

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra etologie a zájmových chovů



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

Dědičnost pracovních schopností u psů

Bakalářská práce

Potůčková Tereza

Kynologie

Ing. Barbora Hofmanová, Ph.D.

© 2022 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci " Dědičnost pracovních schopností u psů" jsem vypracoval(a) samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor(ka) uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 22. dubna 2022

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Barboře Hofmanové Ph.D. za odborné vedení mé bakalářské práce. Dále bych chtěla poděkovat Ing. Ivě Bernáthové za její čas a odbornou konzultaci týkající se dané problematiky. Současně děkuji Ing. Kateřině Zelené za pomoc při gramatické a stylistické kontrole práce.

Dědičnost pracovních schopností u psů

Souhrn

Práce shrnuje přehled dosavadních poznatků o dědičnosti pracovních schopností u vybraných loveckých a pracovních plemen psů a do jaké míry mají prostředí a výchova vliv na popsané pracovní vlastnosti zvířete v porovnání s vlivem genotypu. Historie psa domácího (*Canis lupus familiaris*) úzce souvisí i s historií člověka. V současné době jsou psi neodmyslitelnou součástí mnoha kultur. Spektrum jejich využití je velice rozsáhlé, od domácích mazlíčků až po služební psy. Nedávný výzkum ukázal, že u psů i vlků se vyskytuje gen, který je odpovědný za společenské chování související s blízkostí k člověku.

Pracovní vlastnosti psa byly v této práci rozděleny na lovecké, pastevecké, policejní, armádní a asistenční. Z dosavadní odborné literatury bylo zjištěno, že heritabilita vybraných pracovních schopností psů dosahuje od nízké až po vysokou. Dědivost loveckých vlastností se ukázala obecně nízká, vyjma pasivního čekání ve skupině, kde výsledky ukázaly vysokou dědivost. Oproti tomu dědivost pasteveckých schopností, dostupná pouze u border kolí, vycházela jako střední. Dědivost vhodných vlastností pro policejní a armádní psy byla nízká až střední. Dále práce zmiňuje vybrané geny spojené s problémovým chováním (např. DRD4), pasteveckým chováním (např. THOC1, MSRB3, LLPH, RFX8 a CHL1) a chováním vhodným pro vodící a asistenční psy (např. v blízkosti WBSCR17, GTF21 a POM323). Bylo zjištěno, že psi s určitým genotypem mohou vykazovat lepší výsledky v detekci specifického pachu, například metanfetaminu.

Práce rovněž uvádí a popisuje plemena, která se často využívala jako pracovní psi a byli zkoumaným subjektem použitým v dosavadních studiích o pracovních schopnostech u psů. Součástí rešerše je i vliv vnějšího prostředí na vykonání požadované práce psa, jako jsou teplota a změna prostředí.

Klíčová slova: dědičnost, pracovní schopnost, kynologie, služební kynologie, pasení, lovecká kynologie

Heredity of work abilities in dogs

Summary

The paper summarizes the review of existing knowledge on the heritability of working abilities in selected hunting and working dog breeds and to what extent environment and upbringing influence the described working abilities of the animal in comparison with the influence of the genotype. The history of the domestic dog (*Canis lupus familiaris*) is closely related to the history of man. Today, dogs are an integral part of many cultures. The spectrum of their use is very wide. From pets to service dogs. Recent research has shown that both dogs and wolves have a gene that is responsible for proximity-related social behaviour.

The working dog traits were divided in this paper into hunting, herding, police, military and assistance. From the existing literature, it was found that the heritability of the selected working abilities of dogs ranges from low to high. The heritability of hunting traits appeared generally low except for passive waiting in the group where the results showed high heritability. In contrast, herding traits, available only in Border Collies, were found to be moderately heritable. The heritability of traits suitable for police and military dogs was low to moderate. The paper also mentions selected genes associated with problem behaviours (e.g. DRD4), herding behaviours (e.g. THOC1, MSRB3, LLPH, RFX8 and CHL1) and behaviours suitable for guide and assistance dogs (e.g. near WBSCR17, GTF21 and POM323). It has been found that dogs with a particular genotype may perform better in detecting a specific odor, such as methamphetamine.

The paper also lists and describes breeds that have been frequently used as working dogs and have been the study subjects used in previous studies on working ability in dogs. Also included in the research is the effect of the external environment on the dog's performance of the required work, such as temperature and environmental changes.

Keywords: heredity, working ability, cynology, service cynology, herding, hunting cynology

Obsah

1 Úvod.....	9
2 Cíl práce.....	10
3 Literární rešerše.....	11
3.1 Evoluce a domestikace psa.....	11
3.2 Charakteristika vybraných pracovních plemen.....	13
3.2.1 Německý ovčák.....	13
3.2.2 Rottweiler.....	13
3.2.3 Dobrman.....	14
3.2.4 Velký knírač.....	14
3.2.5 Hovawart.....	14
3.2.6 Erdelteriér.....	14
3.2.7 Briard.....	15
3.2.8 Border kolie.....	15
3.2.9 Flat coat retrívr.....	15
3.2.10 Německý drátosrstý ohař.....	15
3.2.11 Německý krátosrstý ohař.....	15
3.2.12 Bretaňský ohař.....	15
3.2.13 Australská kelpie.....	16
3.2.14 Labradorský retrívr.....	16
3.3 Druhy učení.....	16
3.3.1 Habituační/senzitizační.....	16
3.3.2 Klasické podmiňování.....	17
3.3.3 Operantní podmiňování.....	17
3.4 Dědičnost.....	18
3.4.1 Vliv vnějšího prostředí.....	18
3.5 Dědičnost chování psa.....	19
3.5.1 Kognitivní schopnosti.....	21
3.5.2 Problémové chování.....	22
3.5.3 Dědičnost loveckých schopností.....	26
3.5.4 Dědičnost pasteveckých schopností.....	27
3.5.5 Dědičnost pracovních schopností policejních a armádních psů.....	28
3.5.6 Dědičnost pracovních schopností asistenčních psů.....	32
4 Závěr.....	34
5 Literatura.....	35

1 Úvod

Pes patří do čeledi psovití (*Canidae*), tato čeleď je rozmanitá skupina 36 žijících druhů, které se mezi sebou značně liší, do této čeledi patří i vlci (*Canis lupus*), lišky (*Vulpes*), dingo (*Canis lupus dingo*), šakal (*Canis aureus*), pes hřivnatý (*Chrysocyon Brachyurus*) a jiné. Morfologická rozmanitost odpovídá i rozmanitosti jejich přírodních dějin: psovité šelmy obývají lesy mírného a tropického pásma, savany, tundry a pouště po celem světě. Historie psa domácího (*Canis lupus familiaris*) úzce souvisí s historií člověka (Procházka 1994; Wayne 1993). Z mnoha druhů rostlin a zvířat, které byly domestikovány, patří pes mezi ty první (Galibert et al. 2011). Dle dostupných archeologických nálezů se počátek domestikace psa datuje mezi 15 000 až 12 000 let před našim letopočtem (Thalmann & Perii 2018). Nedávné genomické analýzy DNA ukázaly, že domestikace psa začala na středním východě a rychle se rozšířila do všech lidských populací (Galibert et al. 2011).

V dnešní době jsou psi neodmyslitelnou součástí většiny kultur. Jejich využití je velice rozsáhlé, především díky inteligenci, schopnosti se přizpůsobit a ochotě spolupracovat s člověkem. Populace psa je fragmentovaná do několika stovek plemen s velmi dobře charakterizovanými fenotypy, nabízející jedinečnou paletu polymorfismu (Galibert et al. 2011). Tato skutečnost napomáhá frekventovanému využití psů jako služebních zvířat napříč mnoha lidskými profesemi. Psi jsou hojně využíváni nejen u ozbrojených složek státu, ale také jako asistenční, vodící, terapeutická zvířata nebo v rámci myslivosti, záchranářství či pastevectví. V minulosti byli psi především využíváni pro ochranu a lov či k pasteveckým a ovčáckým účelům a dalším. Tak se stalo selektivním vyšlechtěním psů pro požadované vlastnosti pro člověka, které jsou výhodné při spolupráci člověka se psy (Lindblad-Toh et al. 2005).

Než došlo ke vzniku jednotlivých plemen, prošla evoluce psa mnoha fázemi. Na počátku bylo rozdělení vlků na dvě subpopulace, z nichž jedna díky slabším projevům strachu a bázlivosti, byla schopná žít poblíž lidí a lovit s nimi. Moderní plemena psů jsou výsledkem lidmi iniciované selekce na základě rozličných prvků chování jako je hlídání, pasení či vystavování ohařů (Cagan & Blass 2016). Moderní plemena, která jsou v dnešní době uznávána chovatelskými kluby po celém světě, jsou výsledkem náročného chovatelského programu s estetickými požadavky a dodržování pokrevních linií v posledních 150 letech (Greiger et al. 2017).

2 Cíl práce

Literární rešerše si klade za cíl vytvořit přehled o dosavadních poznatcích, které se týkají dědičnosti pracovních schopností u vybraných loveckých a pracovních plemen psů jako je například německý ovčák, flat coat retrívr, německý krátkosrstý ohař, německý dlouhosrstý ohař, belgický ovčák, border kolie, bretaňský ohař a jiné.

Práce se bude také věnovat tomu, do jaké míry mají prostředí, výchova a výcvik vliv na dané pracovní vlastnosti zvířete, v porovnání s vlivem genotypu.

3 Literární rešerše

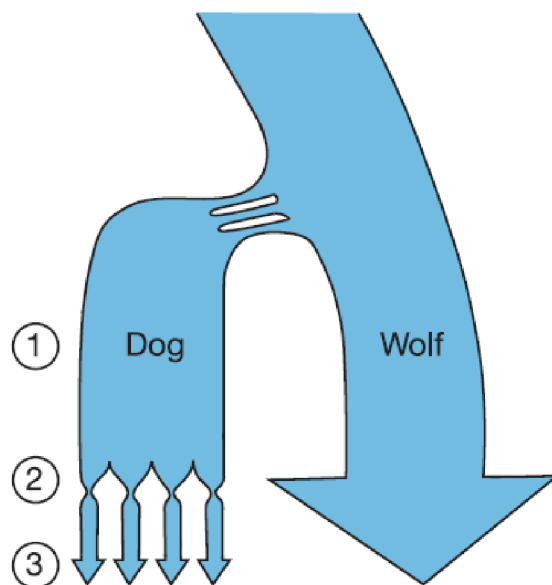
3.1 Evoluce a domestikace psa

Počátek domestikace psa se datuje do předhistorické doby. Přirozeně je v této otázce mnoho nejasností (Hrušovský 1990). Po dlouhá léta se vědci domnívali, že dnešní pes domácí (*Canis lupus familiaris*) pochází z více druhů volně žijících psovitých šelem, a nejen pouze z vlka šedého (*Canis lupus*). Z tohoto důvodu se předpokládalo, že předky psů mohou být i šakalové či jiní psovití příbuzní vlkům. Příbuznost mezi vlkem a psem byla prokázána na základě analýzy 261 bp dlouhé sekvence mitochondriální DNA (mtDNA). Mezi vlky a psy byl rozdíl v sekvencích maximálně ve dvanácti substitucích (Vila et al. 1997), podobné výsledky zaznamenali ve svých pracích i Wayne (1993) a O'Brien (1987). Naopak různé výzkumy šakalů prokázaly mnohé významné odlišnosti od dnešních psů, a to především co se týče velikosti mozkovny, kterou má pes větší (Jensen 2007; Bielfeld 1999; Wayne 1993). V posledních letech minulého století, vznikl názor odborné veřejnosti, že dnešní psi jsou přímými potomky vyhynulého druhu psovité šelmy z předhistorické doby. V rámci odborné veřejnosti panují neshody ohledně původu moderního psa domácího. Švýcarský zoolog Pictet tvrdí, že předkem je divoký pes žijící v dobách starších čtvrtohor, kterého pojmenoval *Canis familiaris fossilis*. Francouzský badatel Bournignat zas pokládá za předka dnešních psích plemen pravěkou psovitou šelmu *Canis ferus*. A američan Edwin Megargree tvrdí, že prapředkem psů je malá šelma podobná kočce, *Tomarctus* (Koller 2019).

Vlk byl prvním volně žijícím zvířetem, který si vytvořili s člověkem vzájemný vztah. Tato skutečnost umožnila jeho domestikaci a dala tak vzniknout dnešní formě psa. Podle genetických, morfologických a behaviorálních poznatků je zřejmé, že nejbližším žijícím příbuzným psa domácího (*Canis lupus familiaris*) je vlk šedý (*Canis lupus*) (Marshall-Pescini & Kaminski 2014, Bergström et al., 2020).

Genom moderního psa odhalil složitou populační strukturu, bohužel je známo pouze šest genomů starověkých psů a vlků, a tak proces, kterým tato struktura vznikla je do značné míry neznámý (Bergström et al. 2020). Na základě psího genomu vytvořili model genetické historie, která je základem struktury pěti populací psů, které představují hlavní předky psů (Neolithic Levant, Mesolithic Karelia, Mesolithic Baikal, ancient America a New Guinea singing dog). Tyto populace nejpravděpodobněji existovaly již před 11 000 lety, jak naznačuje pozorování fylogenetické struktury.

Archeologické výzkumy v západní Eurasii datují nejstarší fosilní nálezy přibližně do doby před 12 000–14 000 lety (Jensen 2007). Dosavadní genetické a archeologické poznatky ukazují výrazný pokles počtu vlčích linií poté, co se psi oddělili od vlků, to podporuje názor, že předek moderních psů je už vyhynulý. Předpokládá se, že k vyhynutí předka dnešního psa došlo před 15 000 až 12 000 lety, pravděpodobně v důsledku četné domestikace. Vlčí i psí linie prošla úzkým hrdlem láhve, zvaným bottleneck, který je znázorněn na Obr.1 (Marshall-Pescini & Kaminski 2014; Lindblad-Toh et al. 2005). Nedávné genomické analýzy DNA ukázaly, že domestikace psa začala na středním východě a rychle se rozšířila do všech lidských populací (Galibert et al. 2011).



Obr. 1: Série bottlenecků v průběhu domestikace (Lindblad-Toh et al., 2005)

Domestikace je dlouhý proces, při kterém se z divokého zvířete stává ochočené a přivykuté na člověka (Abrantes 1997). Podle Belyeava (1979) vedlo k domestikaci krotké chování dikokých zvířat vůči lidem. Tato hypotéza byla potvrzena jeho experimentem na chovné farmě stříbrných lišek (*Vulpes vulpes*). Při selekci na krotkost vůči lidem došlo k morfologickým a fyziologickým změnám. Lišky změnilly vokalizaci, objevily se bílé skvrny, klopené uši a stočený ocas (Gogoleva et al. 2009).

Vědci jako například Coppinger a Coppinger (2001), Wayne et al. (2012) a další, hledají a nabízejí řadu různých vysvětlení, jaké mohl mít člověk důvody ke společnému soužití s divokými vlky. Dále se zabývají i tím, že na počátku domestikace vlka stála spíše zvědavost vlka než zájem člověka o společné soužití.

Jedním z vysvětlení je hypotéza sebedomestikace vlků založená na selekci proti agresivitě nebo strachu. Tato selekce nejspíše nebyla úmyslná. Lze předpokládat, že lidé si aktivně nevybírali jedince na základě slabších projevů agresivity nebo bázlivosti. Naopak ale spíše vlci, kteří byli méně agresivní či nebojácní, měli větší selekční výhodu, která jim dávala možnost žít v užší blízkosti lidí a tímto mohli využívat nové a spolehlivější zdroje potravy. Začátek soužití psů a lidí musel být pro obě strany přínosný, ve vysoké míře a tyto výhody pravděpodobně souvisely s příjmem potravy. Psi pomáhali lovcům při lovu a člověk psa odměnil potravou nebo mu přenechal zbytky. V době, kdy se lidé usadili a začalo se rozvíjet zemědělství, začal být na psy vyvíjen selekční tlak. Tlak byl primárně způsoben změnou potravy, která byla bohatá na škrob (Marshall-Pescini & Kaminski 2014). Zvýšený počet kopií genu *AMY2B*, který se podílí na trávení škrobu, nalezený u neolitických psů, byl spojen s touto dietní adaptací (Bergström et al. 2020).

Dalším vysvětlením je hypotéza o domestikaci, ta předpokládá, že si člověk sám vybíral mláďata vlků z nory, jako společníky nebo jako pomocníky k lovu potravy (van Kerkhove 2004). Podle Germonpré (2012) je pravděpodobná varianta, že vlci byli pro člověka významným zdrojem kožešiny používané k výrobě ošacení a zuby vlků byly využívány

využívány na šperky, které se využívaly při rituálech. Tuto teorii podporují společné kosterní nálezy pozůstatků vlka a člověka z období čtvrtihor (Olsen 1985).

Jiné studie zabývající se genomickou variabilitou vlků, čínských původních psů a moderních plemen ukazují na ještě dřívější počátek domestikace než před 15 000 lety, a to pravděpodobně kolem roku před 30 000 lety, tedy ještě před rozvojem zemědělství a lidské společnosti. Velmi raná domestikace může zahrnovat záměrné ochočení malých skupin vlků, kteří se méně báli člověka a byli motivováni hladem k plenění táborů mezolitických lidí, lovců a sběračů (Dricsoll et al. 2009; Skoglund et al. 2011; Wang et al. 2013).

3.2 Charakteristika vybraných pracovních plemen

Původ pracovních psů se často klade do doby bronzové, kdy se člověk lovec a sběrač usadil a rozvinulo se zemědělství (Bielfeld 1999).

Každý, kdo psa používá jako pracovního, by měl mít zájem vědět míru, v jaké se dědí určité morfologické a behaviorální znaky, velikost rozdílů, které existují mezi plemeny a případnou korelaci mezi konkrétními vlastnostmi (Willis 1995). Psovod vybírá plemeno především dle fyzických možností, temperamentu, dostupnosti a své vlastní sympatie k plemenu (Rulc et al. 2014).

Genetické varianty, které dávají pracovním psům znaky, jsou jak u čistokrevného psa, tak i u křížence. Cílem selektivního chovu je zvýšit průměrnou genetickou hodnotu populace a tím zvýšit pravděpodobnost výskytu výkonnějších jedinců v následujících generacích. K dosažení tohoto cíle se chovatelské programy pokouší optimalizovat prostředí už v raném věku štěňat. V současnosti vyspělé organizace pro chov pracovních psů využívají vědeckou metodu řízenou daty, tím je odhad plemenné hodnoty. Ta spočívá také v měření vlastností, ale je objektivní na rozdíl od hodnocení rozhodčími (Chen et al. 2021).

Nejčastěji jsou mezi služebními a pracovními psy využívána plemena ovčácká, pastevecká a lovecká. Následuje stručná charakteristika často používaných pracovních plemen.

3.2.1 Německý ovčák

Německý ovčák je nejpoužívanější plemeno v policejních a vojenských složkách jako všetranný pes po celém světě. Je hojně využíván pro své povahové vlohy a snadnou cvičitelnost. Plemeno je povahově vyrovnané s pevnou nervovou soustavou, sebevědomé, věrné a ovladatelné. Po staletí byl využíván jako pastevecký pes a ochránce (Bielfeld 1999; FCI 2021).

3.2.2 Rottweiler

Toto německé plemeno dříve sloužilo k nahánění dobytka a hlídání majetku svého majitele. Plemeno začala šlechtit skupina řezníků a obchodníků pro pracovní potřebu. V té době měl rottweiler dva velikostní rázy. Velcí těžcí psi se využívali jako tažná zvířata. Menší středně těžcí psi pracovali jako naháněči jatečních zvířat. V době, kdy se rozmohlo využívání lokomotiv a ostatních technologií, původní účel těchto psů už nebyl potřebný. Plemeno skoro zaniklo, nebýt lidí, kteří psa stále chovali pro jejich povahu jako člena rodiny. V současném

standardu je pes středně velký, souměrné robustní stavby, která ukazuje na jeho sílu, vytrvalost a obratnost. Jeho povaha je zásadně přátelská, klidná, velmi odolná a pracovitá. Plemeno je poslušné a ovladatelné. Pro tyto vlastnosti je využíván jako policejní a celní pes (Štěpánský 1974; Bielfeld 1999; FCI 2022).

3.2.3 Dobrman

Plemeno dobrman má jméno po svém tvůrci a prvním chovateli, Friedrichu Louisi Dobermannovi, který pro svou práci výběrčího dání potřeboval k sobě psa jako průvodce a ochránce. Elegantní tělesný rámec, hrdé a vzpřímené držení těla středně velkého vzrůstu. Dobrman je přátelský, klidný a velmi oddaný rodině. Je dobře ovladatelný se středním prahem dráždivosti. Ve standardu plemene je uvedeno sebevědomí, neohroženost, ostražitost a přizpůsobení se prostředí. Často se používal jako hlídací a policejní pes. Jejich hojně využívání v policejních službách vedlo k přezdínce „četnický pes“. Až na počátku 20. století bylo oficiálně uznáno jako služební plemeno (Štěpánský 1974; Bielfeld 1999; FCI 2021).

3.2.4 Velký knírač

Velký knírač je velký, silný, podsaditý pes s hrubou srstí. Stavba těla je kvadratická. Podle standardu je plemeno odolné, vzbuzující svým vzhledem respekt. Je inteligentní, vhodný k výcviku a vytrvalosti. Pro své vzorné obranářské vlohy a sebejistotu se nejlépe hodí jako služební pes na obrany, na sportovní kynologii i jako pracovní. V minulosti doprovázel sládky při rozvozu sudů piva po okolí. I obchodníci měli toto plemeno v oblibě, zřejmě díky jeho vzhledu, který budí v lidech respekt. Od roku 1925 je uznáno jako služební plemeno. V minulosti byl využíván na střežení statků a kravínů (Štěpánský 1974; Bielfeld 1999; FCI 2021).

3.2.5 Hovawart

Už pojmenování nám říká, za jakým účelem bylo toto plemeno vyšlechtěno, hovawart znamená strážce dvora, v minulosti byl využíván právě pro hlídání statků a ovčáckých salaší. Hovawart je silné, středně velké dlouhosrsté plemeno. Pes milé a vyrovnané povahy, s výrazným bojovým instinktem. Je sebevědomý, inteligentní, dobře snáší stresové situace. Je středně temperamentní s velmi dobrým čichem. Pro svůj velmi dobrý čich je hojně využíván pro pachové práce a záchranářinu. Je i vhodný jako hlídač, ochránce, pracovní a služební pes (Bielfeld 1999; FCI 2021).

3.2.6 Erdelteriér

Erdelteriér je všetranným teriérem střední velikosti a zároveň je největším ze všech teriérů. Standard udává, že plemeno je aktivní, bystré, vždy připravené k akci, sebejisté, přátelské, odvážné, inteligentní, pozorné a nebojácné. Pro tyto vlastnosti udané standardem je plemeno všetranné, lze ho využívat jako pasteveckého, strážného, asistečního psa nebo jako loveckého psa, který rád pracuje ve vodě. Všetrannost plemene dokazuje i to, že v minulosti byl využíván u organizace Červený kříž za dob války (Bielfeld 1999; FCI 2021).

3.2.7 Briard

Briard byl chován a šlechtěn pro své schopnosti vést a hlídat stáda. Plemeno odolné, pohyblivé, vyvážené tělesné stavby, živý a ostražitý, obdélníkového rámce. Povaha je vyrovnaná, nemá sklony k agresii ani bázlivosti. Charakter podle standardu musí být klidný a odvážný. Byl využíván francouzskou armádou v průběhu obou světových válek, jako strážný pes a pomáhal vyhledávat zraněné na bitevním poli (FCI 2021).

3.2.8 Border kolie

Pes dobrých proporcí a ladných tvarů, ukazující kvalitu, půvab a dokonalou výváženost, to vše demonstruje jeho výkonnost. Je to vytrvalý ovčácký pes k tvrdé práci u stáda, výborně ovladatelný, živý, pozorný, poslušný a inteligentní. Border kolie svou učenlivostí a energií se v dnešní době spíše využívá jako terapeutický pes a společník. Border kolie je šlechtěna ve dvou liniích, pracovní a výstavní (FCI 2021).

3.2.9 Flat coat retrívr

Flat coat retrívr je bystrý, aktivní pes střední velikosti. Flat coat retrívr je obecně obdařen přirozenými vlohami loveckého psa pro pernatou zvěř. Je ale i výborným asistenčním psem. Počátky plemene podpořil vynález brokovnice, která umožňovala myslivci sestřelit velké množství zvěře. Proto vznikla potřeba psa se specifickým účelem, a to vyhledat postřelenou zvěř a přinést ji psovodovi (FCI 2021; Lindberg et al. 2004).

3.2.10 Německý drátosrstý ohař

Německý drátosrstý ohař je nejvyhledávanější díky přísnému chovatelskému výběru a náročným loveckým zkouškám. Plemeno je nejodolnějším pracovním psem myslivců. Ohař je ušlechtilého vzhledu s tvrdým osrstěním. Plemeno je bez strachu ze zvířat, neprojevuje citlivost na výstřel, není plachý ani agresivní (Bielfeld, 1999; FCI 2021).

3.2.11 Německý krátosrstý ohař

Plemeno je hojně využíváno myslivci pro svou rychlost, vytrvalost a temperament, není nervozní, plachý ani agresivní. Využívá se především na polní práce, vyhledávání zvěře za použití nízkého nosu na rozsáhlých plochách. Stejně jako flat coat retrívr se začal více využívat po vynálezu brokovnice (Bielfeld, 1999; FCI 2021).

3.2.12 Bretaňský ohař

Plemeno střední velikosti vyšlechtěno ve Francii, patří do skupiny ohařů a však je ze skupiny nejmenší. Tento ohař je bezocasý. Pes je velmi přizpůsobivý na jakékoliv prostředí. Je všestranným ohařem, využívaným na každý druh zvěře, v jakémkoliv terénu. Plemeno je dobře cvičitelné s výbornýmnosem (FCI 2021).

3.2.13 Australská kelpie

Plemeno pochází z Austrálie, vyšlechtěné pro práci s ovci, aby byl schopen práce na velkých, nerovných plochách a vydržel vysoké teploty a také prašné bouře. Australské kelpie jsou neúnavné, velmi inteligentní, věrné a oddané. Mají přirozený instinkt k práci s ovci. Plemeno je střední velikosti (FCI, 2021).

3.2.14 Labradorský retrívr

Labradorský retrívr je vynikající vodní pes, rád pracuje ve vodě, využívá se pro hledání v bažinatém terénu. Plemeno je známé svou inteligencí, snadnou cvičitelností a přátelskou a laskavou povahou. Má jemný čich, který je využíván u policie v celní správě na vyhledávání pašovaného zboží a drog. Plemeno se hojně využívá jako asistenční pes (Bielfeld 1999; FCI 2021).

3.3 Druhy učení

Výcvik poskytuje psům mnoho příležitostí, jak si spojit psovoda s odměnou za správně splněný úkol. Takovéto spojení pozitivně ovlivňuje motivaci psa ke spolupráci s psovodem. Psi, kteří mají se svým psovodem intenzivnější vztah se rychleji učí, je to důsledkem větší pozornosti psa na psovoda. Intenzivnější vztah mezi psem a psovodem se vytvoří při dosažení společného cíle spolupráci (Range et al. 2009).

Pro psa i psovoda je důležitý správný výběr typu výcviku (Marshall-Pescini et al. 2009). Různé způsoby využití psů vyžadují odlišné dovednosti a reakce psa na psovoda po absolvování výcviku. Pes se rodí s vrozeným chováním, ale také i s predispozicí k učení (Mikulica 1985). Při učení dochází k trvalé přeměně chování, která je způsobena získanými zkušenostmi (Atkinson 2003).

3.3.1 Habituační/senzitizační

Habituační je nejprimitivnější způsob učení. Tento výcvik spočívá v tom, že psovi je podnět opakován tak často, že si na tento podnět pes zvykne a přestane na něj reagovat (Veselovský 2005). Může se například jednat o nějaký zvuk, který psovi vadí a vyvolává tím nežádoucí reakci, jako třeba útěk nebo štěkot. Pokud pes bude tomuto zvuku vystaven každý den, zvykne si na něj a přestane na něj reagovat. To, jak dlouho bude trvat, než reakce vymizí, záleží na síle podnětu, který chceme zhabituační i na plemenu psa (Mikulica 1985; Jančaříková 2019).

Ve služební a myslivecké kynologii je tento způsob učení využíván k odnaučení reakce na střelbu. Reakci můžeme ovlivnit již u štěňat, a to zvukovou stimulací. U armády a policie je to jeden z nejdůležitějších parametrů při výkupu vhodných jedinců pro budoucí využití v aktivní službě (Svobodová et al. 2008).

Opakem habituační je senzitizační, která má za cíl navýšit vnímavost psa na původně nepodstatný námi vybraný podnět (Blumstein 2016).

3.3.2 Klasické podmiňování

Ivan Petrovič Pavlov (1849-1936) byl ruský fyziolog, psycholog a lékař, který popsal vrozené a získané reflexy. Při experimentu se psy sledoval, jak reagují při vizuálním nebo pachovém předložení masa. Zjistil, že psi za jistých podmínek začnou slinit dříve, než potravu ucítí, např. když vidí přípravné rituály, jako přípravu misek (Jančaříková 2019). Odhalil, že slintání je ovlivněno nervově, je to reflex, který funguje v daných podmínkách. Dokázal, že je možné reflexy vyvolat vnějšími podněty, které pojmenoval podmíněné reflexy. Tyto reflexy nejsou závislé jen na podmíněném podnětu, ale i na odměněném. Během výzkumu objevil, že dochází k propojení vnějších podnětů, jako je zvuk, s podnětem původním, což je potrava. Důležité je i správně načasování a následné upevnění chování (Stemmerová 2012). Dnes je tento typ učení znám pod názvem klasické podmiňování (Jančaříková 2019).

Poznatky z klasického podmiňování jsou využívány při cvičení s klikem, kdy klik je podmíněným podnětem a následné odměnění pamlskem podnětem nepodmíněným (Kvam 2012).

I. P. Pavlov také shrnul čtyři základní typy vyšší nervové činnosti podle síly, vyrovnanosti a pohyblivosti, na: melancholik, flegmatik, choleric a sangvinik. Typ vyšší nervové činnosti je vrozený konstituční druh nervové činnosti živočicha, který vyplývá z typových rysů a ze změn vnějšího prostředí, které působí na organismus během jeho života. Nejčastějšími typy podle Pavlova jsou slabý, melancholický a živý, sangvinický. Nejvzácnější je typ klidný, flegmatický (Konečný 1954).

3.3.3 Operantní podmiňování

Operantní podmiňování bylo popsáno americkým psychologem Skinnerem (1938), jako metoda učení fungující na bázi odměny psa za správné chování a trestu za chování podle cvičitele špatné či nežádoucí. Pes si následně spojí konkrétní chování a jeho důsledky. Dále rozlišil dva druhy důsledků chování, posílení a trest. Posílení a trest se dále dělí na pozitivní a negativní (Jensen 2007).

Pozitivní posílení je, když žádoucí chování je odměněno něčím pozitivním, příjemným. V kynologické praxi je odměnou pamlsk, míček nebo hra s psododem. Negativní posílení je, že odebereme něco nepříjemného, co vede k úlevě. V praxi je to například, že pes přestal útočit a štěkat na cizí psy, přestaneme používat ostnatý obojek. Pozitivním trestem je přidání něčeho nepříjemného, v praxi je to například škrbnutí obojkem při nežádoucím chování psa. Při negativním trestu se odebrá něco příjemného pro psa, v praktické kynologii to je například při situaci, kdy pes vynechá maketu/makety a běží hned k figurantovi, figurant vystoupí z makety, odhodí rukáv, pes je potrestán tím, že si nezakouše (Jensen 2007).

Reakce vytvořené operantním podmiňováním jsou cílené a ovlivněné vůlí, to je hlavní rozdíl od klasického podmiňování. Pes nám sám od sebe, vědomě nabízí konkrétní reakci, na kterou my reagujeme odměnou nebo trestem (Garrett 2013). Pro nás žádoucí chování, které bylo odměněno, se objevuje výrazně častěji než reakce, která vedla k trestu (Stemmerová 2012). Tento typ učení je označován jako takzvaná metoda „pokus, omyl“, neboli metoda instrumentálního podmiňování (Garrett 2013). Podstatou je vytvoření spojení mezi podnětem a reakcí s pozitivní odměnou (Plháková 2006).

Metody výcviku psů se velmi liší psovod od psovoda, některý psovod používá během tréninku jen odměnu, jiný zas kombinuje odměnu a trest, někdo jiný zas využívá jen metody založené na bázi trestů (Rooney & Cowan 2011). Psi cvičení metodami založenými na odměňování reagovali na povely poslušnosti důsledněji, než psi cvičení pouze negativním posilováním a trestem (Hiby et al. 2004).

Shaping je specifický druh operantního podmiňování, přičemž cílovou reakcí je pozornost. Při shapingu je posilováno (odměňováno) dílčí nabízené chování až k námi požadovanému chování. Tímto typem výcviku lze psa naučit složité úkony (Silverstein et al. 2001).

3.4 Dědičnost

Dědičnost je schopnost organismu předávat geny z generace na generaci. Z hlediska dědičnosti existují znaky, které se dědí poměrně jednoduše a jsou podmíněné tzv. majorgeny, (patří sem např. zbarvení srsti). Užitécké vlastnosti (např. pracovní schopnosti) mají velice složité dědičné založení a podílí se na nich větší počet tzv. genů malého účinku. Determinace těchto vlastností je ještě komplikována skutečností, že mohou být výrazně ovlivněny podmínkami vnějšího prostředí a to výchovou, výživou apod. (Dostál 2007).

Většina vlastností je komplexních, desítky, či stovky genů utvářející dědičný genetický potenciál psa, který je dále ovlivněn prostředím. Výběr chovných jedinců pouze na základě jejich fenotypu v dospělosti je neefektivní způsob, jak zlepšit polygenně zděděné vlastnosti v následující generaci (Chen et al. 2021).

Psi na rozdíl od hospodářských zvířat nemají přímé produkční vlastnosti. Přesto existují vlastnosti, které chovatelé psů chtějí zlepšit. Patří sem např. reprodukce, stavba těla, temperament a onemocnění. Tyto znaky jsou typicky polygenní (Ruvinsky & Sampson 2001). Rané studie u německých ovčáků naznačují, že tělesné míry jsou středně až vysoce dědivé, s hodnotami $h^2=0,81$ pro šířku hrudníku a hodnotou $h^2=0,54$ pro kohoutkovou výšku. Tyto hodnoty ukazují, že rozdíly mezi jedinci jsou z větší části podmíněny geneticky, takže správně zvolená selekce může změnit tělesné míry v populaci (Ruvinsky & Sampson 2001).

3.4.1 Vliv vnějšího prostředí

Vlivy vnějšího prostředí při nitroděložním vývoji i po narození štěněte mají obrovský vliv na fyzickou, ale taktéž i na psychickou charakteristiku chování dospělých psů (Hall & Wynne 2012). Prenatální vystavení stresu matky způsobuje epigenetickou metylaci promotorových oblastí glukokortikoidních receptorů, což způsobuje hypereaktivitu. Je prokázáno, že mnoho epigenetických účinků je dědičných. Rozdíly v chování nemusí být pouze v chování v první generaci potomků, ale mohou se projevit i ve druhé generaci, ačkoliv žádný z potomků nezažil mateřský stres. U hlodavců je hipokampální exprese genu pro glukokortikoidní receptor a behaviorální reakce na stres regulována množstvím péče matky v prvních dnech života svých potomků. Tyto procesy se pravděpodobně vyskytují i u psů. Je známo, že ovlivňují učení se různým úkolům, které může být posíleno, pokud se zmírní stres a úzkost (Weaver et al. 2004; Morgan & Bale 2011; Overall et al. 2014). Studie Pierantoni et al. (2011) dokázala, že štěňata vychovávaná svými matkami do 56. dne věku měla méně často projevy problémového chování a byla méně reaktivní než štěňata odstavená od matky ve věku 30 až 40 dnů. Dále zjistili, že časné odloučení štěněte od matky spojené s méně kvalitní

mateřskou péčí způsobuje u mnoha plemen obsedantně-kompulzivní poruchu (OCD) – pronásledování vlastního ocasu.

Braem & Mills (2010) tvrdí, že reakce psa může být ovlivněna změnou prostředí. Při změně místa, kde se pes učil konkrétní povel, může dojít k chybné reakci psa, pokud pes daný povel nemá plně naučený. Je tedy důležité, aby při cvičení bylo zařazeno i přivyknutí psa na rušivé vjemy, ale příliš velký rušivý tlak může narušit soustředění psa. To může způsobit snížení výkonu a učenlivosti psa. Rušivé vjemy se při výcviku přidávají postupně (Meyer & Ladewing 2008). Při začátcích výcviku se psem nebo při snaze naučit psa něco nového je potřebné z prostředí, kde bude výcvik probíhat, odstranit všechny rušivé vjemy, které mohou odvést pozornost nebo vést psa k nejistotě. Je známo, že pes má na cvičišti, které dobře zná skoro stoprocentní výsledky, ale prostředí, které je nové, ovlivní výsledky negativním směrem (Abrantes 1999).

Dalším důležitým vnějším vlivem je teplota. Převážně služební psi musí běžně fungovat i při vysokých teplotách. Jsou to psi využíváni armádou, psí pátrací a záchranářští. Vnitřní teplota psů, pracujících ve vysokých teplotách, rychle stoupá, což je rizikem pro přehřátí organismu jedince a tepelný stres. Psovod musí vyvážit dobu práce a odpočinku tak, aby se omezilo, ideálně zamezilo riziku přehřátí psa a jeho tepelného poranění. U služebních psů je pro psovoda velmi důležité umět předpovědět a odhadnout dobu bezpečné práce psa bez přehřátí, a to s ohledem na zdraví psa a jeho výkon (O'Brien et al. 2020). Správná teplota pro práci psa je mnohem nižší než pro člověka. U psa je ideální venkovní teplota v rozmezí 2-18 °C (Duffey 2010). Arango et al. (2016) ve své studii tvrdí, že úmrtnost kvůli tepelnému zranění vojenských pracovních psů, kteří byli nasazeni během bojů v konfliktech v Iránu a Afganistánu, byla přibližně 12 %. Další faktorem ovlivňujícím práci mladých psů byl úpal, v důsledku toho byli psi propuštěni ze služby. Nejčastějšími faktory přispívajícími k přehřátí byly specifické fyzické vlastnosti psa, jako dlouhá srst nebo tmavá pigmentace srsti, nedostatečná aklimatizace psa a fyzická kondice, dále i charaktery chování psa jako je hyperaktivita, tahání na vodítku a typ tréninku konkrétně detekční práce. Vysoké teploty nejsou vhodné pro pachovou práci, způsobují lapání po dechu a tím zhoršují schopnost psa detekovat zdroj pachu. Dále vysoké teploty způsobují větší vypařování ze zdroje pachu a s tímto vlivem zároveň stoupá teplý vzduch, ten pach rozptýlí do širokého okolí a je horší jeho identifikování. Nízká teplota pach drží níže u země, díky tomu se schopnost psa detekovat zdroj pachu zvětšuje (Mach 2013). Další vlivy, které ovlivňují pachovou práci služebních psů, jsou vítr, tlak, vlhkost, déšť a sníh. Nejideálnější podmínky pro práci na stopě jsou ráno, při nízké teplotě s vysokou vlhkostí. Pach se pomaleji vypařuje a je přímo ve stopě.

3.5 Dědičnost chování psa

Metody hodnocení chování se běžně používají v mnoha organizacích sahající od testování bakterií až po posuzování zkušenými trenéry za přirozených nebo polopřirozených podmínek (Duffy & Serpell 2012). Chování je do určité míry dědičné, což potvrzují rozdílné projevy temperamentu mezi plemeny. Genotyp a vlivy vnějšího prostředí formují chování psů, zejména v raném období a v období učení. Tato období ovlivňují budoucí vývoj chování u psů. Jisté vlohy, zejména u pracovních plemen jsou již dědičně fixovány. I přes tuto skutečnost je

nutné tyto vlastnosti posilovat vnějšími podněty (výcvikem), aby mohlo dojít k praktickému využití schopností psa (Ruvinsky & Sampson 2001).

Skenování genomu bylo úspěšné při identifikaci jednoduchých mendelovských znaků a roste i úspěšnost u komplikovanějších genetických poruch, jako je úzkost a další poruchy chování. Použitím husté mapy mikrosatelitních DNA markerů očekáváme, že budeme schopni zmapovat chromozomální oblasti, které obsahují geny související s různými výkony, úzkostným chováním a čichovými schopnosti, které má genetické složky (Parker et al. 2004; Hamilton 2005). Co tato mapovaná data znamenají pro naši schopnost vybrat celkově lepší psy, bude záležet na kvalitě všech ostatních údajů dostupných pro hodnocení. V současnosti chybí v metodách analýzy interpretace vysoce kvalitních dat. A proto odhad dědivosti chování pro většinu případů zůstává základním zdrojem šlechtitelských programů (Hradecká et al. 2015). Znaky chování psů jsou vyhodnoceny jako vysoce dědivé, s průměrnou dědivostí mezi plemeny $h^2=0,51 \pm 0,12$ pro 14 rysů chování (MacLean et al. 2019). Ilška et al. (2017) ve své studii zjistili, že lze pomocí dotazníků na osobnostní rysy labradorských retrívrů, odhadnout genetickou variabilitu. U několika dotazovaných znaků, včetně sklonu k apertu a strachu z hlasitých zvuků, zjistili značnou genetickou variabilitu, zatímco u jiných znaků byla dědivost zanedbatelně malá. Genomické analýzy ukázaly, že tyto znaky jsou převážně polygenní, takže jednotlivé genomické oblasti mají malý vliv, a naznačily chromozomální asociace pro šest znaků. Polygenní povaha těchto znaků je v souladu s předchozími studiemi behaviorální genetiky u jiných druhů, například u myši, a potvrzuje, že ke kvantifikaci genetické variability a k identifikaci jednotlivých genů, které ovlivňují behaviorální znaky, jsou zapotřebí velké soubory dat. Turcsán et al. (2011) zkoumali profily chování 98 plemen a jejich rozdíly v chování mezi tradičními plemeny na základě historické užitkovosti a mezi genetickými skupinami plemen. Plemena byla klasifikována na základě čtyř znaků a byla provedena analýza shluků, která zkoumala podobnost chování mezi plemeny. Bylo zjištěno, že dva behaviorální znaky (cvičitelnost a odvaha) se významně liší jak mezi tradičními plemeny, tak mezi genetickými skupinami plemen. Odhalili, že pastevečtí psi jsou učenlivější než honiči, pracovní psi, toy psi a nesportovní psi. Plemena ze skupiny mastifů a teriérů jsou odvážnější než plemena lovecká a pastevecká. Genomová asociační studie (GWAS) využívá standardní hodnoty psích plemen, fenotypová měření je účinným způsobem, jak identifikovat geny spojené s morfologickými a behaviorálními rysy. Zkoumání metodou GWAS (Genome-wide association study), 268 sekvencí celého genomu psů ze 130 moderních psích plemen odhalilo geny, které jsou základem pro pasení, predaci, temperament a cvičitelnost. Němečtí ovčáci v chovatelském programu Švédských ozbrojených sil (SAF) jsou podrobeny testu temperamentu, tímto testem vybírají jedince vhodné pro výkon služby u ozbrojených sil. Arvelius et al. (2014) využili výsledků těchto testů k odhadu heritability a korelace mezi 38 testovanými položkami a 8 základními aspekty chování. Parametry byly odhadnuty pomocí spojení lineárního animal modelu s vlivem pohlaví, úrovně tréninku, ustájení, náhodnými vlivy a genetickým efektem jedince. Heritabilita se pohybovala v rozmezí $h^2=0,00 - 0,28$. Jejich výsledky naznačují, že test temperamentu SAF je jako celek možné použít pro měření chování při výběru psů do chovu, ale také, že některé položky testu by měly být měřeny jinak, aby měly smysl pro účely genetické selekce.

Odhady dědivosti behaviorálních projevů se různí od nízké po vysokou. Hradecká et al. (2015) došli k opačnému výsledku dědivosti behaviorálních rysů. Celkovou meta-analýzou

dědičnosti povahových rysů shrnují vědecké články zabývající se povahovými rysy a jejím genetickým založením za posledních 40 let, jejichž závěry se do určité míry liší. Každá studie obsahovala data o testovaných povahových vlastnostech u čistokrevných psů. Vlastnosti měřené v každé studii klasifikovali do 5 kategorií – životní prostředí, pasení, lovecké schopnosti, hru a psychickou charakteristiku. Výsledkem této meta-analýzy byla velmi nízká hodnota heritability ve všech zahrnutých znaků, to naznačuje nízce dědivé genetické založení povahových vlastností. Výsledky této meta-analýzy nepodporují běžně používané povahové testy k výběru chovných jedinců.

3.5.1 Kognitivní schopnosti

Psi během domestikace prošli silnou selekcí na temperament a kognitivní schopnosti. Genetický základ těchto schopností však stále není dobře znám (Tonoike et al. 2021). Genetické mapování chování u psích plemen je metodicky velmi obtížné. Jeden z důvodů je, že chování a kognitivní procesy jsou komplexní vlastnosti, které se obtížně definují a měří. Proto existují různé metody pro klasifikaci a popis behaviorálních fenotypů (Shan et al. 2021). U lidí je známo, že kognitivní schopnosti se překrývají, což vede k základnímu „g“ faktoru, který vysvětluje mnohé rozdíly základní inteligence mezi lidmi. Faktor g určuje obecnou inteligenci, zahrnuje základní schopnost řešit problémy a komplikované úkoly. Spearman (1927) při svém výzkumu zjistil pozitivní korelaci mezi jednotlivými testy. To znamená, že ti, kteří byli nadprůměrní v jednom testu, obvykle byli úspěšní i v jiných testech. Kvantitativní genetické metody využitě při studii odděleně vychovávaných dvojčat prokázaly existenci genetického g, z tohoto zjištění vyplývá, že kognitivní schopnosti jsou korelovány na genetické i fenotypové úrovni. Molekulárně genetické studie ukazují, že g faktor je vysoce polygenní, k tomuto poznatku využili vzorků DNA nepříbuzných lidí.

Arden a Adams (2016) hodnotili 68 border kolíí na základě jejich individuálních rozdílů kognitivních schopností, aby tím určili inteligenci psů. Psi jsou dobrým modelem pro vnitrodruhovou a mezidruhovou škálu kognitivních schopností. Protože psi nejsou ovlivněni životním stylem (užíváním alkoholu, drog, tabáku a tak podobně) jak tomu je u lidí. Testované border kolie vykazovali inter-individuální variabilitu. Výsledky prokázaly, že fenotypová struktura kognitivních schopností u psů je podobná jako u lidí. To znamená, rychlý a přesný pes v jednom úkolu má sklony být rychlý a přesný i v jiných úkolech. Pohlaví výrazně neovlivnilo průměrné výsledky v úkolech. O dědivosti kognitivních vlastností se toho, ale stále málo ví. O tuto problematiku se zajímali Gnanadesikan et al. (2020). Pro získání dat využili Dognition.com (občanský vědecký projekt o pozorování psů). Data zahrnovala 11 kognitivních měření u 1 508 dospělých psů napříč 36 plemeny. Odhady heritability kognitivních vlastností bez toho, aby zahrnuli do výpočtů tělesnou hmotnost a výcvik byli následovně $h^2=0,70$ pro inhibiční kontrolu (schopnost potlačit impulzy a přirozené behaviorální reakce na podmět), $h^2=0,39$ pro komunikaci, $h^2=0,17$ pro paměť a $h^2=0,21$ pro fyzikální uvažování (schopnost uvažovat o fyzikálním světě). Při zahrnutí dat o hmotnosti jedinců se hodnota dědivosti pro všechny zkoumané faktory snížila obecně minimálně, s výjimkou inhibičního kontrolního faktoru ($h^2=0,47$). Další faktory se snížily následovně komunikace na $h^2=0,32$, paměť na $h^2=0,12$, fyzické uvažování na $h^2=0,16$. Při zahrnutí dat výcviku k hmotnosti jedince se heritabilita snížila na $h^2=0,45$ pro inhibiční kontrolní faktor, $h^2=0,41$ pro komunikaci, $h^2=0,01$

pro paměť a pro fyzické uvažování $h^2=0,16$. Výcvik měl obecně menší účinek na výsledky než hmotnost. Tonoike et al. (2021) hodnotili sociální kognitivní schopnosti spojené s člověkem u 624 plemen psů pomocí dvousměrného testu výběru a testu řešení problémů. Při řešení problémů starobylá plemena vykazovala nižší tendenci se ohlížet na člověka než jiná evropská plemena. Zkoumali i genové polymorfismy v oxytocinu, oxytocinovém receptoru, melanokortinovém receptoru 2 a genu souvisejícím s Williamsovým-Beurenovým syndromem (WBSCR17), jako kandidátních genů domestikace psů. Jednonukleotidové polymorfismy (SNP) na melanokortinovém receptoru 2 souvisely s testem řešením problémů a s testem obousměrný výběr předmětů, zatímco ostatní polymorfismy byly spojeny s neřešitelnými úkoly. To naznačuje podíl funkce glukokortikoidů na kognitivních dovednostech získaných během domestikace psa.

3.5.2 Problémové chování

Veškeré chování psů, jak žádoucí, tak nežádoucí pro majitele psa, je ovlivněno geneticky i prostředím (Overall et al. 2006; Rooy et al. 2014). Problémové chování u psů se vyskytuje velmi často (Bamberger & Houpt 2006). Úzkost a strach tvoří většinu behaviorálních problémů u psů (Overall et al. 2014; Bellamg et al. 2018). Strach je přirozenou vlastností, která je nutná pro zachování druhu (Stalmachová, 2000). Nervová reaktivita je dědičná vlastnost. Strachové reakce sídlí v amygdale mozkového centra strachu, strachové reakce je obtížné nebo nemožné změnit (Grandin, 2000).

Podle Graye (1979) lze podněty vyvolávající strach rozdělit do pěti kategorií:

1. Nebezpečí, kterému se zvíře naučilo vyhýbat (úraz elektrickým proudem),
2. Podnět, který vyvolává nenaučenou reakci strachu,
3. Nové podněty, jedna z neúčinnějších experimentálních podmínek, které způsobují negativní emoce strachu a úzkosti (např. náhlý hlasitý zvuk),
4. Fyzické vlastnosti související s projevem úzkosti (rychle se pohybující spouštěč úzkosti),
5. Stimuly vnímané jako podněty od příbuzných druhů (poplašná volání nebo křik)

Emoční stavy strachu a úzkosti u zvířat lze odvodit pouze nepřímo z pozorovatelného chování jedince. Vzorce chování zvířat mohou být i protichůdné. Například aktivní obranné reakce (útok, ohrožení), aktivní vyhýbavé reakce (útek, úkryt) nebo inhibice pohybu (nehybnost) mohou být všechny považovány za vyjádření stavu strachu nebo úzkosti (Boissy, 1998). Fyziologická reakce na strach je zvýšená tepová frekvence a vyplavení hormonu nadledvinek, kortizolu. Stejnou reakci z fyziologického hlediska vyvolává i stres. Hladinu kortizolu lze detekovat ze slin, moče a plazmy (Foyer et al. 2016).

Podněty vyvolávající strach mohou ovlivňovat i jiné vzorce chování. Archer (1979) pozoroval, že dopady strachu se liší a závisí na emoční intenzitě ohrožující události. Když je strach intenzivní, normální chování může být narušeno nebo zcela potlačeno. Střední úroveň strachu obvykle vede ke konfliktu mezi vyjádřením strachu a pokračováním v činnosti, kterou se jedinec právě zabývá. Konflikt mezi motivací mohou vyvolat přechodnou aktivitu charakterizovanou střídáním různých motivací mezi projevem dvou typů chování (Boissy 1998).

Overall et al. (2008) pomocí etogramu identifikovali psy, kteří projeví strachovou reakci (stáhli se) při přiblížení osoby. Od těchto jedinců byli následně testováni i jejich potomci. Chování potomků bylo podobné jako u jejich rodičů, což naznačuje možnost dědičnosti strachu.

Goddard a Beilharz (1982) ve své studii potvrdili, že strach a úzkost je středně dědivé s hodnotami $h^2=0,46$ a $h^2=0,44$. Strach má významný vliv na neúspěch psa při výcviku u potencionálních pracovních psů.

Americký vědec, Walter Bradford Cannon (1932), strávil podstatnou část své kariéry studiem homeostatické odpovědi na stresory a jako první vyslovil teorii fyziologie stresu. Základem bylo, že díky poplachové reakci se organismus snaží o udržení homeostázy. Selye v roce 1936 definoval ve své práci stres jako stav, ve kterém se živý systém snaží přizpůsobit novým situacím, podobně jako u obranných nebo nápravných reakcí imunity. Vzniklo tak označení adaptační syndrom (General Adaptation Syndrome – GAS). Tento syndrom může zvýšit odolnost organismu proti stresové zátěži, ale také způsobit fyzické či psychické onemocnění až smrt (Selye 1950).

Zvířata na změnu optimálního prostředí reagují podobně jako na stav život ohrožující. Při stresu se uplatňují obranné mechanismy, které umožňují přežití organismu vystaveného nebezpečí. Přirozenou a instinktivní reakcí psa na potenciálně nebezpečný podnět je útok nebo útek. Obě tyto reakce doprovází celá řada změn v organismu a následné narušení homeostázy organismu (Hanák & Olehla 2010).

Pes v životě zažije celou řadu situací, při kterých není možnost útěku před nepříjemným vlivem, jako je vysoká teplota, hladovění, žízeň, změna v sociální skupině. Všechny tyto vlivy se nazývají stresory. Mohou být endogenního i exogenního původu. Každý jedinec reaguje individuálně na stresory, jelikož záleží na mnoha aspektech. Obvyklá reakce organismu na stres je útok nebo útek (McCoy 2015). Dosavadní údaje ukazují, že psi, kteří jsou vystaveni stresorům, mohou být více ohroženi tím, že se u nich zvýší reaktivita (Overall et al. 2014). Odhad heritability behaviorálních vlastností u labradorských retrievrů, kde nervozita nabývala hodnoty heritability $h^2=0,58$, podřízení $h^2=0,10$ a úspěšné dokončení tréninkového programu $h^2=0,44$ (Ruvinsky & Sampson 2001).

Obsedantně-kompulzivní porucha (OCD) je geneticky podmíněná úzkostná porucha, která byla identifikována i u psů. Řízený chov ovlivnil formu OCD u mnoha plemen, například němečtí ovčáci se často točí za vlastním ocasem, u plemene doberman se často vyskytuje forma OCD zvaná „sání boku“ a border kolie jsou často reaktivní na hluk. Možnost identifikace spojení mezi specifickými behaviorálními fenotypy a geny by byla cenným přínosem při výběru psů méně náchylných k úzkosti a strachu (Overall et al. 2014; Bellamg et al. 2018). Polymorfismus s variabilním počtem tandemových opakování (VNTR) v exonu 3 genu pro lidský dopaminový receptor D4 (DRD4) je spojen s poruchou pozornosti spojenou s hyperaktivitou (ADHD). Podobný polymorfismus tandemových opakování genu DRD4 byl identifikován u psů, koní a šimpanzů. Hejjas et al. (2007) detekovali dvě alely DRD4 (označené 2 a 3a) u německých ovčáků. Frekvence genotypů byla v rovnováze podle Hardy-Weinbergova zákona. Pro modelování odlišných podmínek prostředí autoři německé ovčáky klasifikovali jako psy „v zájmovém chovu“ a „policejní“. Policejní němečtí ovčáci, kteří měli alespoň jednu alelu 3a, vykazovali výrazně vyšší skóre v aspektu aktivity a impulzivity na rozmezí hodnocení ADHD než psi, kteří touto alelou nedisponovali. Tento rozdíl nebyl tak významný u německých ovčáků v zájmovém chovu. Jedná se o první zjištění o asociaci mezi kandidátním genem a znakem chování u psů, které posiluje funkční roli polymorfismu exonu 3 DRD4. Kubinyi et al. (2012) zjistili, že němečtí ovčáci s krátkou formou tyrozinhydroxylázy (TH, enzym, který se vyskytuje u psů s krátkou formou tyrozinhydroxylázy podílející se na

tvorbě dopaminu), byli mnohem více aktivnější a impulzivnější. Wan et al. (2013) také zjistili, že sibiřští huskyové s krátkou formou genu TH jsou impulzivnější. Uvedli také, že sibiřští huskyové, kteří měli alespoň jednu krátkou alelu dopaminového genu D4, vykazovali v behaviorálních testech větší aktivitu-impulzivitu než psi se dvěma dlouhými alelami; psi s krátkou alelou měli tendenci získávat vyšší hodnocení v testu aktivity a impulzivity. Bellamg et al. (2018) se ve své studii zabývali genem DRD2, který kóduje dopaminový receptor 2. V jejich studii bylo nalezeno 8 SNP v genu u havanského psíka, toto plemeno vykazuje velké variace ve fenotypovém chování v sociálních situacích. Významné souvislosti byly detekovány mezi 2SNP v exonu 2 genu DRD2 a zvýšeným sociálním strachem. Různé typy poruch chování související se strachem se běžně vyskytují zároveň, tudíž byly SNP v exonu 2 také zkoumány na možnou souvislost s reaktivitou na hluk u 5 plemen – kolie, pudl, kanadský teriér, havanský psík a irish soft coated wheaten terrier. Bylo zjištěno významné spojení mezi SNP v exonu 2 genu DRD2 a hlukovou reaktivitou u irish soft coated wheaten terriera a kolie a zvýšenou tendencí ustrašeně reagovat v sociálních situacích u havanského psíka. Stejně alely byly spojeny s prospěšnými fenotypovými znaky u těchto tří plemen. Nebyla naopak zjištěna žádná významná souvislost mezi reaktivitou na hluk a SNP u havanského psíka, kanadského teriéra nebo u pudla. Autoři došli k závěru, že SNP je s největší pravděpodobností způsobeno mutací nebo má epigenetický účinek.

Studie Foyera et al. (2016) zkoumala reakce chování 85 potenciálních vojenských psů ve 4 standardizovaných testech teperamentu využívaných při výběru služebních psů pro švédské ozbrojené jednotky. V rámci testu byla vyhodnocena i hladina kortizolu před a po testu u 37 psů. Testy hodnotily reakci na zvukový podnět (pohozením ocelového kbelíku nebo řetězu na zem), na vizuální podnět (před psem byla vytažená kombinéza), na přibližující se vizuální podnět (postupně se přibližující maketa lidské postavy k psovi) a posledním zájmem zkoumání bylo hledání, kdy byl před psem kutálený míček směrem k figurantovi, ten ho schoval, na poprvé tak aby k němu pes měl snadný přístup, při dalších opakování byl míček schovaný tak aby k míčku neměl pes snadný přístup. Výsledky testu ukázaly, že hladina kotrizolu byla vyšší u psů, kteří byli vyhodnoceni jako vhodní pro výkon armádní služby než u psů, kteří byli testem temperamentu švédské armády hodnoceni jako nevhodní na výkon služby.

Burghardt (2003) ze svého průzkumu zjistil, že běžným problémových chováním u vojenských služebních psů je agrese ve více jako 30 % případů. Agresivita je nežádoucí vlastností psů. Hladiny neurotransmiteru, resp. jejich metabolitů v mozku, krvi nebo mozkomíšním moku byly zkoumány. Taktéž byly zkoumány i transportéry a receptory těchto látek neurotransmiterů a byly geneticky spojeny s neurotransmitery, agresivitou a dalším chováním. Několik laboratoří zjistilo rozdíly v neurotransmiterech a jejich receptorech mezi agresivními a neagresivními psy a předpokládají, že serotonin bude nižší u agresivních psů. Dopamin (D1 a D2) se tvoří z tyrosinu a je katalyzován enzymem tyrosinkinázou. Dopamin má více receptorů a je inaktivován dalším enzymem, monoaminoxidázou (MAO). Dopamin je transportován zpět do presynaptického neuronu pomocí transportéru. Studie zkoumající agresivitu u psů posuzovaly hladinu dopaminu v krvi a mozkomíšním moku i jeho expresi v mozku. V genetických studiích se zjišťovaly alely regulující dopaminové přenašeče, receptory a dopaminové deaktivční systémy. Enzymy byly porovnávány u neagresivních jedinců, u kterých se objevuje občasná agrese a u psů vykazujících agrese. U anglických kokršpanělů jsou geny spojené s agresivním chováním kodovány receptorem pro dopamin,

serotonin a glutamát. U belgického ovčáka malinois byl gen pro dopaminový transportér (DAT) spojen s impulzivním chováním. Většina testovaných belgických ovčáků malinois je homozygotní pro alelu dopaminového transportéru (DAT-VNTR) s variabilním počtem tandemovým opakováním (2/2) (Lit et al. 2013; Rigterink 2014). Pérez-Guisado et al. (2006) odhadovali heritabilitu agresivity u anglických kokršpanělů. Zjistili, že kromě pohlaví a barvy srsti (červení jsou agresivnější než černí) má na agresivitu psa vliv také výchova. Variabilita způsobená dědičností agresivity po otci byla pouze 0,2 (20 %), zatímco variabilita způsobená dědičností po matce byla 0,46 (46 %), což ukazuje vliv matky a prostředí na agresivitu. Váge et al. (2010) pokračovali ve zkoumání agresivity u anglického kokršpaněla. Zjistili významné souvislosti mezi agresivitou a čtyřmi SNP v oblasti dopaminového receptoru D1 (DRD1), dvěma SNP v oblasti serotoninového receptoru 1D (HTR1D) a pěti SNP v oblasti glutamátového receptoru (SLC6A1). Později bylo identifikováno šedesát dva SNP vyskytující se v šetnácti neurotransmitterových genech nebo v jejich blízkosti. Alelické vazby s agresivitou byly identifikovány u DRD1, HTR1D HTR2C a SLC6A1. Byly identifikovány rizikové nebo ochranné haplotypy pro agresivní chování založené na dvou až pěti SNP. Četnost agresivních psů se mezi haplotypy v rámci lokusů významně lišila a poměr šancí agresivity u psů s rizikovými haplotypy se ve srovnání s ochrannými haplotypy pohybovala od 4,4 (HTR2C) do 9,0 (SLC6A1). Nebyly identifikovány žádné haplotypy v úplné souvislosti se zaznamenanými fenotypy, což podporuje složitou dědičnost agrese. Reakce vůči lidem se mohou pohybovat od neutrálních přes agresi až po mimořádně přátelské. Studie genetických faktorů na agresi u dospělých 228 testovaných zlatých retrievrů pomocí dozatníku Canine Behavioural Assessment and Research Questionnaire (CBARQ) došla k zásledujícím závěrům. Skóre agrese vykazovalo značnou variabilitu, což je předpokladem pro genetické studie. Dále pomocí zpětného dotazování jim bylo umožněno studovat změny v agresivním chování psů v průběhu času. Po průměrném časovém intervalu 4,3 roku se více než 50 % psů stalo méně agresivními (van den Berg et al. 2006). I Liinama et al. (2007) pro zjištění dědičnosti agrese využili dotazník, jeden dotazník byl pro vlastníky zlatých retrievrů a druhý takéž Canine Behavioural Assessment and Research Questionnaire (CBARQ). Testování psi byli pro účely studie klasifikováni jako pes vykazující agresivní chování, nebo jako pes co je příbuzný s agresivním psem (sourozenec, rodič). Testování byli i psi podle majitelů neagresivní. Dotazník zkoumal dědičnost dvou specifických agresi, agrese vůči psům a agrese vůči člověku. Hodnota heritability byla $h^2=0,81$ pro agresi vůči psům a $h^2=0,77$ pro agresi vůči člověku. Mezi oběma typy agrese existuje jen malá korelace, což naznačuje samostatné genetické příčiny těchto projevů. Dotazník CBARQ vyhodnotil jako geneticky proměnlivé znaky agrese při následujících situacích; v situaci, kdy se cizí pes přibližoval k psovi na vodítku vyšla hodnota heritability $h^2=0,85$, ošetření psa rodinným příslušníkem $h^2=0,83$, při situaci, kdy pes žral a přibližoval se k němu člen rodiny, byla heritabilita $h^2=0,94$, když člen rodiny odebral psovi žrádlo hodnota heritability byla $h^2=0,95$ a v poslední situaci se chtěl cizí člověk dotknout psa, tato hodnota byla nejvyšší ze všech testovaných situacích a to $h^2=0,99$. V pěti situacích vyšla hodnota dědivosti $h^2=1$, dítě přibližující se ke psovi, který je na vodítku, rodinný příslušník upřeně hleděl na psa, agresivita vůči jinému psu v rodině a další pes rodiny se přibližuje k psovi, který je na oblíbeném místě. Vzhledem k tomu, že nebylo možné získat standardní chybovost pro vysoké odhady dědivosti v testu CBARQ, je spolehlivost těchto vysokých odhadů diskutabilní. Výsledky studií van den Berga et al. (2006) a Liinama et al. (2007) ukazují

skutečnost, že agrese a dominantní chování je podmíněno geneticky a lze ho ovlivnit selekcí, při zvolení správné metody.

3.5.3 Dědičnost loveckých schopností

Lovecká plemena psů byla domestikována a chována pro lov s člověkem (Akkad et al. 2015). Lov je pracovní úkon, pro který byli psi intenzivně vybíráni tak, aby vykazovali chování jako je např. vystavování, vyhledávání, pronásledování, vodní práce, aport a podobně. Většina požadovaných loveckých znaků má pozitivní genetickou korelaci, což je využitelné pro výběr těchto vlastností a následně jejich zlepšování (Bauman 1994; Rooy et al. 2014).

Dědivost vlastností souvisejících s lovem ptáků a jiné zvěře byly měřeny v testu přirozených schopností provedené Schmutzem & Schmutzem (1998) pomocí regrese potomků a rodičů u pěti plemen loveckých psů. Hodnoty heritability používání nosu, vyhledávání byly střední, tj. $h^2=0,25-0,39$, hodnota heritability vystavování byla naopak vyšší $h^2=0,40$, ale pouze u německých krátkosrstých ohařů. Výsledkem studie byla dědivost loveckého chování ve všech případech nízká až střední, s výjimkou u německých krátkosrstých ohařů, kde byla vysoká. U jiného testovaného plemene (německý drátosrstý ohař, Korthalsův griffongriffon, velký münsterlandský ohař a pudlpointr) nebyla nalezena vyšší dědičnost pro lovecké vlastnosti. Upoužití nosu, hledání a spolupráce lze tedy ze studie předpokládat pouze nízkou dědivost. Hodnoty heritability lovecké výkonnosti loveckých psů byli při testování Brenøem et al. (2002) v sedmi základních znacích: lovecká dychtivost, rychlost, styl (konkrétně způsob běhu psa), nezávislost na jiných psech, šíře hledání (vzdálenost od psovoda), schopnost pracovat v terénu (využití terénu a větru) a spolupráce (kontakt s psovodem). Hodnota se pohybovala v rozmezí $h^2=0,06$ až $0,28$. Kromě toho byl zaznamenáván i index nalezených ptáků při testu. V testu byli zástupci plemen německý krátkosrstý ohař, německý drsnosrstý ohař a bretaňský ohař. Testovalo se v nížinách, vrchovině a lesích. Odhadovaná heritabilita pro index počtu nalezených ptáků byla $h^2=0,05$ pro drsnosrstého německého ohaře, $h^2=0,04$ pro krátkosrstého německého ohaře a pro bretaňského ohaře $h^2=0,00$. Odhad dědivosti u německého krátkosrstého ohaře měl hodnoty $h^2=0,28$ pro loveckou dychtivost, pro rychlost $h^2=0,26$ a $h^2=0,27$ pro styl, nezávislost $h^2=0,14$ spolupráce s psovodem vycházela v hodnotě heritability $h^2=0,21$, schopnost pracovat v terénu a pro šíři hledání vyšla v schodné hodnotě $h^2=0,17$. Odhad heritability německého drátosrstého ohaře, pro rychlost byla v hodnotě $h^2=0,18$, stejná hodnota byla odhadnuta pro schopnost pracovat v terénu, pro loveckou dychtivost a pro šíři hledání byla shodná hodnota $h^2=0,17$, pro styl $h^2=0,16$ a spolupráci $h^2=0,10$. Bretaňský ohař měl odhad heritability na loveckou dychtivost, rychlost, styl, nezávislost, šíře hledání, schopnost pracovat v terénu a spolupráce, následovně $h^2=0,19; 0,23; 0,20; 0,06; 0,21; 0,20; 0,09$. Tyto hodnoty ukazují, že znaky u všech testovaných plemen jsou nízké až středně dědivé a jejich proměnlivost je způsobena z větší části vnějším prostředím. Index počtu nalezených ptáků má malou nebo žádnou genetickou variabilitu. Tyto hodnoty jsou v rozporu s hodnotami heritability odhadnuté Vangen (1990), který sledoval 4 lovecké vlohky – loveckou dychtivost, rychlost, spolupráci a schopnost práce v terénu u plemen německý krátkosrstý ohař a německý drátosrstý ohař. Odhad heritability u německých drátosrstých ohařů byl ve studii Vangena (1990) vyšší než výše popsané odhadované hodnoty heritability Brenøera et al. (2002) a naopak Brenøe et al. (2002) měli hodnoty heritability fu německých krátkosrstých ohařů vyšší.

Lindberga et al. (2004) odhadli pro lovecké chování Flat Coat Retrievra dědivost v rozmezí $h^2=0,1-0,4$. Při testu byl pes vystaven různým standardizovaným loveckým situacím, jako je reakce na výstřel, jednoduché značení, zájem o aportování z vody, spolupráce, pasivní čekání ve skupině a vyhledávání a aportování. To bylo dále rozděleno na reakci při hodu, zájem o hledání, úchop, rychlost, efektivitu při hledání. Odhad dědivosti byl $h^2=0,37$ pro reakci na výstřel, $h^2=0,13$ pro jednoduché značení, v kategorii vyhledávání a aportování byly odhady následovné $h^2=0,41; 0,26; 0,34; 0,15; 0,19$, zájem o aportování z vody $h^2=0,23$, $h^2=0,12$ spolupráci a pasivní čekání ve skupině mělo nejvyšší hodnotu $h^2=0,74$. Tyto hodnoty vypovídají, že dědivost se pohybuje od nízké po vysokou. Studie Rooye et al (2014) uvádí odhad dědivosti pro schopnost vyhledávání u finského psa od $h^2= 0,05$ až $h^2=0,74$ pro pasivní projevy jako je vystavování švédských retrívrů. Genetické parametry pro šest loveckých znaků anglického setra byly odhadnuty v rámci jedné země a napříč zeměmi (na základě stejných znaků mezi zeměmi a společného rodokmenu). Využito bylo 685 švédských psů a 7 175 norských psů. Heritabilita se pohybovala v rozmezí $h^2=0,07$ až $h^2=0,13$ pro švédské psy a od $h^2=0,08$ do $h^2=0,18$ pro norské psy (Arvelius et al. 2013 b).

Výše citované studie zaměřené na odhady dědivosti loveckých schopností psů uvádějí velmi podobné hodnoty heritability, bez ohledu na plemeno. Výzkumy prokázaly, že lovecké schopnosti jsou nízké až středně dědivé, s výjimkou pasivního čekání ve skupině. Variabilita většiny vlastností je způsobena z větší části faktory prostředí.

3.5.4 Dědičnost pasteveckých schopností

Pastevecká plemena, jak název napovídá, jsou určena k pasení především ovcí, koz a skotu. Jejich úkolem je přehánět stádo z jednoho místa na jiné a rozdělit stádo, když k tomu dá psovod pokyn. Některá plemena se využívají pro ochranu a hlídání stáda i přes noc (Dostál 2007; Baumann 1994).

Dědivost pasteveckého chování, jak vyplývá z dosavadní vědecké literatury, byla testována pouze u border kolií. Heritabilita dosahovala průměrné hodnoty $h^2=0,30$ pro 17 pasteveckých znaků. Heritabilita tendence border kolií udržovat vzdálenost od ovcí se pohybovala v hodnotách $h^2=0,40 - 0,55$. Pro zjištění heritability práce s ovcemi bylo testováno 3 841 jedinců. Odhady dědivosti se pohybovaly v rozmezí $h^2=0,14-0,50$ (Arvelius et al. 2009; Arvelius et al. 2013 a). Jedním z faktorů, který způsobuje zhoršení vykonosti u dospělých border kolii je ztráta sluchu. Přesný věk zhoršení sluchu se obtížně určuje, protože malé změny mohou být majitelem nepostřehnuty. Testováno bylo 20 nemocných jedinců a 28 zdravých. Pomocí GWAS bylo detekována oblast na psím chromozomu 6, která vykazuje asociace kolem jednonukleotidového polymorfismu (SNP), Chr6.25819273. Pro další lokalizaci variant spojených s onemenoněním bylo využito sekvenování nové generace (NGS) u jednoho nemocného psa a u dvou nepostižených psů. Asociační modelování ukázalo autozomálně recesivní způsob dědičnosti hluchoty u border kolii v dospělosti (Yokoyama et al. 2012).

Shan et al. (2021) odhalili pomocí celogenomové asociační studie (GWAS) celkem 44 míst v genomu významně spojených s pasteveckým chováním. Významně asociovaná místa se nacházela na chromozómech CFA 7, 9, 10, 20 a byla umístěna buď v neuropatologických nebo v neurálních genech či v jejich blízkosti, včetně THOC1, ASIC2, MSRB3, LLPH, RFX8 a CHL1. Geny MSRB3 a CHL1 jsou spojovány se strachem ze psů. Pasení je v podstatě

omezené lovecké chování, je z něj odstraněn instinkt zabíjení, proto pro zkoumání predačního chování bylo využito pasedát pět pasteveckých psů společně s třiceti šesti ohaři. Pro řízení predačního chování byly identifikovány 3 geny; JAK2, MEUS1 a LRRTM4. Pro temperament byl identifikován gen ACSS3 a s trénovatelností bylo asociováno místo na chromozómu CFA22. Velikost těla jedince a jeho hmotnost souvisí s chováním, proto tyto proměnné byly rovněž začleněny do GWAS. Významné signály byly nalezeny v okolí genů THOC1, MSRB3, LLPH, RFX8, CHL1, LRRTM4 a ACSS3, které byly taktéž detekovány pro predaci, temperament a pastevecké schopnosti u psů. U lidí se tyto geny podílí buď na vývoji nervové soustavy nebo jsou spojovány s duševními poruchami. Z toho vyplývá, že tyto neurální nebo neuropatologické geny se mohou podílet na biologických procesech, které jsou základem pasteveckých schopností, predace a projevu temperamentu.

Je důležité brát v potaz nejen genetické předpoklady pracovního psa, ale také je důležitý vliv psovoda na úspěšnost psa při práci. Pomocí logistické regrese bylo zjištěno sedm významných spojení s úspěšností pasteveckých psů, těmi jsou: plemeno psa, způsob ustájení, účast ve zkouškách, věk psa při pořízení, použití elektrického obojku, hypotetickými maximálními výdaji na léčbu psa a skórem svědomitosti osobnosti majitele. Údaje o 4 027 psech z celé Austrálie, byly poskytnuty prostřednictvím průzkumu The Farm Dog Survey zaměřeného na současný chov pasteveckých psů na australských farmách (Arnott et al. 2014). Pracovní linie australské kelpie byly chovány především pro chromozom 3 v délce 3 megabází. V této oblasti se nachází geny související s tvorbou paměti strachu a vnímání bolesti. Velkým přínosem pro pracovní využití psů je schopnost překonat bolest, proto aby se pes dokázal dostatečně soustředit a nadále pokračovat ve své práci. Psi, kteří jsou odolní, budou mít také větší pracovní úspěchy (Arnott et al. 2015).

3.5.5 Dědičnost pracovních schopností policejních a armádních psů

Mnoho ovčáckých plemen je pro své vlastnosti využíváno i k dalším účelům, jako psi ozbrojených složek, asistenční psi nebo psi záchranářští (Dostál 2007; Baumann 1994). Policejní psi mají obecně přísný výcvik s vysokou mírou vzrušení a stresu. Psi při výcviku musí plně věnovat svou pozornost svému psovoda a bez váhání uposlechnout povely (Demirbas & Yasemin 2012). Vojenští a policejní služební psi jsou často vystaveni stresu nebo ohrožujícím situacím a nesprávná reakce služebního psa, jako je chvění nebo ztuhnutí, může mít za následek zhoršení pracovního výkonu (Foyer et al 2016).

Výběr ideálního služebního psa zahrnuje testování výkonu jako individuální měření pro konkrétní vlastnosti. Může se jednat o subjektivní hodnocení celkového typu či objektivní fyzické měření nebo testování plněním úkolů, včetně poslušnosti a pracovních zkoušek (Willis 1991). Žádoucí kandidáti na policejního psa jsou fyzicky zdraví dospělí jedinci, kteří vykazují vyvážené projevy v sociálním chování, herním chování (aportování, přetahování), vyhledávání (predátorské chování) a agrese. Agrese je komplexně geneticky podmíněná vlastnost s proměnlivou úrovní vnějších vlivů, včetně predace, dominance, majetnického chování, protekcionismu, vnitrodruhové agrese, trestu, vyvolání bolestné reakce a strachu. Zatímco trenéři se shodují, že služba policejních psů vyžaduje odpovídající úroveň agrese, musí být na paměti, že pokud chovatel bude vybírat pro jednu vlastnost, mnoho dalších vlastností

může být také ovlivněno. Často je obtížné předvídat, které vlastnosti se změní při výběru na jeden konkrétní znak (Grandin 2000).

Kandidáti na služebního psa by měli být od štěněte cvičeni, aby reagovali na povely psovoda – socializace, hra, hledání, poslušnost a později výcvik do služby (Bryson 2002). Normální, přátelská interakce mezi policejními psy, veřejností a ostatními policisty je nezbytná pro udržení spolehlivosti psa ve službě. Ve službě se vyžaduje interakce psa s lidmi během směny, aby se zabránilo averzi na člověka. Mimo službu, kromě času na odpočinek, krmení a cvičení, služební pes potřebuje normální sociální interakci s rodinou (Hart & Bryson et al. 1994).

Služební psi ozbrojených složek se dělí na dvě skupiny; všestranní psi a psi pro pachové práce (Rulc et al. 2014). Všestranní psi se dále dělí na psy pátrací, hlídkové, strážné a obranáře (Rulc et al. 2014). Tito psi jsou cvičeni na vystopování, pronásledování, zadržení i odvedení podezřelé osoby. Pes obranář musí dokázat také potlačit jakýkoliv útok na svého psovoda. Takto lze psa vycvičit, až když předpokládáme u psa absolutní poslušnost (Baumann 1994). Výcvikový termín kousání a držení vzniklo pro psa, který udržuje pevný a bezpečný úchop podezřelého. Ozbrojené složky vyžadují od psa, aby nepřezvykoval při kousání a neškubal. Tradiční tvrzení, že pes, který štěká nekouše, není pravdivé, psi cvičení na štěkání a držení vyštěkávají podezřelého, dokud nedostanou povel k zákusu. Vysoce agresivní, energičtí psi, trénování na nalezení podezřelého a vyštěkávání se snaží přejít ze štěkání do kousnutí. Tito psi často štípou podezřelého, aby vyvolali reakci podezřelého, krouží kolem něj, nebo reagují na výzvu přímým pohledem do očí, kterou psi přirozeně považují za výzvu k boji. Tato skutečnost nám ukazuje, že trénovat psy na nalezení a vyštěkávání není vhodné pro praktickou policejní službu (Bryson 2002). V letech 1986 až 1996 byla shromážděována data na studii obranářského chování belgických ovčáků. Bylo testováno 2 427 jedinců v šesti až devatenácti různých testech s různou obtížností. Hodnotilo se skákání, chůze u nohy, poslušnost, útok, hlídání, střežení a celkový úspěch v testech. Odhady heritability byly nízké pro chůzi u nohy i pro celkovou úspěšnost $h^2=0,07$ a pro ostatní kritéria byla heritabilita taktéž nízká $h^2=0,13-0,18$. Nejlepší jedinci byli zástupci plemene belgický ovčák malinois (Courreau & Langlois 2005). Willis (1989) za pomoci dat od Švýcarské armády zkoumal koeficient heritability u německých ovčáku. Temperament byl testován ve věku přibližně 18 měsíců. Koeficienty heritability byly odhadnuty odděleně pro psy a feny, aby nebyly ovlivněny pohlavím. Získané hodnoty byly obecně velmi nízké, například dědivost ovladatelnosti pro psy činila $h^2=0,17$ a pro feny $h^2=0,09$, schopnost sebeobrany a obrany psovoda, u psů vyšla hodnota $h^2=0,04$ a u fen $h^2=0,06$, schopnost zaútočit, $h^2=0,16$ u psů a u fen $h^2=0,21$ a adaptabilita na nové prostředí byla u psů v hodnotě $h^2=0,00$ a u fen $h^2=0,04$. Willis (1989) to zdůvodňuje tím, že testování a hodnocení uvedených ukazatelů ve věku 18 měsíců není vhodné, protože jedinci nejsou ještě výcvikově připraveni natolik, aby mohlo být tímto způsobem posouzeno jejich genetické založení. Poté byla provedena další genetická sledování Willisem (1989) pomocí jiných, ale podobných testů a byly sledovány podobné ukazatele u jiných plemen psů, získané výsledky byly srovnatelné. Nízké hodnoty heritability neznamenaají, že by sledované vlastnosti nebyly dědičné, problémem je jejich posouzení takovým způsobem, aby se daly vyvodit závěry o jejich způsobu dědičnosti. Ruefenacht et al. (2002) odhadnuli u švýcarských armádních německých ovčáků na základě sedmi zkoumaných znaků nízkou dědivost pracovních schopností. Sledované vlastnosti byly přívětivost (testováno tím, že se k psovi přiblížila neznámá osoba), sebeobrana (neznámá osoba

zaútočila na psa), sebeobrana a obrana psovoda (útok neznámé osoby na psa i psovoda), boj hravým způsobem (výzva psa rukávem, peškem nebo holí), odvaha (přibližující se postava ve tvaru muže k psovi), setkání se s náhlým silným zvukem (střelba, hluk vydávaný plechovkami v blízkosti psa), zapomenutí na nepříjemné situace (vystrašení psa na určitém místě a poté přivedení psa na místo, kde byl vystrašen) a přizpůsobení se různým situacím a prostředí (pozorováno v průběhu testu). Rozhodčí, pohlaví, věk a chovatelská stanice měla vliv na všechny testované povahové vlastnosti. Hodnoty heritability se pohybovali mezi $h^2=0,09$ a $h^2=0,24$. Data byla shromažďována od roku 1978 do roku 2000 a testováno bylo 3 497 armádních německých psů ve švýcarsku.

Velmi významné pro policejního i vojenského psa je reakce na výstřel. Dědivost reakce na výstřel byla odhadována u německých ovčáků a vyšla v nízkých ($h^2=0,05$) až středních hodnotách ($h^2=0,27$) (Reuterwall & Ryman 1973). Vysoká heritabilita reakce na výstřel byla zjištěna u labradorských retrívrů $h^2=0,56$, ale u německých ovčáků byla nižší jako ve výše citovaných studiích ($h^2=0,21$) (van der Waaij et al. 2008).

Další skupinou jsou psi vycvičení na pachové práce. Jsou to psi vycvičení na vyhledávání lidí nebo lidských pozůstatků, pašovaného zboží, drog, tabáku či na peněz a tak podobně (Baumann 1994; Alexander et al. 2011). Psi na pachové práce jsou nejčastěji používáni u celní správy (Straus & Kloubek 2010). Vhodní psi pro detekci jsou jedinci střední velikosti, obratní, vysoce motivovaní ke hře, inteligentní, poslušní a zároveň nezávislí při práci na vodítku. Ačkoliv některá plemena disponují navrhovanými ideálními vlastnostmi (pastevecká plemena a psi na pernatou zvěř), neznamená to, že každý jedinec těchto plemen je vhodný na detekci, stejně tak to neznamená, že jiná plemena nemohou být úspěšní jako detekční psi (Jamieson et al. 2017). Na rozdíl od psů obranářů lze pachové práce cvičit už od raného věku (Jančaříková 2019). Cílové pachy se pes učí klasickým podmiňováním, pach je spojen s vysokou hodnotnou odměnou, která je pro každého psa jiná, odměnou je pamlsek nebo hračka. Označení cílového pachu se pes učí samostatně, předsednutím, lehnutím nebo vystavováním se na cílový pach. Rozpoznání cílového pachu a označování se následně spojí v jeden cvik (Rebmann et al. 2000).

Pes má velmi citlivý čichový systém. Pozorování ukázala, že existují velké rozdíly v čichových schopnostech různých plemen psů, dokonce i u stejného plemene jsou za různých fyziologických podmínek různé čichové schopnosti (Rongxing et al. 2016). Čichové receptory (OR) se nachází na řasinkových membránách čichových sensorických neuronů v čichové sliznici. Efektivní rozlišování pachů je podmíněné tím, že se OR spojí s odoranty a tento proces spustí signální přenosnou dráhu, která umožní zpracování a reakci na získanou olfaktorickou informaci prostřednictvím čichového bulbu s mozkovou kůrou (Orverall et al. 2014). Při zkoumání DNA čtyřiceti osmi psů, šesti různých plemen se prokázalo, že silné čichové schopnosti mají plemena německý ovčák, labradorský retrívr, anglický španěl a belgický ovčák malinois. Chrt a pekinéz mají oproti těmto plemenům slabší čichové schopnosti. Množství SNP se u jednotlivých plemen lišil, ale jejich množství OR nikoliv. U jednotlivých plemen se lišil počet genů OR bez polymorfismu (německý ovčák 24 genů, chrt 21 genů a labradorský retrívr 10 genů bez polymorfismu). Celkem 199 SNP, které jsou pro všechny plemena společná, naznačují pravděpodobnost jejich vzniku před vznikem plemen, každé studované plemeno mělo menší či větší počet privátních SNP, to ukazuje, že vznikly až po vývoji plemen. Při porovnání zkoumaných plemen bylo zjištěno, že nejvíce polymorfním plemenem je anglický španěl

a nejméně německý ovčák, obě tato plemena se hojně využívají na detekci pachů. Tyto údaje ukazují, že nedošlo k silné selekci na variabilnější geny nebo proteiny pachových receptorů. Psi s velmi vyvinoutou schopností čichové detekce mohou dosahovat dobrých výsledků díky tomu, že jsou obzvláště úspěšní ve zpracování a posouzení čichové informace než jejich detekce (Robin et al. 2009). Yang et al. (2016) prokázali vztah mezi SNP a genotypem pro gen psiho čichového receptoru (cOR) a čichovými schopnostmi. Testovaným plemenem byli němečtí ovčáci v policejní službě. Zkoumáno bylo dvacet dva SNP lokusů z dvanácti exonových oblastí genů čichových receptorů při detekci tří různých pachů (metanfetamin, lidský pach a trinitrotoluen). Výsledky ukázaly vliv genotypu SNP na geny OR10H1-like:c.632C>T, OR10H1-like:c.770A>T, OR2K2-like:c.518G>A, OR4C11-like:c.511T>G a OR4C11-like:c.692G>A. Tyto geny měly statisticky významný vliv na pachové schopnosti. Lze konstatovat existenci korelace mezi SNP genotypy genu cOR a čichovými schopnostmi psů. Dále bylo zjištěno, že psi s genotypem CC OR10H1-like:c.632C>T, genotypem AA OR10H1-like:c.770A>T, genotypem TT OR4C11-like:c.511G>A a genotypem GG OR4C11-like:c.692G>A, jsou lepší na detekci metanfetaminu. Z toho vyplývá, že psi s určitým genotypem mohou být schopnější v detekci specifického pachu. Tyto předběžné výsledky ukázaly, že molekulárně genetické studie genů psích čichových receptorů mohou být cenným nástrojem pro zlepšení výběru psů na pachové práce. Psi na detekci drog jsou pro ozbrojené složky nedílnou součástí při výkonu jejich služby. Nicméně vztah mezi chováním a genetickým založením není dosud dostatečně prozkoumán. Matsumoto et al. (2022) shromáždili a analyzovali více než 230 000 genetických variant od 326 německých ovčáků a labradorských retrívrů pro profilování genetických znaků spojených s různými typy chování, které má souvislost s úspěšně vycvičenými psy pro detekci drog. Rozdíly v chování jednotlivých plemen byly pozorovány u přátelského chování k lidem a u tolerance k jiným psům. Silná pozitivní korelace byla pozorována u dědičnosti genomických znaků chování, což naznačuje podobnou míru genetického vlivu na behaviorální znaky a mezi plemeny. Pomocí GWAS bylo identifikováno osmnáct jednonukleotidových polymorfismů (SNP) spojených se schopností psů detekovat drogy a třemi typy chování (zájem o figuranta, tolerance k jiným psům a přátelské chování k lidem). V okolí těchto polymorfů se nachází šedesát dva genů kodujících proteiny, včetně genů spojených s úzkostmi nebo průzkumným chováním u myši, například geny *Atat1* a *Pfn2*. Tato zjištění poukazují na genetické charakteristiky spojené s behaviorálními rysy, které jsou důležité pro úspěšný výcvik psů pro detekci drog, což by mohlo podpořit zlepšení chovu a výcviku těchto specializovaných psů. Čich je klíčovým smyslem, kterým detekční psi detekují výbušniny a podněty, které vyvolávají strach, narušují výkon (Gazit & Terkel 2003; Orverall & Dubham 2005).

Mackenzie et al. (1985) odhadovali hodnoty dědivosti u německých ovčáků použitých k útočné práci během druhé světové války. Dědivost temperamentu byla testována na 575 jedinců u divize senzorického výzkumu americké armády. Výsledky byly použity jako předpoklad budoucího výkonu a naznačovaly schopnost jedince použít čich, pronásledovat návnadu a zaútočit na ni.

3.5.6 Dědičnost pracovních schopností asistenčních psů

Asistenční psi pro nevidomé pomáhají klientům fyzicky, ale i psychicky svou přítomností v jejich každodenním životě (Arata et al. 2009). Mezi asistenčními psy se hojně využívají kříženci, ale i čistokrevná plemena jako je zlatý retrívr, labradorský retrívr, velký pudl, německý ovčák a jiné. Tato plemena se využívají pro jejich snadnou trénovatelnost, klidnou a přátelskou povahu k lidem i jiným zvířatům. Výběr plemene může být ovlivněn i preferencí klienta. Asistenční psi se dělí podle své specifikace na;

- asistenční psy pro osoby s tělesným postižením,
- vodící/signální psy pro osoby se zrakovým, sluchovým či kombinovaným postižením,
- asistenční/terapeutické psy pro osoby s psychickou poruchou,
- signální psy pro osoby trpící stavy ztráty vědomí či záchvatovými onemocněními,
- psy se speciálním výcvikem pro osoby s kombinovanými handicapy,
- psy pro využití na zoorehabilitace (u nás známé jako canisterapie).

Hlavním prvkem při vycvičení dobrého vodícího nebo asistenčního psa je zdraví a přiměřený temperament jedince. Vzhledem k vyšší nákladům na chov, výchovu a výcvik vodícího a asistenčního psa je výhodnější se při chovu zaměřit i na to, aby štěňata měla velkou šanci na dlouhý, zdravý a produktivní život (Olson et al., 2004). Při výběru vhodných asistenčních psů, jsou nejdůležitějším faktorem individuální rozdíly v chování. Problémy s chováním jsou primárním důvodem pro vyřazení psů z výcviku na asistenční a vodící psy (Goddard & Beilharz 1982). Na základě poskytnutých informací z 5 organizací v USA pro výcvik asistenčních a vodících psů, které se zúčastnily studie Duffyho a Serpella (2012), je typická míra vyřazení psů z výcviku 50-70 %. Tímto potvrdili zjištění Arata et al. (2010), kteří uvádějí míru vyřazených kandidátů na vodící psy 70 % v japonské asociaci vodících psů. Tandon et al. (2019) uvádějí míru vyřazení kandidátů na vodícího psa 60 %. Čtyři specifické behaviorální reakce, které mohou vyjadřovat úzkost a neklid, předpovídají nízkou vhodnost psů pro asistenční práce. Díky identifikaci včasných prediktorů úspěšnosti vodících psů lze vhodněji zaměřit zdroje a čas na psy s vyšší pravděpodobností úspěchu, zatímco nevhodné psy lze využít jiným způsobem (Tomkins et al. 2011).

Osobnost zvířete se vyvíjí na základě interakcí mezi jeho genetickým založením a prostředím (Saetre et al., 2006). Studie na mladých vodících psech naznačují, že sociální prostředí a jeho interakce se sociálními partnery mohou být nejvýraznější při utváření jeho osobnosti (Harvey et al. 2016). Arata et al. (2010) vytvořili dotazník skládající se z 22 položek pro vyhodnocení chování kandidátů na vodícího psa. Dotazník byl zadán zkušeným trenérům 3 měsíce předtím, než organizace zahájila své testování kandidátů na vodícího psa. Faktorová analýza položených otázek extrahovala tři faktory s vysokou vnitřní konzistencí, roztržitost, citlivost a poslušnost. Při porovnání bodů faktorů psů, kteří byli úspěšní při testu organizace pro vodící psy s neúspěšnými psy, vykazovali úspěšní psi nižší skóre u roztržitosti a vyšší skóre u poslušnosti.

VonHoldt et al. (2017) v nedávné době identifikovali u domácích psů (*Canis familiaris*) a vlků šedých (*Canis lupus*) čtyři retrotranspozonové mobilní prvky (MEIs) v blízkosti genů WBSCR17 (Cfa6.6, Cfa6.7), GTF21 (Cfa6.66) a POM323 (Cfa6.83). Změny v těchto MEI byly významně spojeny se zvýšeným sklonem k dlouhodobému sociálnímu kontaktu nebo

hypersociabilitě, které jsou žádoucí u psů využívaných jako asistenční nebo vodící. S pomocí dat od 837 psů bylo zjištěno, že gen WBSCR17 je nejdůležitějším preindikátorem společenského chování psů souvisejícího s blízkostí k člověku. Údaje byly zprostředkovány dotazníkem Canine Behavioral Assessment Research Questionnaire (C-BARQ). Přes C-BARQ byly zjištěny pozitivní korelace mezi Cfa 6.6 a separační úzkostí psa projevující se neklidem v situacích, kdy je pes sám bez majitele. Asistenční psi vykazovali významný deficit heterozygotnosti v lokusu na Cfa6.6 a Cf6.7. Screening MEI na genu WBSCR17 může organizacím zabývajících se výcvikem asistentačních psů pomoci identifikovat vhodné psy se společenskými vlastnostmi (Tandon et al. 2019). Účelem studie Takeuchio et al. (2009) bylo nalézt oblasti v genomu související s chováním psů. Celkem bylo testováno 81 labradorských retrievrů, chovaných ve stejných podmínkách v zařízení pro vodící psy. Každý pes byl vzat na vycházku, při nichž cvičitelé každý týden zaznamenávali chování jedinců. Záznamy byly podrobeny analýze 14 klíčových slov týkajících se chování. Faktorová analýza míry výskytu 14 klíčových slov nebo frází vedla k extrakci šesti faktorů, které odpovídaly za 67,4 % rozptylu. Faktor 1, označovaný jako agresivita, významně souvisel s úspěchem či neúspěchem psa při kvalifikaci jako vodící pes a souvisel také s vrhem. Faktor 2, označovaný jako rozptýlení, souvisel s trenérem. Faktor 3, označovaný jako úroveň aktivity, souvisel s proměnnou pohlaví a významně souvisel i s polymorfismem c.471T>C genů pro přenašeče (neuronální/epiteliální vysoce afinitní glutamátový transportér), člen 2, a c.216G>A v genu pro katechol-O-methyltransferázu. Zapojení polymorfismů c.471T>C, c.216G>A v genech, do vzorců chování souvisejících s úrovní aktivity je podobné srovnatelným genetickým studiím u jiných druhů savců.

Studie odhadu heritability australských vodících psů, konkrétně labradorských retrievrů, pro vlastnosti jako úspěch, strach a vzrušivost uvádějí hodnoty $h^2=0,46$, $h^2=0,67$ a $h^2=0,00$ (Goddard & Beilharz 1982). Pro asistenční psy v USA uvádí Willis (1995) následující odhady: pro citlivost těla $h^2=0,10$, citlovost uší $h^2=0,25$, ostrost nosu $h^2=0,12$, energie $h^2=0,05$, odvaha $h^2=0,16$. Nízké hodnoty heritability naznačují vysoký vliv vnějšího prostředí na proměnlivost studovaných proměnných.

Lucidi et al. (2005) ve svém výzkumu použili pro testování vhodných vlastností asistenčních psů křížence z útulků. Všichni jedinci byli starší 12 měsíců. Pro studii byla vytvořena třístupňová hodnotící mřížka pro výběr jedinců s vhodnými vlastnostmi pro asistenci a terapie se psy pro osoby s psychickou poruchou. Test byl postavený tak, aby byli vyřazeni jedinci s nejvíce nežádoucími vlastnostmi a zůstali jen psi, jejichž reakce v chování byly hodnoceny jako vhodné pro asistenční a terapeutické aktivity. Testovala se agrese vůči psům a lidem, manipulace se psem, hlasité zvuky, náhlé pohyby, základní poslušnost, socializace a hra s člověkem. Autoři chtěli tímto výzkumem dokázat, že i psi z útulku bez průkazu původu mohou být výbornými asistenčními a vodícími psy. Výsledek studie ukázal vhodných jen 6 jedinců z celkového počtu 23 testovaných jedinců. V České republice se mnohem častěji využívají pro asistenci a vodící psy vykastovaní kříženci z útulků.

4 Závěr

Cílem práce bylo shrnout problematiku dědičnosti pracovních schopností u psů formou literární rešerše z dosavadní vědecké literatury.

Pracovní schopnosti psů byly v této práci rozděleny na lovecké, pastevecké, policejní, armádní a asistenční.

Pracovní schopnosti psů jsou velmi komplexní a obtížně definovatelné vlastnosti, předpokládáme u nich polygenní dědičnost a velký vliv vnějšího prostředí. Publikované práce se zaměřují především na odhad heritability, která udává, z jaké části je v populaci proměnlivost sledovaného znaku podmíněna geneticky. U tohoto typu studií je hlavním problémem volba vhodného kritéria, které by dobře charakterizovalo dané pracovní využití a zároveň by bylo možné jeho fenotypovou hodnotu vyjádřit číselně. Používání různých kritérií a nejednotná metodika jejich zaznamenávání mohou být jedním z důvodů, proč se výsledky jednotlivých studií tolik liší a odhady heritability se tedy pohybují od nízkých až po vysoké hodnoty. Obecně však převládají spíše hodnoty nižší až střední.

V současné době jsou již k dispozici i výsledky založené na principu celogenomových asociačních studií (GWAS). Tyto studie odhalily již několik konkrétních míst v genomu, které mohou být spojeny s určitým typem chování a s ním spojeným pracovním využitím. Jedná se například o pastevecké chování nebo chování vhodné pro vodící a asistenční psy.

Bylo zjištěno, že psi s určitým genotypem mohou vykazovat lepší výsledky v detekci specifického pachu, například metanfetaminu.

Studie uvádějí i geny spojené s problémovým chováním (např. DRD4), které může být naopak pro úspěšné pracovní využívání psů překážkou.

S tím, jak se postupně zdokonalují možnosti molekulární genetiky, budou jistě i v této oblasti přibývat stále nové informace. Pro tyto studie je však naprosto nezbytné mít na vstupu kvalitní informace o zvířatech a jejich fenotypech, které mohou poskytnout jedině chovatelé. Je tedy velmi důležité, aby se k chovatelům dostávaly srozumitelné informace, a k tomu může částečně přispět i tato práce.

5 Literatura

Abrantes, R., 1999. Řeč psů. České Budějovice: Dona.

Akkad DA, Gerding WM, Gasser RB, Epplen JT. 2015. Homozygosity mapping and sequencing identify two genes that might contribute to pointing behavior in hunting dogs. *Canine Genetics and Epidemiology* **2**. Available at <http://cgejournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s40575-015-0018-5>.

Alexander MB, Friend T, Haug L. 2011. Obedience training effects on search dog performance. *Applied Animal Behaviour Science* **132**:152-159. Available at <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0168159111001420>.

Arango NH, O'Brien C, Tharion WJ. 2016. Perceived Factors Leading to Overheating in Military Working Dogs During Initial Training. *The FASEB Journal* **30**. Available at https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1096/fasebj.30.1_supplement.1240.2.

Arata S, Mommzawa Y, Takeuchi Y, Mori Y. 2010. Important Behavioral Traits for Predicting Guide Dog Qualification. *Journal of Veterinary Medical Science* **72**:539-545. Available at http://www.jstage.jst.go.jp/article/jvms/72/5/72_09-0512/article.

Arden R, Adams MJ. 2016. A general intelligence factor in dogs. *Intelligence* **55**:79-85. Available at <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S016028961630023X>.

Archer J, 1979. Behavioural aspects of fear. In *Fear in Animals and Man*, W. Sluckin, ed., pp. 56-85. New York: Van Nostrand-Reinhold.

Arnott ER, Early JB, Wade CM, McGreevy PD, Rosenfeld CS. 2014. Environmental Factors Associated with Success Rates of Australian Stock Herding Dogs. *PLoS ONE* **9**. Available at <https://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0104457>.

Arnott ER, Peek L, Early JB, Pan AYH, Haase B, Chew T, McGreevy PD, Wade CM. 2015. Strong selection for behavioural resilience in Australian stock working dogs identified by selective sweep analysis. *Canine Genetics and Epidemiology* **2**. Available at <https://cgejournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s40575-015-0017-6>.

Arvelius P, Malm S, Svartberg K, Strandberg E. 2009. Genetic analysis of herding behavior in Swedish Border Collie dogs. *Journal of Veterinary Behavior* **4**. Available at <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1558787809000549>.

Arvelius P, Malm S, Svartberg K, Strandberg E. 2013a. Measuring herding behavior in Border collie—effect of protocol structure on usefulness for selection. *Journal of Veterinary Behavior* **8**:9-18. Available at <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S155878781200072X>.

Arvelius P, Klemetsdal G. 2013b. How Swedish breeders can substantially increase the genetic gain for the English Setter's hunting traits. *Journal of Animal Breeding and Genetics* **130**:142-153. Available at <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jbg.12026>.

Arvelius P, Strandberg E, Fikse WF. 2014. The Swedish Armed Forces temperament test gives information on genetic differences among dogs. *Journal of Veterinary Behavior* **9**:281-289. Available at <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1558787814000914>.

Atkinson RL. 2003. *Psychologie*. Portál, Praha.

Bamberger M, Houpt KA. 2006. Signalment factors, comorbidity, and trends in behavior diagnoses in dogs: 1,644 cases (1991–2001). *Journal of the American Veterinary Medical Association* **229**:1591-1601. Available at <https://avmajournals.avma.org/doi/10.2460/javma.229.10.1591>.

Baumann D. 1994. *Výchova a výcvik psů*. Aktuell, Bratislava.

Bellamy KKL, Storengen LM, Handegård KW, Arnet EF, Prestrud KW, Overall KL, Lingaas F. 2018. DRD2 is associated with fear in some dog breeds. *Journal of Veterinary Behavior* **27**:67-73. Available at <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1558787818300418>.

Bergström A et al. 2020. *Science* **370**. Available at <https://www.science.org/doi/10.1126/science.aba9572>.

Bielfeld H. 1999. *Psi: plemena, výchova, chov*. Knižní klub, Praha.

Beilharz, R. 2007. Evolutionary aspects on breeding of working dogs. *The behavioural biology of dogs*, 166.

Blumstein DT. 2016. Habituation and sensitization: new thoughts about old ideas. *Animal Behaviour* **120**:255-262. Available at <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0003347216300689>.

Braem MD, Mills DS. 2010. Factors affecting response of dogs to obedience instruction: A field and experimental study. *Applied Animal Behaviour Science* **125**:47-55. Available at <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0168159110001000>.

Brenøe UT, Larsgard AG, Johannessen K-R, Uldal SH. 2002. Estimates of genetic parameters for hunting performance traits in three breeds of gun hunting dogs in Norway. *Applied Animal Behaviour Science* **77**:209-215. Available at <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0168159102000503>.

Boissy A, 1998. Fear and fearfulness in determining behavior. In *Genetics and the Behavior of Domestic Animals*, ed. Temple Grandin, pp. 67-110. Orlando, Florida: Academic Press, Inc.

Bryson, S. 2002. Effects of genetic selection and experience on police dog behavior. Bryson and Associates.

Burghardt WF. 2003. Behavioral considerations in the management of working dogs. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice* **33**:417-446. Available at <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S019556160200133X>.

Cagan A, Blass T. 2016. Identification of genomic variants putatively targeted by selection during dog domestication. *BMC Evolutionary Biology* **16**. Available at <http://www.biomedcentral.com/1471-2148/16/10>.

Cannon, WB. 1932. *The wisdom of the body*. W W Norton & Co.

Coppinger, R., Coppinger L. 2001. *Dogs: a startling new understanding of canine origin, behavior and evolution*. Scribner. New York.

Courreau J-F, Langlois B. 2005. Genetic parameters and environmental effects which characterise the defence ability of the Belgian shepherd dog. *Applied Animal Behaviour Science* **91**:233-245. Available at <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0168159104002424>.

DEMIRBAS SALGIRLI, Yasemin Y. 2012. Evaluation of body postures of Belgian Malinois dogs during a police dog training in Germany. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* **59**:241-246. Available at https://dergipark.org.tr/tr/doi/10.1501/Vetfak_0000002533.

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

Driscoll CA, Macdonald DW, O'Brien SJ. 2009. From wild animals to domestic pets, an evolutionary view of domestication. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **106**:9971-9978. Available at <https://pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.0901586106>.

Duffy DL, Serpell JA. 2012. Predictive validity of a method for evaluating temperament in young guide and service dogs. *Applied Animal Behaviour Science* **138**:99-109. Available at <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0168159112000433>.

Geiger M, Evin A, Sánchez-Villagra MR, Gascho D, Mainini C, Zollikofer CPE. 2017. Neomorphosis and heterochrony of skull shape in dog domestication. *Scientific Reports* **7**. Available at <http://www.nature.com/articles/s41598-017-12582-2>.

Foyer P, Svedberg A-M, Nilsson E, Wilsson E, Faresjö Å, Jensen P. 2016. Behavior and cortisol responses of dogs evaluated in a standardized temperament test for military working dogs. *Journal of Veterinary Behavior* **11**:7-12. Available at <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1558787815001562>.

Galibert F, Quignon P, Hitte C, André C. 2011. Toward understanding dog evolutionary and domestication history. *Comptes Rendus Biologies* **334**:190-196. Available at <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1631069110003008>.

Garrett, S., 2013. *Shaping – I váš pes může být šampión*. Praha: Plot.

Germonpré M, Lázničková-Galetová M, Sablin MV. 2012. Palaeolithic dog skulls at the Gravettian Předmostí site, the Czech Republic. *Journal of Archaeological Science* **39**:184-202. Available at <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0305440311003499>.

Gnanadesikan GE, Hare B, Snyder-Mackler N, MacLean EL. 2020. Estimating the heritability of cognitive traits across dog breeds reveals highly heritable inhibitory control and communication factors. *Animal Cognition* **23**:953-964. Available at <https://link.springer.com/10.1007/s10071-020-01400-4>.

Goddard, M. E. & Beilharz, R. G. 1982. Genetic and environmental factors affecting the suitability of dogs as guide dogs for the blind. *Theoretical and Applied Genetics*, **62**, 97-102.

Gogoleva SS, Volodin IA, Volodina EV, Kharlamova AV, Trut LN. 2009. Kind granddaughters of angry grandmothers: The effect of domestication on vocalization in cross-bred silver foxes. *Behavioural Processes* **81**:369-375. Available at <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0376635709000825>.

Gray, J. A., 1987. *The Psychology of Fear and Stress* 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press.

Grandin, T. 2000. *The animal mind*. San Rafael: Guide Dogs for the Blind, Inc.

Hall NJ, Wynne CDL. 2012. The canid genome: behavioral geneticists' best friend?. *Genes, Brain and Behavior*:n/a-n/a. Available at <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1601-183X.2012.00851.x>.

Harvey ND, Craigon PJ, Blythe SA, England GCW, Asher L. 2016. Social rearing environment influences dog behavioral development. *Journal of Veterinary Behavior* **16**:13-21. Available at <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1558787816300065>.

- Hart, L., Bryson, S., Zasloff, R., Christensen, S. (1996). Police K-9 Team Study: The Friendly Force. In *Police Dog Tactics*, Sandy Bryson, pp. 2,3. New York: McGraw-Hill, Inc.
- Hejjas K, Vas J, Topal J, Szantai E, Ronai Z, Szekely A, Kubinyi E, Horvath Z, Sasvari-Szekely M, Miklosi A. 2007. *Animal Genetics* **38**:629-633. Available at <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2052.2007.01657.x>.
- Hiby, E., Rooney, N. & Bradshaw, J., 2004. Dog training methods: their use, effectiveness and interaction with behaviour and welfare. *Animal welfare*, pp. 63-69.
- Houpt KA. 2007. Genetics of Canine Behavior. *Acta Veterinaria Brno* **76**:431-444. Available at <https://actavet.vfu.cz/76/3/0431/>.
- Hradecká L, Bartoš L, Svobodová I, Sales J. 2015. Heritability of behavioural traits in domestic dogs: A meta-analysis. *Applied Animal Behaviour Science* **170**:1-13. Available at <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0168159115001719>.
- Hrušovský J. 1990. *Pes a jeho výcvik*. Vyd. 2., (dopl. a přeprac.). Naše vojsko, Praha.
- Chen FL, Zimmermann M, Hekman JP, Lord KA, Logan B, Russenberger J, Leighton EA, Karlsson EK. 2021. Advancing Genetic Selection and Behavioral Genomics of Working Dogs Through Collaborative Science. *Frontiers in Veterinary Science* **8**. Available at <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fvets.2021.662429/full>.
- Ilska J, Haskell MJ, Blott SC, Sánchez-Molano E, Polgar Z, Lofgren SE, Clements DN, Wiener P. 2017. Genetic Characterization of Dog Personality Traits. *Genetics* **206**:1101-1111. Available at <https://academic.oup.com/genetics/article/206/2/1101/6064288>.
- Jančaříková K. 2019. *Záchranářská kynologie: teorie, data, zkušenosti*. Plot, Praha.
- Jensen P. 2007. *The behavioural biology of dogs*. CAB International, Wallingford, Oxfordshire.
- Koller J. 2019. *Kynologická příručka*. Naše vojsko, Praha.
- Konečný R. 1954. Význam psychologie v určování typů vyšší nervové činnosti, in: *Sborník prací fil. úst. Brno*. B 2 68-78.
- Korec E. 2020. *Chov psů: příručka zodpovědného chovatele*. Ekospol, Praha.
- Kubinyi E, Vas J, Hejjas K, Ronai Z, Brúder I, Turcsán B, Sasvari-Szekely M, Miklósi Á, Finkelstein DI. 2012. Polymorphism in the Tyrosine Hydroxylase (TH) Gene Is Associated with Activity-Impulsivity in German Shepherd Dogs. *PLoS ONE* **7**. Available at <https://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0030271>.

Kvam, L., 2012. *The Canine Kingdom of Scent*. Dogwise Publishing.

Liinamo A-E, van den Berg L, Leegwater P A J, Schilder M B.H., Van Arendonk J A.M. , van Oost B A.. 2007. Genetic variation in aggression-related traits in Golden Retriever dogs. *Applied Animal Behaviour Science* **104**:95-106.

Lindberg S, Strandberg E, Swenson L. 2004. Genetic analysis of hunting behaviour in Swedish Flatcoated Retrievers. *Applied Animal Behaviour Science* **88**:289-298. Available at <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0168159104000711>.

Lindblad-Toh K et al. 2005. *Nature* **438**. Available at <http://www.nature.com/articles/nature04338>.

Lit L, Belanger JM, Boehm D, Lybarger N, Haverbeke A, Diederich C, Oberbauer AM. 2013. Characterization of a dopamine transporter polymorphism and behavior in Belgian Malinois. *BMC Genetics* **14**. Available at <http://bmcgenet.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2156-14-45>.

Lucidi P, Bernabò N, Panunzi M, Villa PD, Mattioli M. 2005. Ethotest: A new model to identify (shelter) dogs' skills as service animals or adoptable pets. *Applied Animal Behaviour Science* **95**:103-122. Available at <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0168159105000778>.

Mackenzie SA, Oltenacu EAB, Leighton E. 1985. Heritability estimate for temperament scores in German shepherd dogs and its genetic correlation with hip dysplasia. *Behavior Genetics* **15**:475-482. Available at <http://link.springer.com/10.1007/BF01066240>.

MacLean EL, Snyder-Mackler N, vonHoldt BM, Serpell JA. 2019. Highly heritable and functionally relevant breed differences in dog behaviour. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* **286**. Available at <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rspb.2019.0716>.

Marshall-Pescini S, Passalacqua C, Barnard S, Valsecchi P, Prato-Previde E. 2009. Agility and search and rescue training differently affects pet dogs' behaviour in socio-cognitive tasks. *Behavioural Processes* **81**:416-422. Available at <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0376635709000989>.

Marshall-Pescini S, Kaminski J. 2014. *The Social Dog*. The Social Dog:3-33. Elsevier. Available at <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780124078185000012>.

Matsumoto Y, Konno A, Ishihara G, Murayama M. 2022. Genetic dissection of behavioral traits related to successful training in drug-detection dogs.

Meyer I, Ladewig J. 2008. The relationship between number of training sessions per week and learning in dogs. *Applied Animal Behaviour Science* **111**:311-320. Available at <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0168159107001943>.

Mikulica, V., 1985. *Poznej svého psa*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství.

Morgan CP, Bale TL. 2011. Early Prenatal Stress Epigenetically Programs Dysmasculinization in Second-Generation Offspring via the Paternal Lineage. *Journal of Neuroscience* **31**:11748-11755. Available at <https://www.jneurosci.org/lookup/doi/10.1523/JNEUROSCI.1887-11.2011>.

O'Brien C, Tharion WJ, Karis AJ, Sullivan HM. 2020. Predicting military working dog core temperature during exertional heat strain: Validation of a Canine Thermal Model. *Journal of Thermal Biology* **90**. Available at <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0306456520300371>.

Olson PN, Hall MF, Peterson JK, Johnson GS. 2004. Using genetic technologies for promoting canine health and temperament. *Animal Reproduction Science* **82-83**:225-230. Available at <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0378432004000570>.

Olsen, S. J. 1985. *Origins of the domestic dog: the fossil record*. University of Arizona Press. Tucson. 118 s.

Overall, K. L., & Dunham, A. E. 2005. A protocol for predicting performance in military working dogs: roles for anxiety assessment and genetic markers. In 4th International Working Dog Breeding Conference.

Overall KL, Dyer DJ, Dunham AE, Schechter L, Hamilton SP. 2008. Update on the Canine Behavioral Genetics Project (CBGP): Progress in understanding heritable fears and anxieties. *Journal of Veterinary Behavior* **3**:184-185. Available at <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S155878780800004X>.

Overall KL, Tiira K, Broach D, Bryant D. 2014. Genetics and Behavior. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice* **44**:483-505. Available at <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0195561614000072>.

Parker HG, Kim LV, Sutter NB, Carlson S, Lorentzen TD, Malek TB, Johnson GS, DeFrance HB, Ostrander EA, Kruglyak L. 2004. Genetic Structure of the Purebred Domestic Dog. *Science* **304**:1160-1164. Available at <https://www.science.org/doi/10.1126/science.1097406>.

Pérez-Guisado J, Lopez-Rodríguez R, Muñoz-Serrano A. 2006. Heritability of dominant-aggressive behaviour in English Cocker Spaniels. *Applied Animal Behaviour Science* **100**:219-227. Available at <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0168159105003667>.

Pierantoni L, Albertini M, Pirrone F. 2011. Prevalence of owner-reported behaviours in dogs separated from the litter at two different ages. *Veterinary Record* **169**:468-468. Available at <http://doi.wiley.com/10.1136/vr.d4967>.

Pfaffenberger CJ, Scott JP, Fuller JL., Binsburg BE, & Bielfelt SW, 1976. *Guide dogs for the blind: their selection, development and training*. Amsterdam: Elsevier.

Plhánková A. 2006. *Dějiny psychologie*. Grada, Praha.

Procházka Z. 1994. *Chov psů*. 2nd edition. SZN, Brno.

Range, F., Horn, L., Viranyi, Z. & Huber, L., 2009. The absence of reward induces inequity aversion in dogs. *Proceedings of the national academy of sciences of The United States of America*, pp. 340-345.

Rebmann, A., David, E., Sorg, M.H., 2000. *Cadaver Dog Handbook: Forensic Training and Tactics for the Recovery of Human Remains*. CRC Press, Boca Raton, Florida

Reuterwall CH, Ryman N. 1973. An estimate of the magnitude of additive genetic variation of some mental characters in Alsatian dogs. *Hereditas* **73**:277-283. Available at <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1601-5223.1973.tb01090.x>.

Robin S, Tacher S, Rimbault M, Vaysse A, Dréano S, André C, Hitte C, Galibert F. 2009. Genetic diversity of canine olfactory receptors. *BMC Genomics* **10**. Available at <https://bmcgenomics.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2164-10-21>.

Rongxing, W., Changshu, M., & Tao, L. 2016. Related Factors Affecting Olfactory Ability of Dogs. *Animal Husbandry and Feed Science*, 8(6), 331-332.

Rooney, N. & Cowan, S., 2011. Training methods and owner-dog interactions: Links with dog behaviour and learning ability. *Applied animal behaviour science*, pp. 169-177.

Ruefenacht S, Gebhardt-Henrich S, Miyake T, Gaillard C. 2002. A behaviour test on German Shepherd dogs: heritability of seven different traits. *Applied Animal Behaviour Science* **79**:113-132. Available at <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S016815910200134X>.

Rulc J, Štaudinger J, Nevolný P. 2014. *Dějiny československé služební kynologie: vznik a historický vývoj četnické a policejní kynologie, jakož i ostatní služební kynologie na území Československa*. CanisTR, Praha.

Ruvinsky A, Sampson J. 2001. *The genetics of the dog*. 1st edition. CABI Publishing, London.

- Rigterink A. 2014. Genetics of canine behavior: A review. *World Journal of Medical Genetics* **4**. Available at <http://www.wjgnet.com/2220-3184/full/v4/i3/46.htm>.
- Saetre P, Strandberg E, Sundgren P-E, Pettersson U, Jazin E, Bergstrom TF. 2006. The genetic contribution to canine personality. *Genes, Brain and Behavior* **5**:240-248. Available at <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1601-183X.2005.00155.x>.
- Selye H. 1950. Stress and the General Adaptation Syndrome. *BMJ* **1**:1383-1392. Available at <https://www.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bmj.1.4667.1383>.
- Shan S, Xu F, Brenig B. 2021. Genome-Wide Association Studies Reveal Neurological Genes for Dog Herding, Predation, Temperament, and Trainability Traits. *Frontiers in Veterinary Science* **8**. Available at <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fvets.2021.693290/full>.
- Schmutz SM, Schmutz JK. 1998. Heritability estimates of behaviors associated with hunting in dogs. *Journal of Heredity* **89**:233-237. Available at <https://academic.oup.com/jhered/article-lookup/doi/10.1093/jhered/89.3.233>.
- Skinner, B., 1938. *The Behavior of organisms: An experimental analysis..* 1 editor New York: Appleton Century.
- Silverstein SM, Menditto AA, Stuve P. 2001. Shaping Attention Span: An Operant Conditioning Procedure to Improve Neurocognition and Functioning in Schizophrenia. *Schizophrenia Bulletin* **27**:247-257. Available at <https://academic.oup.com/schizophreniabulletin/article-lookup/doi/10.1093/oxfordjournals.schbul.a006871>.
- Skoglund P, Gotherstrom A, Jakobsson M. 2011. Estimation of Population Divergence Times from Non-Overlapping Genomic Sequences: Examples from Dogs and Wolves. *Molecular Biology and Evolution* **28**:1505-1517. Available at <https://academic.oup.com/mbe/article-lookup/doi/10.1093/molbev/msq342>.
- Smith H, Miele M, Charles N, Fox R. 2021. Becoming with a police dog: Training technologies for bonding. *Transactions of the Institute of British Geographers* **46**:478-494. Available at <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/tran.12429>.
- Stalmachová D. 2000. *Výcvik a výchova psa*. Rubico, Olomouc.
- Stemmerová L. 2012. *Obedience: vysoká škola psí poslušnosti*. Plot, Praha.
- Straus J, Kloubek M. 2010. *Kriminalistická odorologie*. Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, Plzeň.

Svobodová I, Vápeník P, Pinc L, Bartoš L. 2008. Testing German shepherd puppies to assess their chances of certification. *Applied Animal Behaviour Science* **113**:139-149. Available at <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0168159107003000>.

Štěpánský K. 1974. Služební a pracovní plemena psů. 1st edition. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.

Takeuchi Y, Hashizume C, Arata S, Inoue-Murayama M, Maki T, Hart BL, Mori. 2009. *Animal Genetics* **40**. Available at <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2052.2008.01823.x>.

Tandon D et al. 2019. Homozygosity for Mobile Element Insertions Associated with WBSCR17 Could Predict Success in Assistance Dog Training Programs. *Genes* **10**. Available at <https://www.mdpi.com/2073-4425/10/6/439>.

Thalmann O, Perri AR. 2018. Paleogenomic Inferences of Dog Domestication. *Paleogenomics*:273-306. Springer International Publishing, Cham. Available at https://link.springer.com/10.1007/13836_2018_27.

Tonoike A, Otaki K-ichi, Terauchi G, Ogawa M, Katayama M, Sakata H, Miyasako F, Mogi K, Kikusui T, Nagasawa M. 2021. Identification of Genes Associated with Human-Canine Communication in Canine Evolution.

Turcsán B, Kubinyi E, Miklósi Á. 2011. Trainability and boldness traits differ between dog breed clusters based on conventional breed categories and genetic relatedness. *Applied Animal Behaviour Science* **132**:61-70. Available at <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0168159111000864>.

Våge J, Bønsdorff TB, Arnet E, Tverdal A, Lingaas F. 2010. Differential gene expression in brain tissues of aggressive and nonaggressive dogs. *BMC Vet Res*; **6**: 34

van den Berg L, Schilder MBH, Vries H de, Leegwater PAJ, van Oost BA. 2006. Phenotyping of Aggressive Behavior in Golden Retriever Dogs with a Questionnaire. *Behavior Genetics* **36**:882-902. Available at <http://link.springer.com/10.1007/s10519-006-9089-0>.

van der Waaij EH, Wilsson E, Strandberg E. 2008. Genetic analysis of results of a Swedish behavior test on German Shepherd Dogs and Labrador Retrievers¹. *Journal of Animal Science* **86**:2853-2861. Available at <https://academic.oup.com/jas/article/86/11/2853/4788957>.

van Kerkhove W. 2004. A Fresh Look at the Wolf-Pack Theory of Companion-Animal Dog Social Behavior. *Journal of Applied Animal Welfare Science* **7**:279-285. Available at http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1207/s15327604jaws0704_7.

- van Rooy D, Arnott ER, Early JB, McGreevy P, Wade CM. 2014. Holding back the genes: limitations of research into canine behavioural genetics. *Canine Genetics and Epidemiology* **1**. Available at <http://cgejournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/2052-6687-1-7>.
- Veselovský Z. 2005. *Etologie: biologie chování zvířat*. Academia, Praha.
- Vilà C, Savolainen P, Maldonado JE, Amorim IR, Honeycutt. 1997. *Science* **276**. Available at <https://www.science.org/doi/10.1126/science.276.5319.1687>.
- vonHoldt BM et al. 2017. Structural variants in genes associated with human Williams-Beuren syndrome underlie stereotypical hypersociability in domestic dogs. *Science Advances* **3**. Available at <https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.1700398>.
- Wan M, Hejjas K, Ronai Z, Elek Z, Sasvari-Szekely M, Champagne FA, Miklósi Á, Kubinyi E. 2013. DRD4 and TH gene polymorphisms are associated with activity, impulsivity and inattention in Siberian Husky dogs. *Animal Genetics* **44**:717-727. Available at <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/age.12058>.
- Wang GD, Zhai W, Yang HC, Fan RX, Cao X, Zhong L, Wang L, Liu F, Wu H, Cheng LG, Poyarkov AD, Poyarkov NA, Tang SS, Zhao WM, Gao Y, Lv XM, Irwin DM, Savolainen P, Wu CI, Zhang YP. 2013. The genomics of selection in dogs and the parallel evolution between dogs and humans. *Nat Commun*; 4: 1860
- Wayne RK. 1993. Molecular evolution of the dog family. *Trends in Genetics* 9:218-224. Available at <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/016895259390122X>.
- Weaver ICG, Cervoni N, Champagne FA, D'Alessio AC, Sharma S, Seckl JR, Dymov S, Szyf M, Meaney MJ. 2004. Epigenetic programming by maternal behavior. *Nature Neuroscience* **7**:847-854. Available at <http://www.nature.com/articles/nn1276>.
- Willis M.B. 1989. *Genetics of the Dog*, Howel Book House, N.Y
- Willis, M. B. 1995. Genetic aspects of dog behaviour with particular reference to working ability. *The domestic dog: its evolution, behaviour, and interactions with people*, 51-64.
- Wilsson E, Sundgren P-E. 1997a. The use of a behaviour test for the selection of dogs for service and breeding, I: Method of testing and evaluating test results in the adult dog, demands on different kinds of service dogs, sex and breed differences. *Applied Animal Behaviour Science* **53**:279-295. Available at <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0168159196011744>.
- Wilsson E, Sundgren P-E. 1997b. The use of a behaviour test for selection of dogs for service and breeding. II. Heritability for tested parameters and effect of selection based on service dog

characteristics. *Applied Animal Behaviour Science* **54**:235-241. Available at <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0168159196011756>.

Wilsson E, Sundfren P-E. 1998. Behaviour test of eight-week old puppies- heritabilities of tested behaviour traits and its correspondence to later behaviour. *Applied Animal Behaviour Science* **58**: 151-162

Yang M, Geng G-J, Zhang W, Cui L, Zhang H-X, Zheng J-L. 2016. SNP genotypes of olfactory receptor genes associated with olfactory ability in German Shepherd dogs. *Animal Genetics* **47**:240-244. Available at <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/age.12389>.

Yokoyama JS et al. 2012. Variation in Genes Related to Cochlear Biology Is Strongly Associated with Adult-Onset Deafness in Border Collies. *PLoS Genetics* **8**. Available at <https://dx.plos.org/10.1371/journal.pgen.1002898>.

FCI, 2021. Federation cynologique internationale. [Online] Available at: <http://www.fci.be/en/Nomenclature/races.aspx>

Duffey, D., 2010. Optimum Dog Training Temperatures. [Online] Available at: https://www.gundogmag.com/editorial/training_optimum_dog_training_temperatures_101910/176291

