříve publikovali práci, ve které analyzovali pět fen z každého plemene a zjistili, že němečtí ovčáci mají kratší dobu gestace než boxeři, bernští salašnickí psi, flanderští bouvieři a staroangličtí ovčáci (Okkens et al. 1993).

Mezi laickou veřejností existuje názor, že čím nižší je počet štěňat ve vrhu, tím kratší je březost a naopak. Toto tvrzení se však v odborných publikacích nepotvrdilo. Dle dat Polat et al. (2015) každé narozené štěně zkracuje délku březosti o 0,24 dne. Gavrilovic et al. (2008) popisují významně kratší dobu březosti u větších vrhů a výrazně delší březost u menších vrhů. Mir et al. (2011) potvrzují tento výsledek a uvádí delší dobu březosti u vrhů, ve kterých je jeden nebo dva plody ve srovnání s vrhy, v nichž je tři až devět plodů. Nicméně Vinaykumar et al. (2021) uvádí, že délka březosti nemá významný vztah s počtem štěňat ve vrhu. Toto

tvrzení je v souladu s Tsutsui et al. (2006) a Alonge et al. (2016), kteří také nezaznamenali žádný významný rozdíl v délce březosti u různě velkých vrhů.

3.6.7 Metoda páření

Nejčastější metodou připouštění u psů je přirozeným způsobem. Další možností je umělá inseminace, kterou lze provést čerstvým, chlazeným nebo zmraženým spermatem (Borge et al. 2011). Techniky asistované reprodukce se začaly u psů používat v 18. století a při první vědecky zaznamenané inseminaci se narodila 3 štěňata (Dunlop & Williams 1996; Farstad 2000; Johnston et al. 2001). Přestože tato inseminace byla provedena velmi brzy, další vědecký postup byl pomalý a první vrh vyprodukovaný pomocí zmraženého spermatu se narodil teprve v první polovině 20. století (Farstad 2000). Od této doby byla však anatomie psů, a to i reprodukční soustava fen, podrobně prostudována a byly vyvinuty techniky, které umožňují přesné stanovení načasování ovulace, chirurgické postupy pro ukládání spermatu do dělohy, případně vejcovodů, další pokročilé techniky přenosu embryí, oplodnění in vitro a úspěšnější metody transvaginální a transcervikální metody inseminace (Makloski 2012).

K získání a aplikaci chlazeného či zmraženého spermatu je obvykle zapotřebí pracovník spermobanky a zkušený veterinář. Semeno se od psa odebírá manuální masturbací a následně je ošetřeno speciálním ředidlem, jež zabezpečuje přežití spermií při nízké teplotě přibližně 5 °C. Chlazené sperma je využitelné přibližně 3-5 dní po odběru a je tedy nutné dobré načasování. Ideální doba inseminace se u feny zjišťuje pravidelně progesteronovým testem. V optimální době se při plném vědomí vpraví dávka do těla feny, a to zpravidla do vagíny nebo přímo do dělohy. Při využití zmraženého spermatu je postup podobný, přičemž z jednoho odběru lze připravit obvykle pět inseminačních dávek. Po zředění dochází k zmražení spermatu a získané dávky jsou uchovány v kontejnerech s tekutým dusíkem. Dávka je pak do těla feny nejčastěji aplikována za plného vědomí pomocí endoskopu a katetru přímo do dělohy. Inseminovat lze fenu také do děložního krčku (Thomassen & Farstad 2009; Payan-Carreira et al. 2011; Del Prete et al. 2018; Pignataro et al. 2020)

Studie Thomassen et al. (2006) uvádí, že v případě, kdy byla inseminace provedena do dělohy v optimální době, byla četnost vrhu nejvyšší. Pokud byla fena inseminována vícekrát za cyklus, nemělo to vliv na úspěšnost zabřeznutí. Ovšem vícečetná inseminace měla pozitivní vliv na počet mláďat ve vrhu. V této práci byly také pozorovány menší vrhy u malých plemen psů než u středních a velkých plemen. Průměrný počet štěňat byl u malých plemen 3,9 štěňate na vrh, u středních 5,8 a u velkých 6,1 štěňate na vrh. K nejméně úspěšným inseminacím docházelo při použití semene od psů mladších 8 let a u fen, které byly 2-3 dny po ovulaci a byly mladší 6 let.

V dalších studiích (Borge et al. 2011; Groppetti et al. 2015) se početnější vrhy narodily fenám, jež byly nakryty přirozeným způsobem, oproti fenám, které byly uměle inseminovány. Oproti přirozenému páření se u inseminace čerstvým spermatem snížila velikost vrhu o 0,4 štěňate na vrh a u zmraženého spermatu o 1,3 štěňate na vrh (Borge et al. 2011).

Gupta et al. (2022) zmiňují, že pokud byly feny nakryty přirozeným způsobem pouze jednou během estrálního cyklu, měly výrazně menší vrhy oproti fenám, které byly během cyklu nakryty vícekrát. Zdokonalení reprodukční výkonnosti lze dle Hollinshead et al. (2020)

dosáhnout, pokud je fena inseminována během jednoho estrálního cyklu dvěma samci. Podle tohoto výzkumu je možné produkovat mláďata smíšeného původu se dvěma otci. Dále také popisuje, že pokud je provedena inseminace spermatu od dvou různých samců, lze tak dosáhnout většího počtu zabřeznutí a početnějších vrhů. Tento fakt je možné využít při používání geneticky hodnotných jedinců, kteří jsou již starší a mají tak sníženou plodnost.

4 Metodika

4.1 Data

Pro analýzu odchovů u českého strakatého psa byla využita data získaná z oficiálních internetových stránek Spolku českého strakatého psa a také z každoročních statistik a internetových stránek poradkyně chovu paní Zdeňky Vaňourkové. V této práci byly využity informace o jedincích plemene český strakatý pes a o jednotlivých vrzích registrovaných od roku 2009 do roku 2021, přičemž v těchto letech bylo zaregistrováno celkem 313 vrhů.

Data o jednotlivých vrzích obsahují vždy pořadí vrhu v daném roce, chovatelskou stanicí, datum narození vrhu, počet štěňat, počet samců, počet samic, koeficient příbuzenské plemenitby vrhu, jméno matky, datum narození matky, věk matky, koeficient příbuzenské plemenitby matky, paritu matky, jméno otce, datum narození otce a věk otce.

V této práci byly zahrnuty tyto faktory – věk matky, věk otce, parita, příbuzenská plemenitba vrhu, příbuzenská plemenitba matky a roční období v době porodu.

Věk matky

Věk matky byl vypočítán jako rozdíl mezi datem narození matky a datem narození vrhu. Následně byly vrhy rozděleny do dvou kategorií dle věku matky. Skupina 1 zahrnovala vrhy od matek ve věku nižším než 4 roky a skupina 2 zahrnovala vrhy od matek ve věku 4 let a vyšším.

Věk otce

Věk otce byl vypočítán jako rozdíl mezi datem narození otce a datem narození vrhu. Následně byly vrhy rozděleny do dvou kategorií dle věku otce. Skupina 1 zahrnovala vrhy s otcem ve věku nižším než 6 let a skupina 2 zahrnovala vrhy s otcem ve věku 6 let a vyšším.

Parita matky

Parita feny představuje celkový počet vrhů matky včetně právě narozeného vrhu. Vrhy jsou tedy označeny čísly, které představují pořadí vrhu od dané matky.

Koeficient příbuzenské plemenitby vrhu (Fx vrhu)

Hodnoty koeficientu příbuzenské plemenitby vrhu byly získány ze statistik chovu dostupných na oficiálních webových stránkách Spolku českého strakatého psa. Pro výpočet koeficientu příbuzenské plemenitby vrhu byl využit Wrightův vzorec ze čtyř generací předků vrhu.

Následně byly vrhy rozděleny podle koeficientu příbuzenské plemenitby do dvou skupin – skupina 1 zahrnovala vrhy s koeficientem inbreedingu do 6,25 % a skupina 2 zahrnovala vrhy s koeficientem inbreedingu 6,25 % a vyšším.

Koeficient příbuzenské plemenitby matky (Fx matky)

Hodnoty koeficientu inbreedingu matky byly získány ze statistik chovu dostupných na oficiálních webových stránkách Spolku českého strakatého psa. Hodnota Fx matky byla vypočtena Wrightovým vzorcem ze čtyř generací předků matky.

Stejně jako při rozdělení vrhů do dvou skupin dle koeficientu příbuzenské plemenitby vrhu byly vrhy rozděleny podle koeficientu příbuzenské plemenitby matky – skupina 1 zahrnovala vrhy s koeficientem inbreedingu matky do 6,25 % a skupina 2 zahrnovala vrhy s koeficientem inbreedingu matky 6,25 % a vyšší.

Roční období

Jednotlivé vrhy byly rozděleny do čtyř skupin dle data narození. Česká republika se nachází v mírném pásmu, ve kterém se rozlišují čtyři roční období – jaro, léto, podzim, zima. Pro tuto práci bylo využito meteorologické roční období, tedy jaro od 1. března do 31. května, léto od 1. června do 31. srpna, podzim od 1. září do 30. listopadu a zima od 1. prosince do 28. února (v přestupném roce 29. února).

4.1.1 Statistické zpracování dat

Nejprve byly v programu Microsoft Excel sepsány všechny vrhy narozené od roku 2009 do roku 2021. K jednotlivým vrhům byly následně doplněny všechny dostupné informace – pořadí vrhu v daném roce, chovatelská stanice, datum narození vrhu, počet štěňat, počet samců, počet samic, Fx vrhu, jméno matky, datum narození matky, věk matky, Fx matky, parita matky, jméno otce, datum narození otce a věk otce.

Pro výpočet základních popisných charakteristik byl použit Microsoft Excel. Pro další statistické vyhodnocení dat byl použit program STATISTICA 12. U všech testů byla použita hladina významnosti $\alpha = 0,05$. Ke stanovení, jestli mají určité parametry vliv na početnost vrhu, byly použity obecné lineární modely (GLM). Zda existují statisticky významné rozdíly mezi jednotlivými věkovými skupinami, posléze skupinami rozdělenými na základě koeficientu příbuzenské plemenitby a skupinami dle parity, byla použita ANOVA a poté post-hoc testy, Tukeyův a Scheffého test.

Analýza faktorů byla provedena dle modelů uvedených v Tabulce 1. Počet štěňat ve vrhu byl vždy závislou proměnnou a nezávisle proměnné se lišily dle jednotlivých modelů. Obecný lineární model (GLM) byl použit v modelu 1 při kombinaci spojitě a kategorizované nezávisle proměnné. V modelu 2 a modelu 3, ve kterých byly všechny nezávisle proměnné kategorizované, byla použita analýza rozptylu (ANOVA).

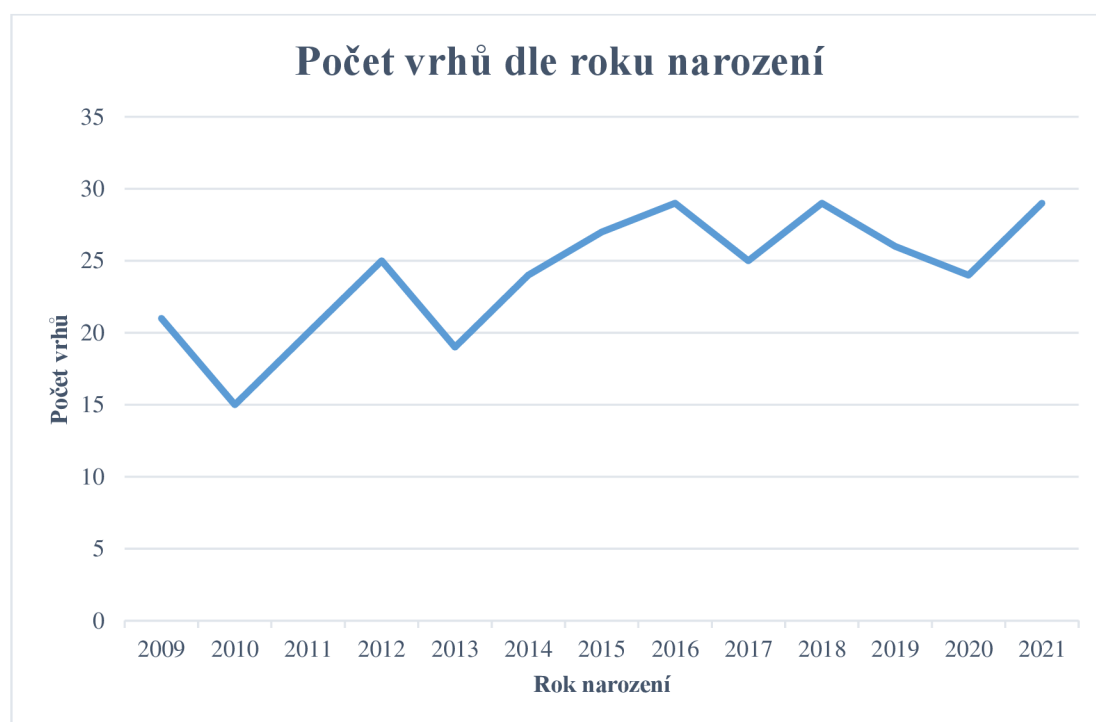
Tabulka 1 – Testovací modely

Model	Závisle proměnná	Nezávisle proměnné kategorizované						Nezávisle proměnné spojité	
1	Počet štěňat ve vrhu	Rok narození vrhu	Roční období	Věková kategorie matky	Věková kategorie otce			Fx vrhu	Fx matky
2	Počet štěňat ve vrhu	Rok narození vrhu	Roční období	Věková kategorie matky	Věková kategorie otce	Skupina Fx vrhu	Skupina Fx matky		
3	Počet štěňat ve vrhu	Rok narození vrhu	Roční období	Parita matky	Věková kategorie otce	Skupina Fx vrhu	Skupina Fx matky		

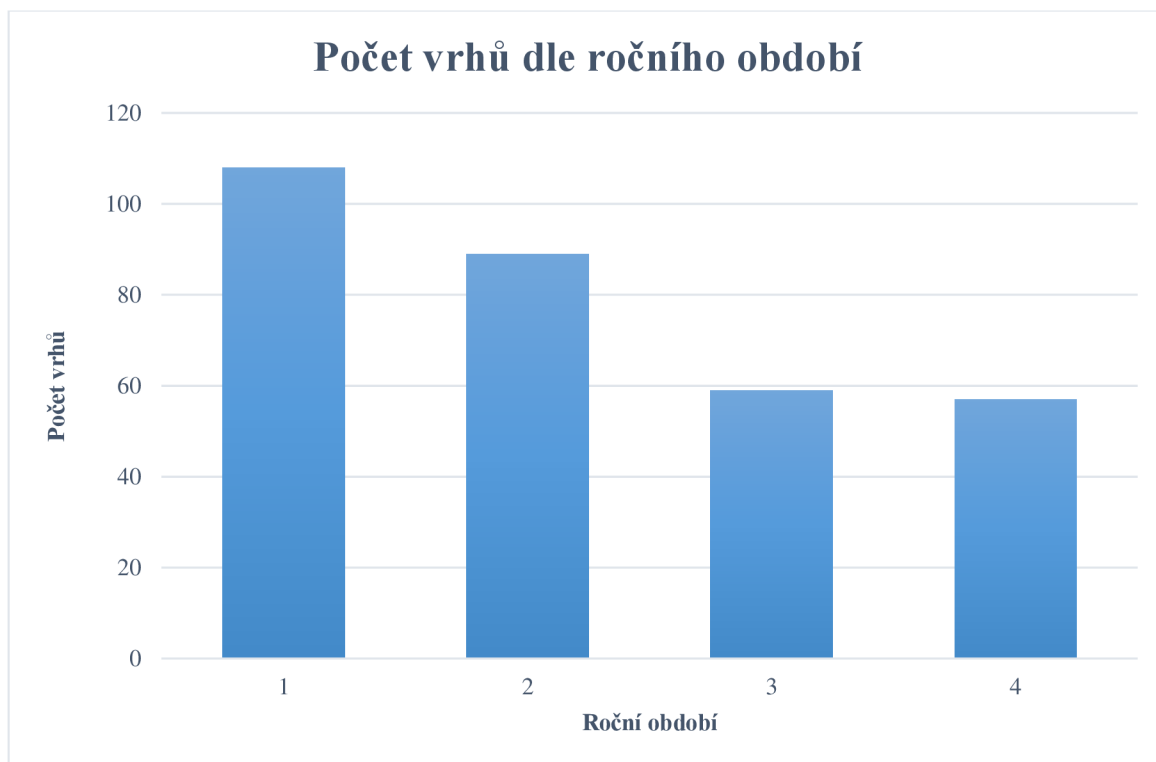
5 Výsledky

Do souboru bylo zahrnuto celkem 313 vrhů narozených v letech 2009-2021. Největší počet vrhů, a to 29 vrhů za rok, se narodil v letech 2016, 2018 a 2021. Nejméně vrhů se narodilo v roce 2010, ve kterém bylo zaregistrováno 15 vrhů. Počet vrhů v letech zobrazuje Graf 1.

Počet vrhů v jednotlivých meteorologických ročních obdobích je zobrazen na Grafu 2. Nejvíce vrhů se narodilo na jaře, poté v létě, na podzim a nejmenší počet vrhů byl registrován v zimním období.



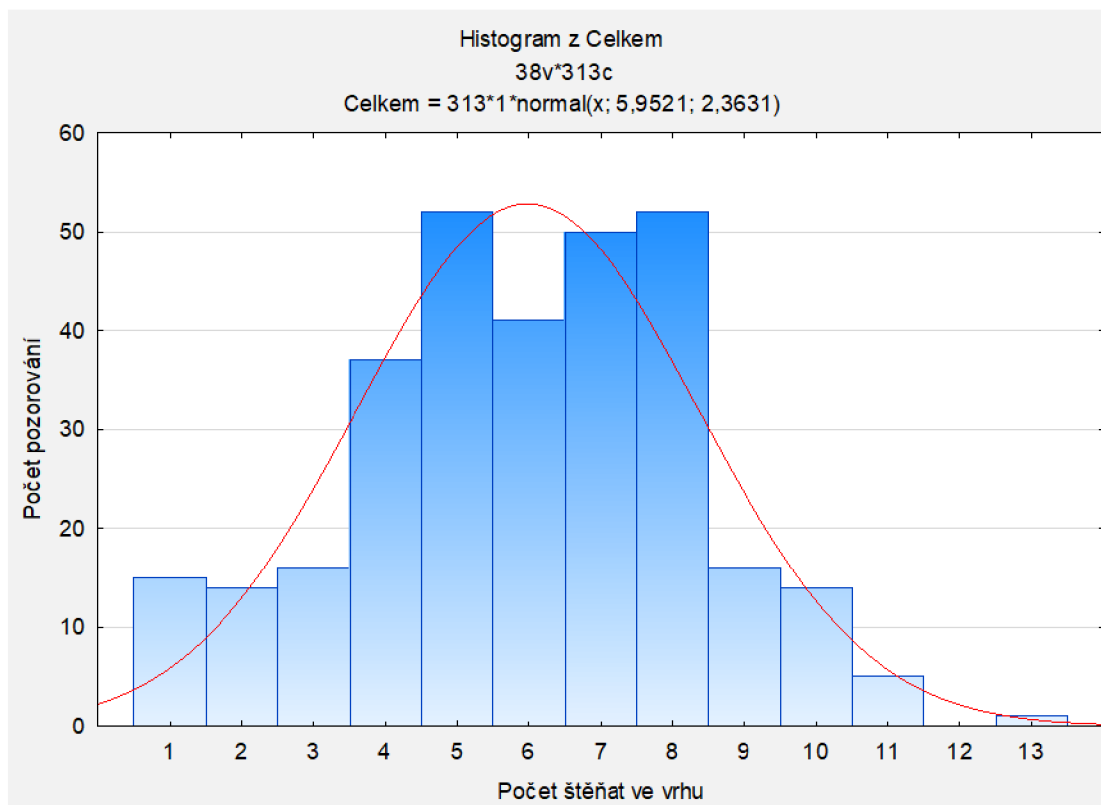
Graf 1 – Počet vrhů dle roku narození



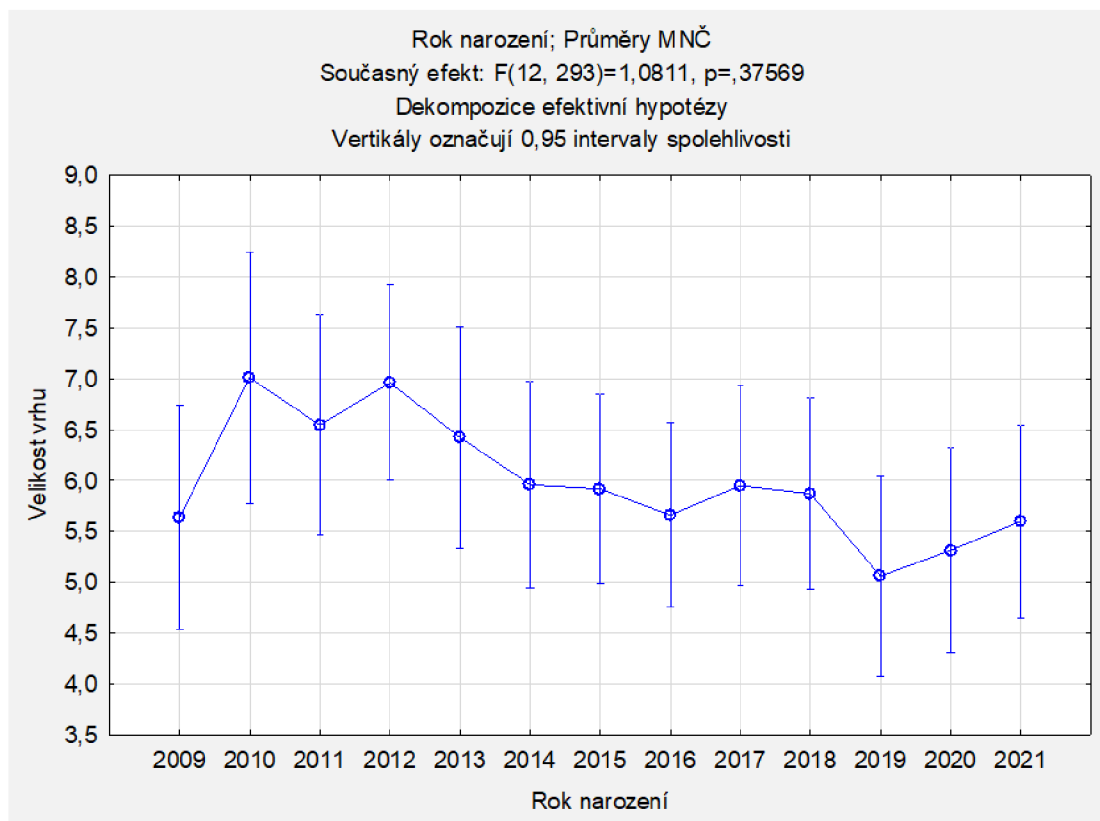
Graf 2 – Počet vrhů dle ročního období

Nejvyšší počet štěňat ve vrhu byl 13 štěňat, ovšem tento počet se vyskytl pouze u jednoho vrhu. V nejméně početném vrhu bylo jedno štěně a průměrný počet štěňat ve vrhu byl 6 štěňat. Nejčastěji se vyskytovaly vrhy s 5 a 8 štěňaty. Z Grafu 3 je patrné, že se jedná o normální rozdělení. V Grafu 4 je pro sledované roky uvedena průměrná velikost vrhu odhadnutá metodou nejmenších čtverců.

Průměrně počet psů ve vrhu byl 3,2 psa a zároveň maximální počet psů narozených ve vrhu byl 9. Fen se narodilo maximálně 7 v jednom vrhu, průměrný počet byl však 2,8 fen na vrh. Minimální počet psů i fen ve vrhu je ve sledovaném období 0.



Graf 3 – Histogram normální rozdělení



Graf 4 – Průměrná velikost vrhu dle roku narození

5.1 Velikost vrhu

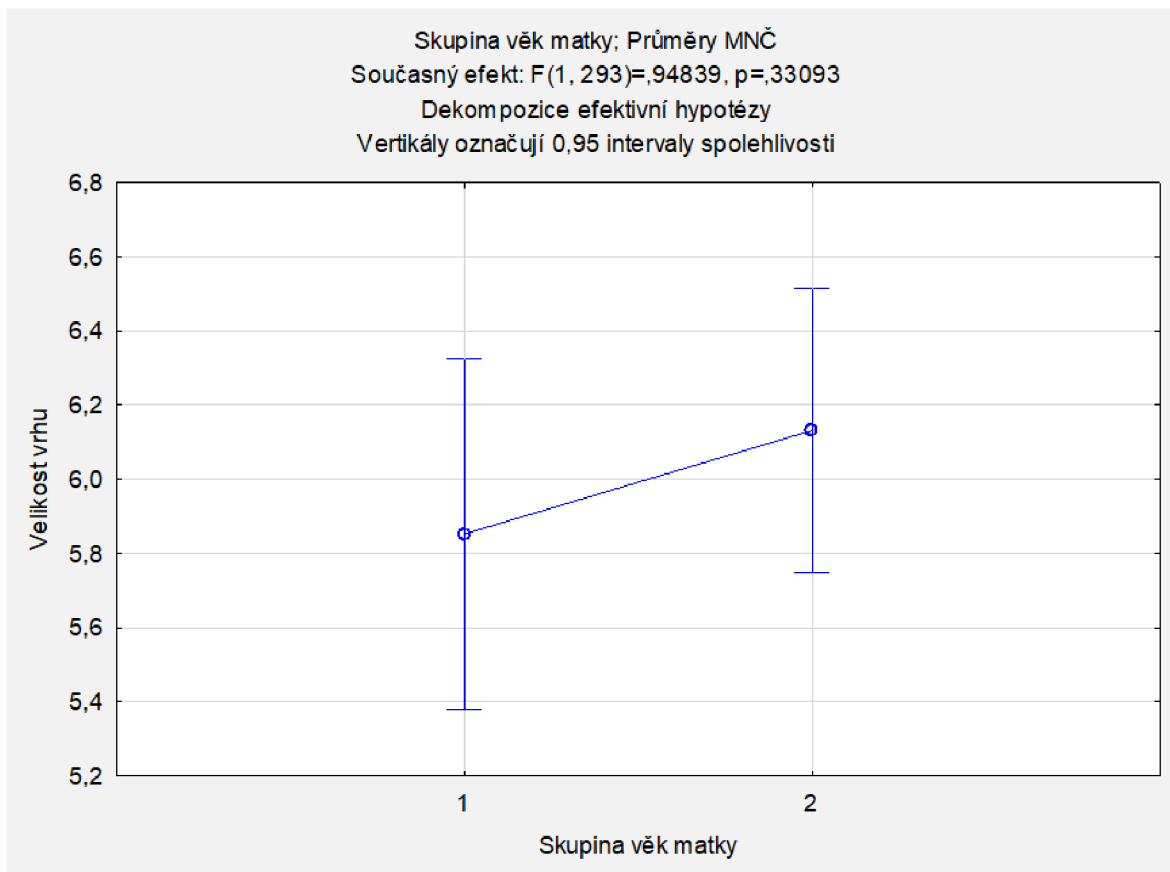
Mezi testované faktory patřil věk matky, věk otce, parita matky, koeficient příbuzenské plemenitby vrhu, koeficient příbuzenské plemenitby matky a roční období, ve kterém se vrh narodil. Základní popisná statistika je zobrazena v Tabulce 2.

Tabulka 2 – Základní popisná statistika

	Maximum	Minimum	Průměr	Rozptyl	Směrodatná odchylka	Variační koeficient
Věk matky	8,9	1,82	4,70	2,4581	1,5678	33,34 %
Věk otce	12,99	1,9	6,28	5,9780	2,4450	38,93 %
Parita	7	1	1,91	1,3023	1,1412	59,84 %
Fx vrhu	14,36	0	4,26	10,0808	3,1750	74,55 %
Fx matky	18,75	0	7,03	17,8330	4,2229	60,05 %

5.1.1 Věk matky

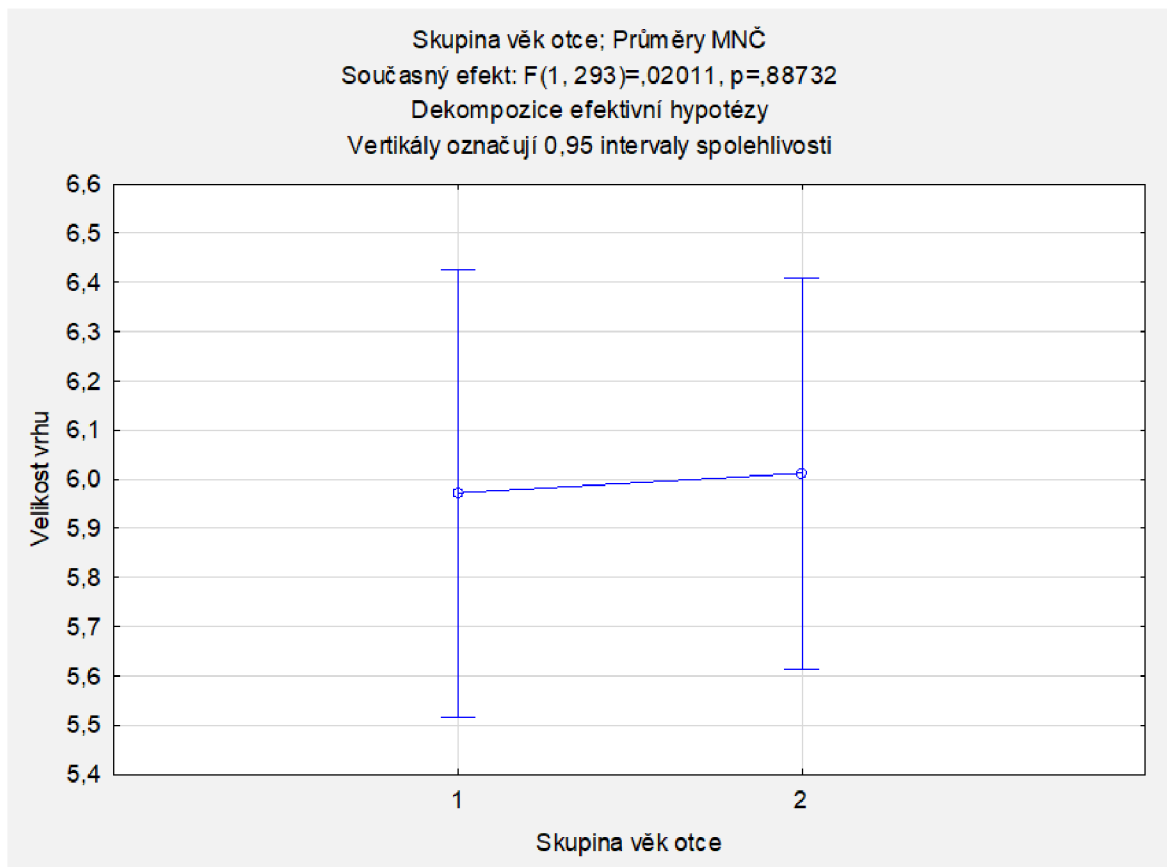
Prvním sledovaným faktorem byl věk matky v době narození vrhu. Nejčastěji měly feny vrhy ve 4,7 letech. Vrhly byly rozděleny na dvě skupiny dle věku matky. První skupina s věkem matky do 4 let a druhá skupina s matkami starými 4 roky a více. Z výsledků viditelných na Grafu 5 vyplývá, že velikost vrhu není závislá na věku matky (hodnota $p = 0,33$ je vyšší než hladina významnosti $\alpha = 0,05$).



Graf 5 – Průměrná velikost vrhu – skupina věk matky

5.1.2 Věk otce

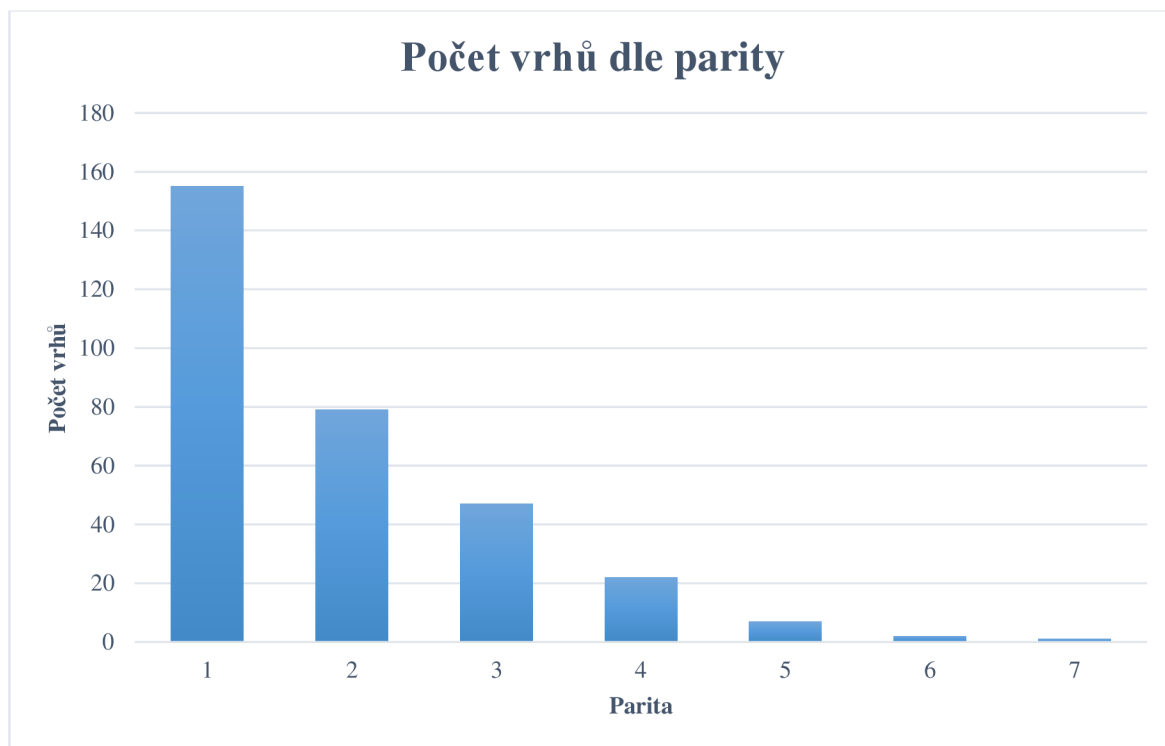
Druhým testovaným faktorem byl věk otce, který s hodnotou $p = 0,89$ vyšší než hladina významnosti, nevyšel jako významný (viz Graf 6). Ve skupině 1, jež zahrnuje vrhy s otcem, kterému v době narození vrhu bylo méně než 6 let, byl průměrný počet štěňat ve vrhu 5,97. Skupina 2, v níž byly zařazeny vrhy s otcem ve věku 6 let a více, měla průměrně 6,01 štěněte na vrh.



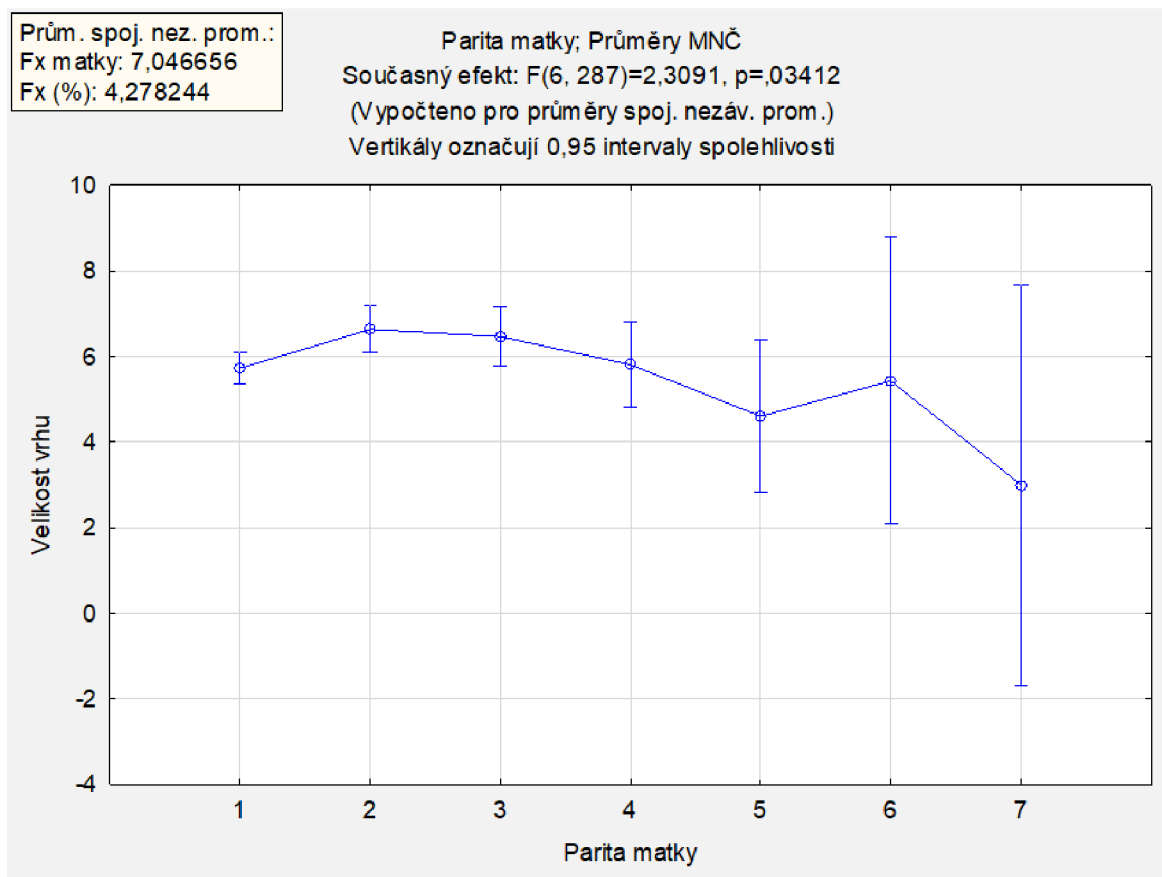
Graf 6 – Průměrná velikost vrhu – skupina věk otce

5.1.3 Parita matky

Další faktor, který byl testován, je parita matky. Počet vrhů od fen se pohyboval mezi 1-7 vrhy, průměrná parita za sledované období byla 1,9. Počet vrhů dle parity lze vidět na Grafu 7. Výsledná hodnota $p = 0,034$ je nižší než hladina významnosti a rozdíl ve velikosti vrhu dle parity matky je statisticky významný. Na Grafu 8 je patrné, že největší vrhy se vyskytovaly u matek, pro které byl vrh druhý v pořadí, a to s průměrnou hodnotou 6,49 štěňete na vrh. Nejmenší počet štěňat byl u vrhu, který byl pro matku sedmý v pořadí, a to s průměrem 2 štěňata na vrh. Následně byly provedeny post hoc testy (Tukeyův a Scheffého test), které však u parity nepotvrdily rozdíly mezi jednotlivými skupinami. Trend je zde patrný, ovšem u vyšší parity byl malý počet hodnot a není tak možné potvrdit post hoc testy. V Tabulce 3 jsou uvedeny výsledky Scheffého testu pro paritu matky.



Graf 7 – Počet vrhů dle parity



Graf 8 – Průměrná velikost vrhu – parita matky

Tabulka 3 – Scheffého test – parita matky

Č. buňky	Scheffého test; proměnná Velikost vrhu Pravděpodobnosti pro post-hoc testy Chyba: Between MSE = 5,2152, sv = 288,00							
	Parita matky	{1} 5,7208	{2} 6,4937	{3} 6,3404	{4} 5,7273	{5} 4,2857	{6} 4,5000	{7} 2,0000
1	1		0,427633	0,850462	1,000000	0,851296	0,996917	0,852060
2	2	0,427633		0,999953	0,924692	0,424296	0,959952	0,700386
3	3	0,850462	0,999953		0,982153	0,553573	0,974246	0,738653
4	4	1,000000	0,924692	0,982153		0,908059	0,997418	0,862331
5	5	0,851296	0,424296	0,553573	0,908059		1,000000	0,989715
6	6	0,996917	0,959952	0,974246	0,997418	1,000000		0,991983
7	7	0,852060	0,700386	0,738653	0,862331	0,989715	0,991983	

5.1.4 Fx vrhu

Dalším sledovaným faktorem byl koeficient příbuzenské plemenitby (Fx) vrhu. Pokud se jednalo o jednorozměrné spojité rozdělení, jehož výsledky jsou viditelné v Tabulce 4, hodnota $p = 0,022$, což znamená, že existuje statisticky významný rozdíl v početnosti vrhu vzhledem k Fx vrhu. Z hodnoty regresního koeficientu (viz Tabulka 5) vyplývá, že pokud se koeficient příbuzenské plemenitby vrhu zvýší o 1 %, sníží se velikost vrhu o 0,13 štěněte.

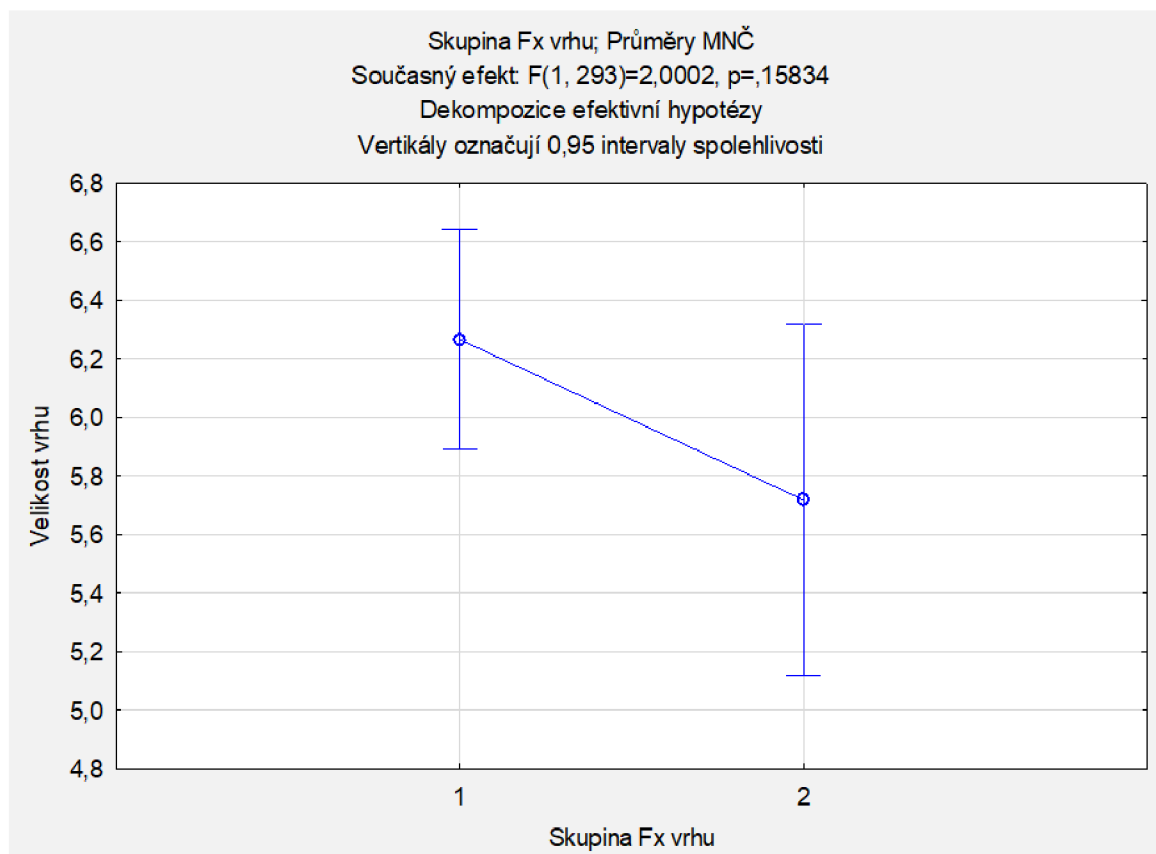
Tabulka 4 – Jednorozměrné testy významnosti pro Fx vrhu a Fx matky

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	600,136	1	600,1360	113,0441	0,000000
Fx vrhu	28,054	1	28,0540	5,2844	0,022236
Fx matky	26,957	1	26,9571	5,0778	0,024990

Tabulka 5 – Odhady parametrů pro Fx vrhu a Fx matky

Efekt	Odhady parametrů Sigma-omezená parametrizace					
	Úroveň Efekt	Sloupec	Celkem Param.	Celkem Sm.Ch.	Celkem t	Celkem p
Abs. člen		1	6,583847	0,619235	10,63222	0,000000
Fx vrhu		2	-0,131931	0,057392	-2,29877	0,022236
Fx matky		3	-0,090692	0,040247	-2,25339	0,024990

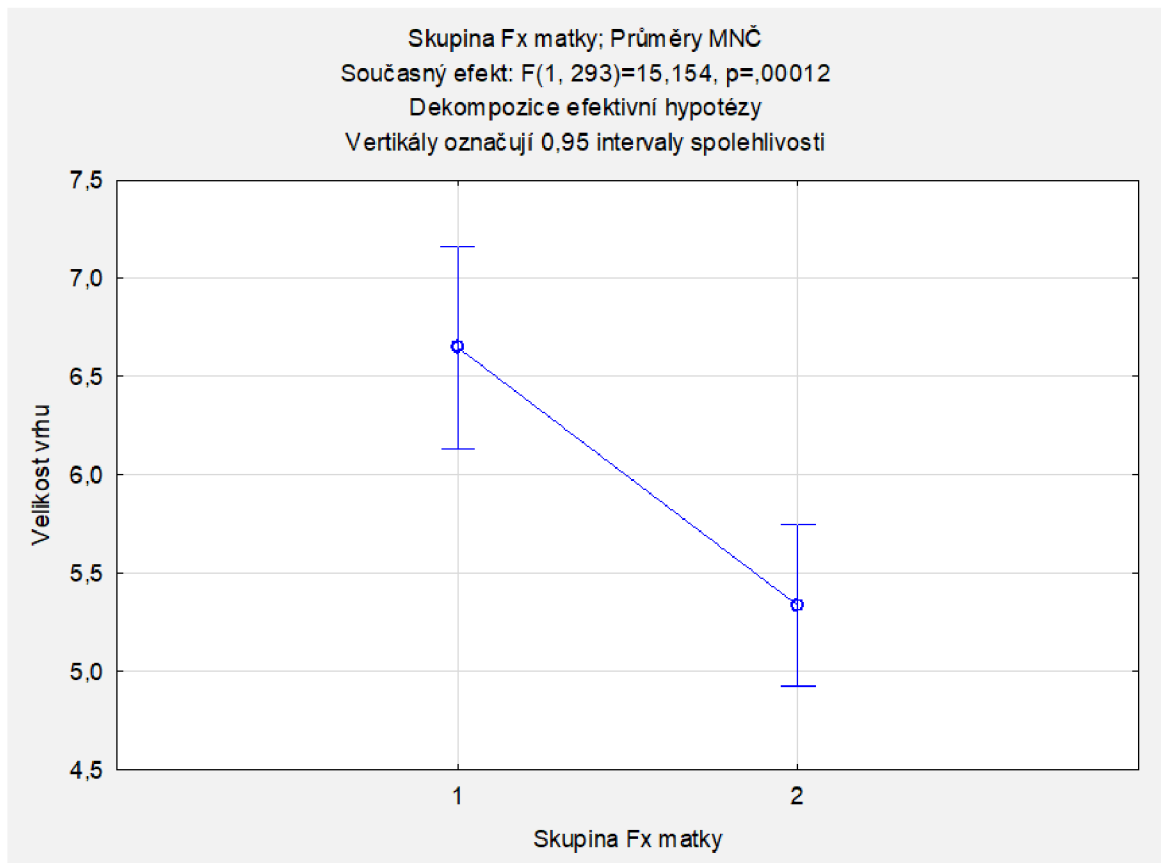
V následujícím testu byl soubor rozdělen na dvě skupiny dle příbuzenské plemenitby vrhu. Vrhly s Fx vrhu do 6,25 % a na vrhy s Fx 6,25 % a většími. Při testování faktoru Fx vrhu vyšla hodnota p vyšší než hladina významnosti, konkrétně 0,16, a to znamená, že rozdíl ve velikosti vrhu vzhledem ke kategoriím dle koeficientu inbreedingu vrhu není statisticky významný (viz Graf 9).



Graf 9 – Průměrná velikost vrhu – skupina Fx vrhu

5.1.5 Fx matky

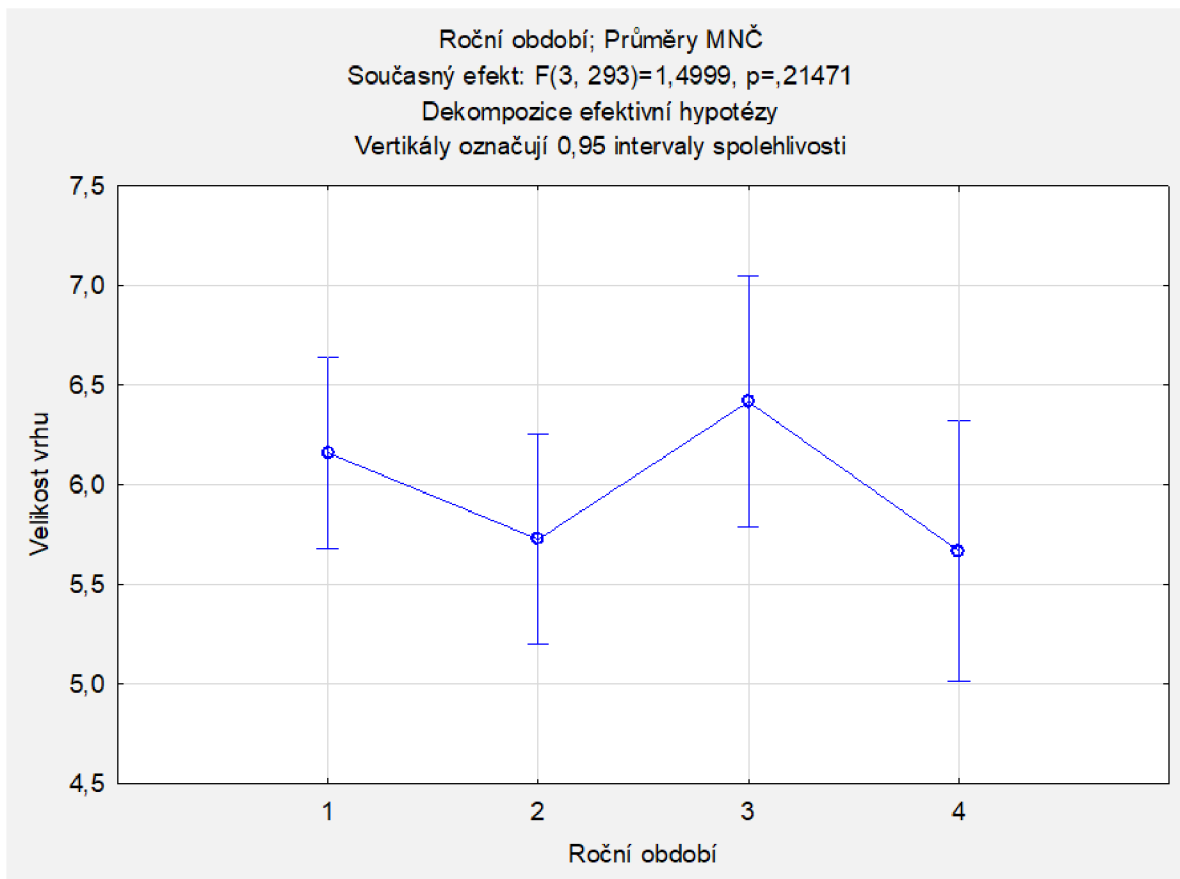
Faktor koeficientu příbuzenské plemenitby matky byl statisticky významný v obou provedených testech, a to jak u spojitého rozdělení, tak i u rozdělení na kategorie. Výsledky jsou viditelné v Tabulce 4 a Tabulce 5, které jsou zobrazeny již v podkapitole Fx vrhu. V jednorozměrném testu významnosti vyšla hodnota $p = 0,025$. Z hodnoty zjištěného regresního koeficientu vyplývá, že pokud se Fx matky zvýší o 1 %, tak se počet štěňat ve vrhu sníží o 0,09. V případě rozdělení vrhů na dvě skupiny dle koeficientu inbreedingu matky na skupinu 1 s Fx matky nižší než 6,25 % a skupinu 2 s Fx matky 6,25 % a vyšší, byla zjištěna hodnota $p = 0,00012$. Z Grafu 10 je patrné, že se jedná o významný rozdíl v početnosti vrhu mezi skupinami dle Fx matky. Vrhly, které mají matky s nižším koeficientem příbuzenské plemenitby, jsou průkazně větší než vrhly, které mají matky s vyšším Fx.



Graf 10 – Průměrná velikost vrhu – skupina Fx matky

5.1.6 Roční období

Posledním testovaným faktorem bylo roční období, ve kterém se vrh narodil. Z Grafu 11 je patrné, že nejpočetnější vrhy se rodily na podzim, průměrně 6,42 štěněte na vrh. V období jarních měsíců se rodily druhé nejpočetnější vrhy s průměrným počtem 6,16 štěněte na vrh. V létě byla velikost vrhu průměrně 5,73 štěněte na vrh a nejmenší vrhy se rodily v zimě s průměrem 5,67 štěněte na vrh. Hodnota $p = 0,21$ je ovšem vyšší než stanovená hladina významnosti $\alpha = 0,05$, což znamená, že vliv ročního období na velikost vrhu není statisticky významný.



Graf 11 – Průměrná velikost vrhu dle ročního období

6 Diskuze

Český strakatý pes je velmi mladé plemeno, jehož šlechtění započalo v 50. letech minulého století, nicméně ke skutečnému rozvoji chovu plemene došlo až v 90. letech. V této diplomové práci byly zkoumány faktory, které mohou mít vliv na početnost vrhu u tohoto plemene. Byla nashromážděna data o vrzích zaregistrovaných v letech 2009-2021.

Jako první byl testován vliv věku matky v době porodu. Většina studií uvádí tento faktor jako podstatný, nicméně v této analýze nevyšel statisticky průkazný. Výsledky této práce jsou v rozporu se studiemi, které uvádí, že věk matky má vliv na velikost vrhu a obvykle se zvyšujícím se věkem se zhoršuje reprodukční schopnost matky (Anderson et al. 1973; Polat et al. 2015; Martins et al. 2019; Axner et al. 2022). Ozcan et al. (2009) uvádí, že starší matky mají často problémovou březost i porod a jak uvádí Schrack et al. (2017), tak u nich hojně dochází k úhynu štěňat v důsledku zhoršené kondice. Dle Cornelius et al. (2019) se s rostoucím věkem matky zvyšuje také riziko dystokie a mrtvě narozených štěňat.

Ve studii Borge et al. (2011) došli k závěru, že u velkých plemen platí, že čím starší fena, tím nižší počet štěňat ve vrhu. Avšak u matek menších než 50 cm byly výsledky takové, že největší vrhy měly středně staré feny, zatímco mladé a starší feny měly vrhy menší. Je tedy možné, že pokud by matky byly rozděleny do více skupin než do dvou, tak by výsledky byly rozdílné. Z dostupných dat nebylo možné zjistit, v jaké byly feny kondici, v jakém prostředí byly chovány či jaké bylo jejich postavení ve smečce. Je také nutné brát v potaz, že pokud jsou feny využívány ke sportu či zkouškám výkonnosti, může to mít vliv na jejich reprodukční schopnost.

Dalším testovaným faktorem byl věk otce, přičemž vrhy byly rozděleny do dvou skupin dle věkové kategorie otce. Rozdíl mezi skupinami ovšem nebyl průkazný. V některých studiích se uvádí, že s přibývajícím věkem obou rodičů se jejich schopnost reprodukovat se zhoršuje a následkem toho je i menší početnost vrhů (Anderson et al. 1973; Martins et al. 2019; Axner et al. 2022).

Urfer (2009) popisuje, že výsledky v jeho studii sice neukázaly vliv otcovského věku na početnost vrhu, ovšem to dle něj může souviset s poklesem libida souvisejícím s věkem, což ovlivňuje věkovou distribuci. Je možné, že starší samci se využívají méně, ovšem v této diplomové práci, vzhledem k průměrnému věku otce v době narození vrhu 6,3 roku, data nenaznačují, že by se starší psi využívali méně často.

Dále byl studován vliv pořadí vrhu od dané matky na velikost vrhu a jak uvádí mnoho autorů, jedná se o jeden z nejvýznamnějších faktorů. Parita fen u českého strakatého psa ovlivnila velikost vrhů. Největší vrhy se vyskytovaly u fen, pro které se jednalo o druhý nebo třetí vrh. Jak popisuje Gavrilovic et al. (2008) na plemeni švédský baset, tak první až třetí vrh se početnost vrhu zvyšuje s největšími druhými vrhy, poté od čtvrtého vrhu klesá. Ve studii popisují první vrh jako slabší. Stejně tak je tomu i v této diplomové práci, kdy první vrh byl průměrně menší než druhý a třetí vrh. Důvodem, proč je první vrh méně početný, může být nízký věk, tedy že je fena příliš mladá (Borge et al. 2011). Další variantou je nezkušenost prvorodičky a následné porodní komplikace či úhyn mláďete po porodu z důvodu nesprávné péče ze strany matky, případně i chovatele. Vzhledem k tomu, že nejsou dostupná data

o mrtvě narozených štěňatech a poporodních úhynech štěňat, nelze tyto informace zahrnout do této práce.

To, že první vrh bývá méně početný, potvrzují i Axnér et al. (2022), kteří tvrdí, že fený, jimž se narodil první vrh ve 4 letech, měly výrazně menší vrhy než fený, kterým se ve stejném věku narodil druhý až čtvrtý vrh. V této diplomové práci po třetím vrhu začal počet štěňat ve vrhu klesat, proto se zdá, že schopnost reprodukce se po třetím vrhu začíná zhoršovat. Přestože trend je patrný, post hoc testy vliv parity na velikost vrhu, nejspíše vzhledem k malému počtu hodnot, nepotvrdily.

U českého strakatého psa je od roku 2020 maximální možný počet vrhů od jedné fený 4 vrhy za celý život fený, což se jeví jako vhodné.

Dalším studovaným faktorem byla příbuzenská plemenitba vrhu. Koeficient inbreedingu vrhu byl počítán Wrightovým vzorcem ze čtyř předchozích generací a ve sledovaném období se u českého strakatého psa jeho vliv prokázal pouze částečně. Přestože četnost vrhu se při zvýšení F_x vrhu o 1 % snížila o cca 0,13 štěňate na vrh, tak při kategorickém rozdělení na vrhy s vyšším F_x vrhu a nižším F_x vrhu se nepotvrdil statisticky významný rozdíl. V této práci byla zvolena jako hraniční hodnota F_x 6,25 % stejně jako v dalších pracích studujících vliv příbuzenské plemenitby na velikost vrhu u psů, které označují vrhy s koeficientem inbreedingu vyšším než 6,25 % jako vrhy vysoce inbrední (Leroy et al. 2015; Eleryd 2022; Schrank et al. 2022).

Výsledek této studie je v rozporu s mnohými výzkumy, které uvádí, že koeficient příbuzenské plemenitby vrhu je významným faktorem ovlivňující velikost vrhu. Andrade et al. (2021) uvedli koeficient inbreedingu jako nejvýznamnější faktor s negativním vlivem na početnost vrhu. To potvrzuje i Eleryd (2022), která ve své studii došla k závěru, že F_x vrhu má negativní účinek na velikost vrhu. Windig et al. (2022) výrazně menší počet štěňat ve vrhu sledovali jen u spojení vlastních sourozenců, případně potomků s rodiči. Ve studii Leroy et al. (2015) se koeficient příbuzenské plemenitby ukázal jako důležitý faktor ve vztahu s velikostí vrhu, přičemž menší vliv měl u malých plemen, která mají obvykle menší vrhy, a naopak největší dopad byl pozorován u velkých plemen psů, která odchovávají zpravidla početnější vrhy.

V této práci nevyšel koeficient inbreedingu vrhu při kategorickém rozdělení jako statisticky významný. Jedním z důvodů může být i to, že data obsahují pouze registrovaná štěňata a nikoli mrtvě narozená či uhynulá. Je možné, že výpočet koeficientu příbuzenské plemenitby jen ze čtyř generací, může mít také vliv na nevýznamnost F_x vrhu v této studii. Vzhledem k tomu, že jednotlivé studie mohou počítat koeficient inbreedingu z různého počtu generací, tak výsledky nelze přímo srovnávat.

Koeficient příbuzenské plemenitby matky byl dalším vlivem, který byl testován v této práci. F_x matky vyšel při rozdělení do dvou kategorií jako statisticky významný s hodnotou $p = 0,00012$. Matky s koeficientem inbreedingu do 6,25 % měly průměrně 6,65 štěňat ve vrhu a matky s koeficientem příbuzenské plemenitby 6,25 % a vyšší měly průměrně 5,34 štěňat ve vrhu.

Výsledek této studie je ve shodě s většinou odborných publikací, které sledovaly vliv Fx matky na velikost vrhu. Leroy et al. (2015) tvrdí, že příbuzenská plemenitba negativně ovlivňuje početnost vrhu a tím i schopnost fen se reprodukovat. Ve studii zmiňují, že vliv Fx matky je více zjevný u velkých plemen s početnějšími vrhy. Také Chu et al. (2019) konstatují, že u zlatého retrívra existuje vztah mezi příbuzenskou plemenitbou a plodností. Matky s nižším koeficientem inbreedingu mají větší vrhy než matky s vyšším koeficientem inbreedingu.

Schrack et al. (2017) analyzovali vrhy u plemene entlebušský salašnický pes, u kterého chovatelé zaznamenali pokles průměrné velikosti vrhu. Koeficient příbuzenské plemenitby matky byl identifikován jako významný prediktor s negativním vlivem na velikost vrhu u tohoto plemene. Pokud se Fx matky zvýšil o 1 %, tak se velikost vrhu při registraci snížila o 0,09 štěněte. Tyto hodnoty se shodují s výsledky této diplomové práce. Schrack et al. (2017) stejně jako Leroy et al. (2015) uvádí, že negativní vliv inbreedingu na velikost vrhu je vyšší u velkých plemen psů. To může vyplývat ze skutečnosti, že velká plemena mají početnější vrhy a kvůli tomu může být negativní dopad příbuzenské plemenitby snadněji detekován.

S tímto závěrem ovšem nejsou ve shodě Axner et al. (2022), v jejichž studii bernského salašnického psa, který se řadí mezi velká plemena, se neprokázal významný vliv příbuzenské plemenitby na početnost vrhu. Autoři ovšem uvádí, že skutečné hodnoty inbreedingu mohou být při výpočtu z pěti generací podhodnoceny. U této diplomové práce se vliv Fx matky na velikost vrhu prokázal i přesto, že byla příbuzenská plemenitba počítána ze čtyř generací a jedná se o střední plemeno.

Urfer (2009) došel k závěru, že příbuzenská plemenitba nemá vliv na velikost vrhu. Jedná se ovšem o práci, ve které bylo studováno plemeno irský vlkodav, které je nejen kvůli své velikosti značně specifické a nelze jej tedy porovnávat s plemenem český strakatý pes. Taktéž Kania-Gierdziewicz & Pałka (2019) uvádí, že u čtyř z pěti studovaných plemen neměl na početnost vrhu vliv koeficient příbuzenské plemenitby matky. Podle autorů byly tyto výsledky způsobeny pravděpodobně nízkými hodnotami koeficientu inbreedingu matek u studovaných plemen. Eleryd (2022) také nepozorovala ve studii shetlandských ovčáků významný vliv koeficientu příbuzenské plemenitby matek na počet štěňat ve vrhu. V její studii měly matky Fx nižší než 6,25 % u 94 % všech vrhů zahrnutých do analýz, což může být vysvětlením pro nevýznamný vliv Fx matek na velikost vrhu.

Jako poslední byl testován vliv ročního období v době narození vrhu. Nejvíce vrhů se narodilo v jarních měsících, poté v letních, podzimních a nejméně v zimních měsících. Největší vrhy byly registrovány na podzim, ovšem rozdíly mezi jednotlivými obdobími nebyly statisticky významné. To, že roční období, ve kterém je vrh narozen, nemá vliv na početnost vrhu je v souladu s množstvím studií, které byly publikovány v minulosti.

Mutembei et al. (2000) studovali sezónnost u německého ovčáka v Keni a zjistili významné zvýšení počtu březostí v dubnu a říjnu. Nicméně výsledky ukázaly, že roční období nemělo vliv na velikost vrhu. Gavrilovic et al. (2008) rovněž potvrdili, že existuje určitá sezónnost v říji, ovšem velikost vrhů se během roku významně neměnila. Eleryd (2022) popisuje u shetlandského ovčáka jistou sezónnost v počtu porodů i velikosti vrhů, avšak

nedostatečně významnou pro to, aby doporučila sezónní chov. Urfer (2009) také uvádí sezónnost porodů spolu s tím, že roční období nemělo vliv na početnost vrhu. Schrack et al. (2017) a Axnér et al. (2022) zmiňují, že sezóna porodu ovlivnila především postnatální úmrtnost štěňat, přičemž Schrack et al. (2017) tvrdí, že podstatně větší výskyt postnatální úmrtnosti byl pozorován u vrhů narozených v zimě. Naopak Axnér et al. (2022) uvádí, že u vrhů narozených v zimě byl výskyt postnatální úmrtnosti nejnižší. Wigham et al. (2017) a Olsson et al. (2022) popsali, že v jejich studiích nebyla pozorována sezónnost říje ani vliv období na velikost vrhu.

S ohledem na to, že chov českého strakatého psa probíhá jen v mírném pásmu, je možné, že sezóna nemá takový vliv na říji fen a velikost vrhů. Vzhledem k tomu, že nedochází během roku k extrémním výkyvům teplot, jako tomu bylo ve studii Ortega-Pacheco et al. (2007), kteří uvedli, že v teplých obdobích sucha měly feny významně menší vrhy, jsou feny v mírném pásmu schopny odchovat stejně početné vrhy po celý rok. Dalším důvodem by mohly být odlišné podmínky chovu, jak to uvádí Polat et al. (2015) a Wigham et al. (2017). Feny chované v domácím prostředí, jak je tomu převážně u českého strakatého psa, mají stále světelné podmínky a okolní teplotu a jejich vrhy by tak měly být vyrovnanější po celý rok.

Na velikost vrhu mohou mít potenciálně vliv i další faktory, mezi které patří délka březosti, zda se jednalo o přirozený porod nebo císařský řez či jaké bylo prostředí chovu. Tyto informace, stejně jako počet mrtvě narozených či uhynulých štěňat, nejsou v databázi chovu zaznamenávány, tudíž nebylo možné vyhodnotit jejich vliv.

7 Závěr

Cílem této práce bylo z chovatelských záznamů z let 2009 až 2021 zjistit, zda je velikost vrhu u českého strakatého psa ovlivněna věkem matky, věkem otce, paritou matky, koeficientem příbuzenské plemenitby vrhu, koeficientem příbuzenské plemenitby matky a ročním obdobím.

Na základě analyzovaných dat byl statistickým vyhodnocením potvrzen především významný vliv koeficientu příbuzenské plemenitby matky. Bylo prokázáno, že se zvyšujícím se koeficientem inbreedingu matky se snižuje počet štěňat ve vrhu. To se shoduje s předpokladem, že úzká příbuzenská plemenitba má negativní vliv na reprodukční schopnost matky. U koeficientu příbuzenské plemenitby vrhu byla pozorována tendence zmenšování vrhu s vyšším F_x vrhu, ovšem v pozdějším kategoričném rozdělení se vliv neukázal jako průkazný.

U parity matky byl pozorován trend, který v pozdějších testech nebyl potvrzen. Lze usuzovat že parita matky nebyla v post hoc testech prokazatelná, protože počet vrhů s vyšší paritou byl nízký. V této práci nebylo potvrzeno, že by na velikost vrhu mělo vliv roční období, ve kterém se vrh narodil, nebo věk otce. V rozporu s odbornou literaturou nevyšel u českého strakatého psa průkazný ani vliv věku matky. Z dostupných informací ovšem není dohledatelné, v jaké byly feny kondici či jaké bylo jejich postavení ve smečce, což může mít vliv na jejich reprodukční schopnost.

Lze konstatovat, že současně platné podmínky pro využití jedinců v chovu, které zahrnují maximálně 4 vrhy od jedné feny či udržení koeficientu příbuzenské plemenitby u nových vrhů pod 8 %, jsou nastaveny správně. Matky s nižším koeficientem inbreedingu mají početnější vrhy. Pro zachování plemene je tedy důležité při spojování jedinců přihlížet k tomuto faktoru.

Vzhledem k tomu, že při studiu vlivu parity na velikost vrhu byl pozorován trend, ve kterém měly feny v prvním vrhu menší počet štěňat, lze závěrem chovatelům doporučit především se vzdělávat tak, aby u prvorodiček nedocházelo ke zbytečným úhynům štěňat. V chovatelských záznamech není uveden počet mrtvě narozených a uhynulých štěňat, což mohlo zkreslovat výsledky provedených testů v této práci. Domnívám se, že by mělo být v zájmu samotných chovatelů tyto informace uchovávat.

Schopnost psů se reprodukovat a s tím spojená velikost vrhu představuje problematiku, kterou by se chovatelé měli zabývat. Jedná se o podstatný aspekt v kvalitním chovu psů a pro úspěšný management chovu jsou důležité vědomosti o reprodukci psů. Je zřejmé, že výzkum faktorů, které mohou mít vliv na početnost vrhu u psů, má před sebou ještě dlouhou cestu a bude i do budoucna tématem, kterému se budou chovatelé, výzkumníci i veterináři věnovat.

8 Literatura

ALBERGHINA, D., et al. The influence of lunar cycle at the time of conception on sex offspring distribution in dogs. *Chronobiology International*, 2021, 38.11: 1517-1521.

ALONGE, S., et al. Prediction of whelping date in large and giant canine breeds by ultrasonography foetal biometry. *Journal of small animal practice*, 2016, 57.9: 479-483.

ALVES, I. A model of puppy growth during the first three weeks. *Veterinary Medicine and Science*, 2020, 6.4: 946-957.

ANDERSEN, A. C. Puppy production to the weaning age. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 1957, 130.4: 151-158.

ANDERSEN, A. C. Reproductive ability of female Beagles in relation to advancing age. *Experimental Gerontology*, 1965, 1.3: 189-192.

ANDRADE, F. M., et al. Inbreeding on litter size of German Spitz dogs. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 2021, 50.

ARMBRUSTER, P.; REED, D. H. Inbreeding depression in benign and stressful environments. *Heredity*, 2005, 95.3: 235-242.

ASPINALL, V. Reproductive system of the dog and cat Part 1—the female system. *Veterinary nursing journal*, 2011, 26.2: 43-45.

AXNÉR, E.; RASMUS, L. S.; MELANGEN, T. Factors affecting reproductive performance in the Swedish Bernese mountain dog. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 2022, 64.1: 1-9.

BATESON, P.; SARGAN, D. R. Analysis of the canine genome and canine health: A commentary. *The Veterinary Journal*, 2012, 194.3: 265-269.

BIGLIARDI, E., et al. Physiological weight loss in newborn puppies of Boxer breed. *Italian Journal of Animal Science*, 2013, 12.4: e77.

BLUNDEN, T. S. The neonate: congenital defects and fading puppies. *Manual of small animal reproduction and neonatology*, 1998, 143-152.

BOAKES, E. H.; WANG, J.; AMOS, W. An investigation of inbreeding depression and purging in captive pedigreed populations. *Heredity*, 2007, 98.3: 172-182.

BORGE, K. S., et al. Litter size at birth in purebred dogs—A retrospective study of 224 breeds. *Theriogenology*, 2011, 75.5: 911-919.

BOWDEN, R. S. T.; HOGDMAN, S. F. T.; HIME, J. M. Neo-natal mortality in dogs. In: *Proceedings of the 17th World Veterinary Congress, Hannover. 1963. p. 1009-1013.*

BOYLE, P. R.; BOLETZKY, S. V. Cephalopod populations: definition and dynamics. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 1996, 351.1343: 985-1002.

CASAL, M. L. Feline Fertility Consequences of inbreeding and implications for reproductive fitness. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 2022, 24.9: 847-852.

- COCHRAN, R. C.; EWING, L. L.; NISWENDER, G. D. Serum levels of follicle stimulating hormone, luteinizing hormone, prolactin, testosterone, 5 alpha-dihydrotestosterone, 5 alpha-androstane-3 alpha, 17 beta-diol, 5 alpha-androstane-3 beta, 17 beta-diol, and 17 beta-estradiol from male beagles with spontaneous or induced benign prostatic hyperplasia. *Investigative urology*, 1981, 19.3: 142-147.
- CONCANNON, P. Effects of hypophysectomy and of LH administration on luteal phase plasma progesterone levels in the beagle bitch. *Reproduction*, 1980, 58.2: 407-410.
- CONCANNON, P. W. Canine pregnancy and parturition. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 1986, 16.3: 453-475.
- CONCANNON, P. W. Reproductive cycles of the domestic bitch. *Animal reproduction science*, 2011, 124.3-4: 200-210.
- CORNELIUS, A. J., et al. Identifying risk factors for canine dystocia and stillbirths. *Theriogenology*, 2019, 128: 201-206.
- CUNNINGHAM, J. G.; KLEIN, B. G. *Veterinary physiology*. Philadelphia: Saunders Elsevier, 2007.
- DARWIN, Ch. *The variation of animals and plants under domestication*. J. murray, 1868.
- DATZ, C. *Dogs: Health, Diseases, and Prevention. Caring for Family Pets: Choosing and Keeping Our Companion Animals Healthy: Choosing and Keeping Our Companion Animals Healthy*, 2011, 57.
- DEL PRETE, Ch., et al. Effect of superoxide dismutase, catalase, and glutathione peroxidase supplementation in the extender on chilled semen of fertile and hypofertile dogs. *Journal of Veterinary Science*, 2018, 19.5: 667-675.
- DOLF, G., et al. Cryptorchidism and sex ratio are associated in dogs and pigs. *Journal of animal science*, 2008, 86.10: 2480-2485.
- DOSTÁL, J. *Genetika a šlechtění plemen psů*. Dona, 2007.
- DUNLOP, R. H.; WILLIAMS, D. J. *Veterinary medicine: an illustrated history*. Mosby-Year Book. Inc. Missouri, USA, 1996.
- EILTS, B. E., et al. Factors affecting gestation duration in the bitch. *Theriogenology*, 2005, 64.2: 242-251.
- ELERYD, A. Heritability of litter size in the Swedish population of Shetland sheepdogs. 2022.
- ELMAZ, O.; AKSOY, O. A.; TASKIN, T. Effects of seasonal and breed on tie at mating, mating number and estrus in bitches. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 2008, 7.8: 1016-1020.
- ENGLAND, G. C. W., et al. *Allen's Fertility and obstetrics in the dog*. Blackwell Science Ltd, 1999.
- ENGLAND, G. C. W., et al. *BSAVA manual of canine and feline reproduction and neonatology*. British Small Animal Veterinary Association, 2010.

- ENGLAND, G. C. W.; MOXON, R.; FREEMAN, S. L. Delayed uterine fluid clearance and reduced uterine perfusion in bitches with endometrial hyperplasia and clinical management with postmating antibiotic. *Theriogenology*, 2012, 78.7: 1611-1617.
- EVANS, H. E.; DE LAHUNTA, A. *Miller's anatomy of the dog-E-Book*. Elsevier health sciences, 2013.
- FALCONER, D. S., MACKAY, T. F. C. *Introduction to quantitative genetics*. Fourth Edition. Addison Wesley Longman, Harlow, 1996.
- FARSTAD, W. Assisted reproductive technology in canid species. *Theriogenology*, 2000, 53.1: 175-186.
- FAYRER-HOSKEN, R. A.; DOOKWAH, H. D.; BRANDON, C. I. Immunocontrol in dogs. *Animal Reproduction Science*, 2000, 60: 365-373.
- FELDMAN, E. C.; NELSON, R. W. Reproducción de la hembra canina. *Endocrinología Y Reproducción Canina Y Felina*, 2007, 833-1036.
- FINDEJS, J. *Česká národní plemena psů*. Plot. Praha, 1998, 187 s. ISBN: 8023828339.
- FOGLE, B. *Velká encyklopedie psů*. Slovart. Bratislava, 2012.
- FORSBERG, C. L. Pregnancy diagnosis, normal pregnancy and parturition in the bitch. In: *BSAVA Manual of canine and feline reproduction and neonatology*. BSAVA Library, 2010. p. 89-97.
- FORSBERG, C. L.; HOLST, B. S.; GOVETTE, G. Comparison of fertility data from vaginal vs intrauterine insemination of frozen-thawed dog semen: a retrospective study. *Theriogenology*, 1999, 52.1: 11-23.
- FRANK, H.; FRANK, M. G. On the effects of domestication on canine social development and behavior. *Applied Animal Ethology*, 1982, 8.6: 507-525.
- FRANKHAM, R. Genetics and extinction. *Biological conservation*, 2005, 126.2: 131-140.
- FRANKHAM, R. Inbreeding in the wild really does matter. *Heredity*, 2010, 104.2: 124.
- FRANKHAM, R., et al. *Introduction to conservation genetics*. Cambridge university press, 2002.
- GAMČÍK, P., et al. *Andrológia a umelá inseminácia hospodárskych zvierat*. Príroda, 290s, 1992.
- GAVRILOVIC, B. B.; ANDERSSON, K.; FORSBERG, C. L. Reproductive patterns in the domestic dog—A retrospective study of the Drever breed. *Theriogenology*, 2008, 70.5: 783-794.
- GOLEMAN, M., et al. Litter size variation in Polish selected small dog breeds. *Italian Journal of Animal Science*, 2015, 14.3: 3953.
- GOLEMAN, M., et al. Reproductive parameters in Yorkshire terrier dogs in Poland. *Veterinárni medicína*, 2018, 63.4: 168-174.

- GÓMEZ, M. D., et al. Assessment of inbreeding depression for body measurements in Spanish Purebred (Andalusian) horses. *Livestock Science*, 2009, 122.2-3: 149-155.
- GRIFFIN, B.; BAKER, H. J. Domestic cats as laboratory animals. *Laboratory animal medicine*, 2002, 459.
- GROPETTI, D., et al. The role of birth weight on litter size and mortality within 24 h of life in purebred dogs: What aspects are involved?. *Animal Reproduction Science*, 2015, 163: 112-119.
- GUPTA, Ch., et al. Characterization of Certain Reproductive Parameters in Chippiparai Bitches of Tamil Nadu. *Indian Journal of Animal Research*, 2022, 1: 7.
- HAMANOVÁ, K.; HRUBAN, V. Incest a genetické zatížení: příbuzenské křížení u zvířat. *Vesmír*, 2000, 79: 85-87.
- HASIL, T., et al. Psi, které člověk použil. Samostatný klub chovatelů a přátel českého strakatého psa. O.s., 2013, 101 s. ISBN: 978-80-260-5258-6.
- HASIL, T.; HOCHMANOVÁ, I. Český strakatý pes aneb Horákův laboratorní pes. Samostatný klub chovatelů a přátel českého strakatého psa, o.s., Liberec, 2014.
- HEDRICK, P. W.; GARCIA-DORADO, A. Understanding inbreeding depression, purging, and genetic rescue. *Trends in ecology & evolution*, 2016, 31.12: 940-952.
- HERMANSON, J. W.; EVANS, H. E.; DE LAHUNTA, Alexander. Miller and Evans' anatomy of the dog-E-book. Elsevier Health Sciences, 2018.
- HOLLINSHEAD, F. K., et al. Factors influencing parentage ratio in canine dual-sired litters. *Theriogenology*, 2020, 158: 24-30.
- HOSSEIN, M. S., et al. Influence of season and parity on the recovery of in vivo canine oocytes by flushing fallopian tubes. *Animal reproduction science*, 2007, 99.3-4: 330-341.
- HOWARD, J. T., et al. Invited review: Inbreeding in the genomics era: Inbreeding, inbreeding depression, and management of genomic variability. *Journal of dairy science*, 2017, 100.8: 6009-6024.
- CHANDLER, M. L. Canine neonatal mortality. Society for Theriogenology. In: *Proceedings of the Annual Meeting*. 1990. p. 234-253.
- CHARLESWORTH, B.; CHARLESWORTH, D. The genetic basis of inbreeding depression. *Genetics Research*, 1999, 74.3: 329-340.
- CHATDARONG, K., et al. Seasonal and breed effects on reproductive parameters in bitches in the tropics: a retrospective study. *Journal of small animal Practice*, 2007, 48.8: 444-448.
- CHAWLA, S. K.; REECE, J. F. Timing of oestrus and reproductive behaviour in Indian street dogs. *The Veterinary Record*, 2002, 150.14: 450.
- CHEMINEAU, P., et al. Seasonality of reproduction in mammals: intimate regulatory mechanisms and practical implications. *Reproduction in Domestic Animals*, 2008, 43: 40-47.

- CHRISTIANSEN, I. J. *Reproduction in the dog: Reproduction in the Dog and Cat*. Bailliere Tindall. Eastbourne, 1984, p. 221. ISBN: 0702009180.
- INDREBØ, A.; TRANGERUD, C.; MOE, L. Canine neonatal mortality in four large breeds. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 2007, 49.1: 1-5.
- JELÍNEK, P.; KOUDELA, K. *Fyziologie hospodářských zvířat*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2003.
- JOHNSON, C. A. Pregnancy management in the bitch. *Theriogenology*, 2008, 70.9: 1412-1417.
- JOHNSTON, S. D.; ROOT KUSTRITZ, M. V.; OLSON, P. S. *Canine and feline theriogenology*. Saunders, 2001.
- JÖCHLE, W.; ANDERSEN, A. C. The estrous cycle in the dog: a review. *Theriogenology*, 1977, 7.3: 113-140.
- KAISER, G. Die Reproduktionsleistung der Haushunde in ihrer Beziehung zur Körpergröße und zum Gewicht der Rassen 1, 2. *Zeitschrift für Tierzucht und Züchtungsbiologie*, 1971, 88.1-4: 118-168.
- KELLER, L. F.; WALLER, D. M. Inbreeding effects in wild populations. *Trends in ecology & evolution*, 2002, 17.5: 230-241.
- KIM, B. S.; SON, Ch. H. Time of initial detection of fetal and extra-fetal structures by ultrasonographic examination in Miniature Schnauzer bitches. *Journal of veterinary science*, 2007, 8.3: 289-293.
- KOCK, M. Statistical and Mendelian analytical examinations as well on the breeding situation as on faults and characteristics in the German long-haired pointer. 1984.
- KÖNIG, H. E.; LIEBICH, H. G. *Anatomie domácích savců 1*. Hájko & Hájková, Bratislava, 2003.
- KRACKOW, S.; GRUBER, F. Sex ratio and litter size in relation to parity and mode of conception in three inbred strains of mice. *Laboratory animals*, 1990, 24.4: 345-352.
- KRUPÍČKOVÁ, J. *Český strakatý pes - Informační brožura*. Klub chovatelů málopočetných plemen psů, 2004.
- KUSTRITZ, M. V. Root. Managing the reproductive cycle in the bitch. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*, 2012, 42.3: 423-437.
- KVAPIL, R.; KVAPILOVÁ, R. *Průvodce psi reprodukci*. Praha: J. Špičák – Tok. 78 s., 2007, ISBN 978-80-86177-21-2.
- LEROY, G., et al. Inbreeding impact on litter size and survival in selected canine breeds. *The Veterinary Journal*, 2015, 203.1: 74-78.
- LEWIS, T. W.; ABHAYARATNE, B. M.; BLOTT, S. C. Trends in genetic diversity for all Kennel Club registered pedigree dog breeds. *Canine genetics and epidemiology*, 2015, 2.1: 1-10.

- LIEBICH, H. G.; KÖNIG, H. E. Anatomie der Haussäugetiere. Aufl. Stuttgart, Schattauer, 2002, 713.
- MAKLOSKI, Ch. L. Clinical techniques of artificial insemination in dogs. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*, 2012, 42.3: 439-444.
- MANDIGERS, P. J. J., et al. Relationship between litter size and other reproductive traits in the Dutch Kooiker dog. *Veterinary Quarterly*, 1994, 16.4: 229-232.
- MARTINS, A. C. L., et al. Maternal age, paternal age, and litter size interact to affect the offspring sex ratio of German Shepherd dogs. *Theriogenology*, 2019, 135: 169-173.
- MARVAN, F. Morfologie hospodářských zvířat. Brázda, 1992.
- MEYERS-WALLEN, V. N. Unusual and abnormal canine estrous cycles. *Theriogenology*, 2007, 68.9: 1205-1210.
- MIGLINO, M. A., et al. The carnivore pregnancy: the development of the embryo and fetal membranes. *Theriogenology*, 2006, 66.6-7: 1699-1702.
- MILBACHOVÁ, K. Elita Dakam. Naše fený. DaKaM Chovatelská stanice: Český strakatý pes, Appenzellský salašnický pes, 2011, Dostupné z: <http://psi.dakam.cz/strakac/csp-1192/foto/201108200083.php> (cit. březen 2023).
- MILLER, M. E.; EVANS, H. E.; CHRISTENSEN, G. C. *Miller's Anatomy of the Dog*. 1979.
- MIR, F., et al. Estimated pregnancy length from ovulation to parturition in the bitch and its influencing factors: a retrospective study in 162 pregnancies. *Reproduction in domestic animals*, 2011, 46.6: 994-998.
- MUTEMBEI, H. M.; MUTIGA, E. R.; TSUMA, V. T. A retrospective study on some reproductive parameters of German shepherd bitches in Kenya: research communication. *Journal of the South African Veterinary Association*, 2000, 71.2: 115-117.
- NAJBRT, R., et al. *Veterinární anatomie 2*. 1. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1982. 594 s.
- NYLAND, T. G.; NEELIS, D. A.; MATTOON, J. S. Adrenal glands. In: *Small animal diagnostic ultrasound*. WB Saunders, 2015. p. 541-556.
- OKKENS, A. C., et al. Influence of litter size and breed on the duration of gestation in dogs. *JOURNAL OF REPRODUCTION AND FERTILITY-SUPPLEMENT-*, 2001, 193-197.
- OKKENS, A. C., et al. Influence of litter size and breed on variation in length of gestation in the dog. *Veterinary Quarterly*, 1993, 15.4: 160-161.
- OLSSON, P. O., et al. Insights from one thousand cloned dogs. *Scientific Reports*, 2022, 12.1: 1-10.
- ORTEGA-PACHECO, A., et al. Reproductive patterns and reproductive pathologies of stray bitches in the tropics. *Theriogenology*, 2007, 67.2: 382-390.

PARKER, H. G. Genomic analyses of modern dog breeds. *Mammalian genome*, 2012, 23: 19-27.

PAYAN-CARREIRA, R.; MIRANDA, S.; NIZANSKI, W. Artificial insemination in dogs. *Artificial insemination in farm animals*. Rieka: InTech, 2011, 51-78.

PEARL, R. A contribution towards an analysis of the problem of inbreeding. *The American Naturalist*, 1913, 47.562: 577-614.

PEARSON, M; PEARSON, K. On the relation of the duration of pregnancy to size of litter and other characters in bitches. *Biometrika*, 1931, 309-323.

PIGNATARO, T. A., et al. Comparison of extenders and storage temperature in chilling canine semen. *Ciência Animal Brasileira*, 2020, 21.

PIKE, V. L.; CORNWALLIS, C. K.; GRIFFIN, A. S. Why don't all animals avoid inbreeding?. *Proceedings of the Royal Society B*, 2021, 288.1956: 20211045.

POLAT, B., et al. Breed, parity, and cycle season effects on life-time reproduction in bitches: a retrospective study. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 2015, 39.5: 543-549.

POPESKO, P., et al. *Anatómia hospodárskych zvierat*. Príroda, 1992.

PUROHIT, G. *Methods of pregnancy diagnosis in domestic animals: The current status*. 2010.

PUSEY, A.; WOLF, M. Inbreeding avoidance in animals. *Trends in ecology & evolution*, 1996, 11.5: 201-206.

RALLS, K.; BRUGGER, K.; BALLOU, J. Inbreeding and juvenile mortality in small populations of ungulates. *Science*, 1979, 206.4422: 1101-1103.

REECE, W. O. *Fyziologie domácích zvířat*. Grada Publihing, 1998.

ROBINSON, R. Relationship between litter size and weight of dam in the dog. *The Veterinary Record*, 1973, 92.9: 221-223.

ROWLANDS, I. W., et al. Some observations on the breeding of dogs. *Some observations on the breeding of dogs.*, 1950, 2.

SEKI, Makoto, et al. Influence of parity and litter size on gestation length in beagle dogs. *Canadian journal of veterinary research*, 2010, 74.1: 78-80.

SCHRACK, J., et al. Factors influencing litter size and puppy losses in the Entlebucher Mountain dog. *Theriogenology*, 2017, 95: 163-170.

SCHRANK, M., et al. Bodyweight at birth and growth rate during the neonatal period in three canine breeds. *Animals*, 2019, 10.1: 8.

SCHRANK, M.; SOZZI, M.; MOLLO, A.. Prevalence of cesarean sections in swiss Bernese Mountain Dogs (2001–2020) and identification of risk factors. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 2022, 64.1: 42.

SIN, S. Y. W., et al. Demographic history, not mating system, explains signatures of inbreeding and inbreeding depression in a large outbred population. *The American Naturalist*, 2021, 197.6: 658-676.

- SNUSTAD, D. P.; SIMMONS, M. J. Principles of genetics. John Wiley & Sons, 2015.
- SPADY, T. C.; OSTRANDER, E. A. Canine behavioral genetics: pointing out the phenotypes and herding up the genes. *The American Journal of Human Genetics*, 2008, 82.1: 10-18.
- STACHOWICZ, K., et al. Assessing genetic diversity of various Canadian sheep breeds through pedigree analyses. *Canadian Journal of Animal Science*, 2018, 98.4: 741-749.
- STRASSER, H.; SCHUMACHER, W. Breeding Dogs for Experimental Purposes: II: Assessment of 8-year breeding records for two Beagle strains. *Journal of Small Animal Practice*, 1968, 9.12: 603-612.
- SUNDQVIST, A. K., et al. Unequal contribution of sexes in the origin of dog breeds. *Genetics*, 2006, 172.2: 1121-1128.
- SVOBODA, M., et al. Nemoci psa a kočky. 2. díl. Noviko. Brno, 2001.
- ŠILER R., et al. ABC genetiky drobných zvířat. Brázda. Praha, 2015.
- THOMASSEN, R., et al. Artificial insemination with frozen semen in dogs: a retrospective study of 10 years using a non-surgical approach. *Theriogenology*, 2006, 66.6-7: 1645-1650.
- THOMASSEN, R.; FARSTAD, W. Artificial insemination in canids: a useful tool in breeding and conservation. *Theriogenology*, 2009, 71.1: 190-199.
- TRAAS, A. M. Surgical management of canine and feline dystocia. *Theriogenology*, 2008, 70.3: 337-342.
- TRIVERS, R. L.; WILLARD, D. E. Natural selection of parental ability to vary the sex ratio of offspring. *Science*, 1973, 179.4068: 90-92.
- TSUTSUI, T., et al. Relation between mating or ovulation and the duration of gestation in dogs. *Theriogenology*, 2006, 66.6-7: 1706-1708.
- UCHAŇSKA, O., et al. Dead or alive? A review of perinatal factors that determine canine neonatal viability. *Animals*, 2022, 12.11: 1402.
- URFER, S. R. Inbreeding and fertility in Irish Wolfhounds in Sweden: 1976 to 2007. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 2009, 51.1: 1-12.
- VALLET, J. L., et al. Factors affecting litter size in pigs. 2012.
- VAŇOURKOVÁ, D. Historie vedení chovu českého strakatého psa. *Strakatý e-zpravodaj*, 2012, 14:25-29.
- VAŇOURKOVÁ, Z. Statistika v chovu čsp za posledních pět let (2017-2021), Dostupné z: https://www.strakaci.cz/dokumenty/statistika2017_2021.pdf (cit. prosinec 2022).
- VĚŽNÍK, Z., et al. Repetitorium spermatologie a andrologie a metodiky spermatoanalýzy. Veterinary Research Institute, Brno, Czech Republic. Missouri, USA, 2004.
- VILÀ, C., et al. Multiple and ancient origins of the domestic dog. *Science*, 1997, 276.5319: 1687-1689.

- VINAYKUMAR, R. H., et al. Factors affecting gestation length in small sized breeds of dogs. *J. Vet. Anim. Sci*, 2021, 52.4: 335-338.
- WALSH, J. A. Evolution & the cesarean section rate. *The American Biology Teacher*, 2008, 70.7: 401-404.
- WEI, Y. F., et al. A retrospective study of female reproductive parameters in the Kunming dog. *Animal Science Journal*, 2018, 89.1: 52-59.
- WELLS, D. A., et al. Inbreeding depresses altruism in a cooperative society. *Ecology Letters*, 2020, 23.10: 1460-1467.
- WIGHAM, E. E., et al. Seasonality in oestrus and litter size in an assistance dog breeding colony in the United Kingdom. *Veterinary record*, 2017, 181.14: 371-371.
- WILCOX, B.; WALKOWICZ, C. Atlas of dog breeds of the world. New rev. 1989.
- WILDT, D. E., et al. Relationship of reproductive behavior, serum luteinizing hormone and time of ovulation in the bitch. *Biology of Reproduction*, 1978, 18.4: 561-570.
- WINDIG, J. J.; MARGARITA, M. L.; DOEKES, H. P. Inbreeding and litter size in pedigreed dogs. 2022.
- WOODROFFE, R.; GROOM, R.; MCNUTT, J. W. Hot dogs: High ambient temperatures impact reproductive success in a tropical carnivore. *Journal of Animal Ecology*, 2017, 86.6: 1329-1338.
- WRIGHT, S. Coefficients of inbreeding and relationship. *The American Naturalist*, 1922, 56.645: 330-338.
- YORDY, J., et al. Body size, inbreeding, and lifespan in domestic dogs. *Conservation Genetics*, 2020, 21: 137-148.

9 Samostatné přílohy

Příloha I – Varianty zbarvení a délky srsti



Obrázek 2 – Český strakatý pes, hnědo-žluto-bílá krátkosrstá varianta

Autor fotografie: Libuše a Helena Charousovy

Zdroj: https://libachar.estranky.cz/fotoalbum/arlet-ze-zlateho-lankastru/img_5644.-.html



Obrázek 3 – Český strakatý pes, černo-žluto-bílá dlouhosrstá varianta

Autor fotografie: Kateřina Ungrová

Zdroj: <https://strakac-orin.webnode.cz/galerie/#img-0024p-jpg1>



Obrázek 4 – Český strakatý pes, hnědo-žluto-bílá dlouhosrstá varianta

Autor fotografie: Zdeňka Vaňourková

Zdroj: <http://www.itaxis.cz/fotogalerie/adelka-vystavy/>