

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ
KATEDRA MYSLIVOSTI A LESNICKÉ ZOOLOGIE

**DIVERZIFIKACE AKUSTICKÉ STRUKTURY
ŠTĚKÁNÍ PSŮ RŮZNÝCH PLEMEN:
PUDL, KNÍRAČ, BOXER, IRSKÝ VLKODAV,
ALJAŠSKÝ MALAMUT**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Mgr. Richard Policht, Ph.D.

Bakalant: Eva Písecká

2022

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Ing. Bc. Eva Písecká

Lesnictví

Provoz a řízení myslivosti

Název práce

Diverzifikace akustické struktury štěkání psů různých plemen: pudl, knírač, boxer, irský vlkodav, aljašský malamut

Název anglicky

Inter-breed diversification of dog bark acoustic structure: Poodle, Schnauzer, Boxer, Irish Wolfhound, Alaskan Malamute

Cíle práce

Kvantifikace akustické struktury štěkání vybraných plemen psů, za účelem porovnání variability mezi konkrétními plemeny a testování potenciálního vlivu dalších korelátů (hmotnosti, vybraných rozměrů těla, historie plemene, apod.)

Metodika

U minimálně pěti vybraných plemen bude nahráno štěkání od alespoň šesti dospělých jedinců s doloženým původem. Nahrávání bude probíhat za standardních podmínek. Variabilita akustických signálů bude kvantifikována pomocí bioakustických programů (Avisoft, Raven), které umožní naměřit celé spektrum akustických parametrů, popisujících distribuci akustické energie jak v časovém, tak frekvenčním spektru. Naměřené parametry budou následně testovány pomocí jednorozměrných i mnohorozměrných statistik (analýza hlavních komponent, diskriminační analýza). Nakonec budou testovány potenciální korelace akustických a morfologických parametrů. Výsledky potenciální divergence plemen v mnohorozměrném prostoru budou interpretovány v kontextu dosavadních znalostí historie testovaných plemen, včetně molekulárně genetických výsledků v dosavadních publikacích.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „**Diverzifikace akustické struktury štěkání psů různých plemen: pudl, knírač, boxer, irský vlkodav, aljašský malamut**“ vypracovala samostatně, pod vedením Mgr. Richarda Polichta, Ph.D. a uvedla jsem všechny publikace a literární prameny z kterých jsem čerpala informace. Prohlašuji, že tištěná verze se shoduje s verzí odevzdanou přes Univerzitní informační systém.

V Praze dne 1. 4. 2022

Eva Písecká

Děkuji prarodičům, za jejich moudrost, lásku k poznání, a za to, že mi ukázali, že i akademik je především lidskou bytostí. Děkuji svým rodičům, za život v pravdě, za jejich pevnost a touhu po svobodě a odvahu a sílu dát ji svým dcerám, děkuji mamince za nejvzácnější dar. Děkuji muži, který naplnil můj život, děkuji našim dětem za všechny chvíle, i odpuštění těch, kdy jsem se věnovala víc studiu než jim. Děkuji blízkým, s kterými společně, jsme. Děkuji kolegům za přátelskou a inspirativní atmosféru při našich setkáních, děkuji učitelům, kteří obnovili a povznesli řemeslo na umění, děkuji vedoucímu práce za jeho odborné rady, trpělivost a smysl pro humor.

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá porovnáním variability štěkání různých plemen psů a vlivem dalších korelátů; kohoutkové výšky, hmotnosti, věku a pohlaví.

Bylo vybráno pět plemen psů příslušejících k různým genetickým klastrům (původních, moderních, mastifů a teriérů, ovčáckých psů a chrtů) a u minimálně šesti jedinců každého plemene byl zaznamenán teritoriální hlasový projev, kdy všichni byli nahráni ve stejném kontextu – štěkání na cizí osobu přes plot. Bylo vybráno, změřeno a následně analyzováno celkem 383 štěků získaných od 33 jedinců v rozsahu 5 až 15 štěků od každého z nich. Dvacet akustických parametrů vstoupilo do diskriminační analýzy (DFA) a výsledný diskriminační model zahrnul šestnáct z těchto parametrů. Konvenční diskriminační analýzou se podařilo přiřadit jakékoliv náhodně vybrané štěknutí s 59% pravděpodobností správnému plemeni, validovanou diskriminační analýzou s 54% pravděpodobností. Štěkot plemene německý boxer byl nejúspěšněji klasifikovaný (67 %), naproti tomu aljašský malamut byl klasifikován s nejnižší úspěšností (28 %). Na výsledcích analýzy se podílely především frekvenční parametry Frequency 75 % a Frequency 25 % a míra maximální entropie Max Entropy.

S velikostí psů vyjádřenou kohoutkovou výškou se snižovala maximální frekvence štěkotu a s narůstající hmotností se zvyšovala míra průměrné neuspořádanosti (entropie) v hlasovém projevu. Maximální frekvence se také snižovala s věkem. Psi dosahovali signifikantně vyšší míry agregované entropie oproti fenám. Štěkání fen bylo harmoničtější a ukazovalo trend k vyšším hodnotám frekvenčních parametrů oproti psům, maximální hodnota byla zaznamenána v případě parametru Peak Frequency.

Vzájemná míra podobnosti mezi plemeny neukázala korelaci s podobností testovaných plemen podle dosavadní známé fylogeneze.

Klíčová slova: štěkání, psi, akustická struktura, vokalizace, akustická divergence, Canidae

ABSTRACT

The bachelor thesis deals with the comparison of barking variability of different dog breeds and the influence of other correlates; withers height, weight, age and sex.

Five breeds of dogs belonging to different genetic clusters (Ancient, Modern, Mastiff-Terrier, Herding-Sighthound) were selected and territorial vocal expression was recorded in at least six individuals of each breed, where all were recorded in the same context – barking at a stranger over a fence. A total of 383 barks obtained from 33 individuals, ranging from 5 to 15 barks each, were selected, measured, and subsequently analyzed. Twenty acoustic parameters entered the discriminant factor analysis (DFA) and the resulting discriminant model included sixteen of these parameters. Conventional discriminant analysis was able to assign any randomly selected bark to the correct breed with 59% probability, and validated discriminant analysis was able to assign any randomly selected bark to the correct breed with 54% probability. The bark of the German Boxer breed was the most successfully classified (67%), whereas the Alaskan Malamute was classified with the lowest success rate (28%). The frequency parameters Frequency 75% and Frequency 25% and the Max Entropy measure were the main contributors to the results of the analysis.

The maximum frequency of barking decreased with the size of the dogs, expressed as withers height, and the rate of average disorder (entropy) in vocal expression increased with increasing weight. Maximum frequency also decreased with age. Males achieved a significantly higher degree of aggregate entropy compared to females. Barking of females was more harmonious and showed a trend towards higher values of frequency parameters compared to dogs, the maximum value was recorded in the case of Peak Frequency parameter.

The inter-breed similarity measure showed no correlation with the similarity of the tested breeds according to the hitherto known phylogeny.

Keywords: barking, dogs, acoustic structure, vocalization, acoustic divergence, Canidae

Seznam tabulek, obrázků a grafů

Tabulka č. 1: Přehled psů a jejich charakteristik vstupujících do analýz

Tabulka č. 2: Frekvenční parametry štěkotu jednotlivých plemen

Tabulka č. 3: Rozdíly mezi plemeny a Freq 75 % (Hz) – průměr a průměr \pm SE

Tabulka č. 4: Korelace akustických parametrů s diskriminačními funkcemi výsledného DFA modelu

Tabulka č. 5: Úspěšnost správné klasifikace na základě DFA

Obrázek č. 1: Kladogram psích plemen do klastrů dle příbuznosti

Obrázek č. 2: Ukázky spektrogramů jednotlivých plemen

Obrázek č. 3: Graf frekvenčních parametrů pro jednotlivá plemena

Obrázek č. 4: Graf Frequency 75 % pro jednotlivá plemena

Obrázek č. 5: Graf časového parametru Durancy 50 % pro zkoumaná plemena

Obrázek č. 6: Míra minimální entropie v hlasovém projevu zkoumaných plemen

Obrázek č. 7: Graf rozptylu štěkání psích plemen v prostoru 1. a 2. DFA funkce

Obrázek č. 8: Závislost maximální frekvence (Hz) na kohoutkové výšce (cm)

Obrázek č. 9: Graf korelace hmotnosti s průměrnou entropií Avg Entropy (bits)

Obrázek č. 10: Graf korelace hmotnosti s Freq 25 % (Hz)

Obrázek č. 11: Graf korelace věku s frekvenčním vrcholem Peak Freq (Hz)

Obrázek č. 12: Graf rozdílů mezi psy a fenami a parametru Peak Freq (Hz)

Obrázek č. 13: Graf rozdílů mezi psy a fenami a parametru Agg Entropy (bits)

Obrázek č. 14: Rozdíly mezi psy a fenami knírače a parametru Agg Entropy (bits)

Obrázek č. 15: Zobrazení nejčastější záměny vokalizace zkoumaných plemen

Obsah

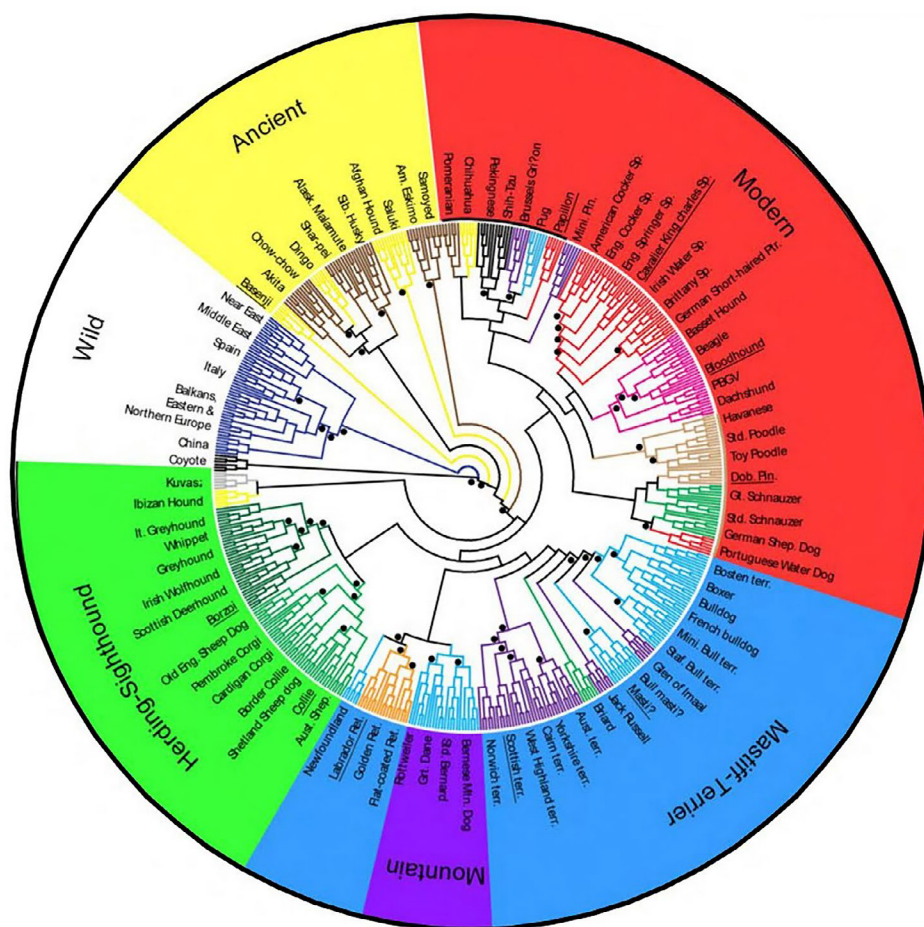
1.	ÚVOD	1
2.	DOMESTIKACE	2
2.1	Domestikace psa	2
2.2	Původ psa	3
2.3	Domestikační změny – tzv. domestikační syndrom	4
2.3.1	Domestikační změny hlasových projevů	5
3.	KOMUNIKACE	7
3.1	Zvuková komunikace	7
3.2	Hlasové projevy psů	8
3.2.1	Štěkot	8
3.2.2	Vytí	8
3.2.3	Vrčení	8
3.2.4	Kňučení	8
3.2.5	Kvičení	8
4.	CÍL PRÁCE	9
5.	METODIKA	10
5.1	Zkoumaná plemena psů	10
5.1.1	Německý boxer	10
5.1.2	Knírač (malý)	11
5.1.3	Welsh Corgi Cardigan	11
5.1.4	Aljašský malamut	11
5.1.5	Pudl (střední)	12
5.2	Sběr dat	12
5.3	Akustická analýza	13
5.4	Statistická analýza	13
6.	VÝSLEDKY	14
6.1	Kvantifikace akustické struktury	14

6.2	Jednorozměrné porovnání akustických parametrů	15
6.2.1	Frekvenční parametry	15
6.2.2	Časové parametry	17
6.3	Výsledky mnohorozměrného testu DFA	18
6.4	Korelace akustických parametrů s kohoutkovou výškou, hmotností, věkem a pohlavím zkoumaných plemen psů	21
6.4.1	Korelace s kohoutkovou výškou	21
6.4.2	Korelace s hmotností	22
6.4.3	Korelace s věkem	23
6.4.4	Rozdíly mezi pohlavími	23
7.	DISKUSE	26
8.	ZÁVĚR	29
	Informační zdroje a literatura:	30
	Přílohy:	36
	Seznam příloh	36

1. ÚVOD

Člověk odedávna toužil porozumět řeči zvířat a v některých kulturách dodnes uznávají zvířecí Bohy a promlouvají s nimi. Minulé století přineslo obrovský nárůst zájmu o hlasovou komunikaci zvířat i ve vědeckém světě, ale až současný technologický pokrok na poli audio-akustické a výpočetní techniky přinesl rozsáhlé možnosti výzkumu zvukových projevů zvířat.

Psi nás provází tisíce let, jsou našimi druhy na cestě a promlouvají k nám celou bytostí, tělem i širokou škálou zvukových projevů. Jejich štěkot je nám dobře známý, přesto skrývá mnohá tajemství. Touto prací bych ráda přispěla k objasnění některých z nich. Zaměřím se na rozdíly v akustické struktuře štěkání psů různých plemen. Ta jsou vybrána tak, aby obsáhla co nejširší spektrum genetických „klastřů“ dle Parker (2012) a zároveň, aby vykazovala širokou variabilitu z hlediska velikosti, hmotnosti a stáří.



Obrázek č. 1: Kladogram psích plemen do klastřů dle příbuznosti.

Zdroj: Parker, 2012

2. DOMESTIKACE

Domestikace (zdomácnění) je evoluční proces adaptace, kdy je selekční tlak tvořen antropogenní činností, je to dlouhodobý proces (po mnoho generací) přetvářející divoce žijící organismy v organismy zdomácnělé; proces vedoucí k dědičným změnám behaviorálním, anatomickým i fyziologickým, tak, aby došlo k lepší a snadnější využitelnosti člověkem (Lord, 2020). Domestikaci předchází zkrocení = odchyt a ochočení divokého zvířete, kdy se ochočení týká pouze konkrétního jedince, zatímco domestikace je změnou celé populace (Šebková, 2008). Pro chápání změn v rámci domestikace je důležité rozlišit mezi divokou populací, která není ovlivněná člověkem, domestikovaným zvířetem – jehož přežívání je vázané na prostředí změněné člověkem, a prošlechtěným plemenem, které představuje geneticky izolovanou subpopulaci domestikované populace a má značně sníženou genetickou rozmanitost v důsledku výběru pro fenotypové vlastnosti (Lord, 2020). Aby mohlo k domestikaci živočišného druhu dojít, musí druh splňovat několik podmínek: snadná držitelnost a přizpůsobivost prostředí, dostupnost jeho krmení – polyfágnost, vhodná sociální struktura, snadná množitelnost a vyšší rychlost dospívání, nižší agresivita a nižší bázlivost, přirozená klidnost (Diamond, 2017).

2.1 Domestikace psa

Pes byl nejen prvním domestikovaným zvířetem, ale také jediným ještě před tím, než se člověk začal živit zemědělstvím (Freedman, A., H. et al., 2014). Jak k tomu došlo, zda se vlk dobrovolně stal partnerem člověka nebo zda se člověk zmocnil jeho štěnat a pomocí raného imprintingu si je ochočil, zůstává otázkou a objevila se i teorie o možné autodomestikaci vlka během raných začátků moderního člověka (Císařovský, 2008). V každém případě se jednalo o složitý a dlouhý proces plný opakovaných začátků, pohybující se na tenké hranici mezi ochočením a zdivočením (Miklósi, 2015; Mikanowski, 2016).

Domestikace vlka (*Canis lupus*) a jeho proměna v psa (*Canis lupus familiaris*) je specifická a zcela unikátní, vzniklo mezidruhové přátelství dvou potravních konkurentů, lovců, a vytvořilo se mezi nimi pouto tak silné, že u nich dochází i k vzájemným hormonálním odezvám, jaké se vyskytují mezi sexuálními protějšky a mezi rodiči a dětmi (Marshall–Pescini, et al., 2019). Soužití vlka, později psa zůstává výhodným partnerstvím pro oba: pes je dnes hojně rozšířen po celé planetě (narozdíl od malého množství žijících vlků) a stal se nedílnou součástí našich životů a nezbytným pomocníkem počínaje lovectvím, strážní a policejní službou, záchranářstvím, asistenční pomocí, ... až po věrného společníka, a my, lidé (*Homo sapiens*), jsme i díky spolupráci s prapryky přežili v drsných podmínkách poslední doby ledové oproti vyhynulému *Homo neanderthalensis* (Císařovský, 2008).

2.2 Původ psa

Předmětem mnoha výzkumů zůstává, kde, kdy a jak došlo k tomu, že se z divokého zvířete stal pes domácí; teorie o původu psů prošly dlouhým vývojem a dnes se opírají jednak o kosterní nálezy a srovnávání lebek, zubů, aj. (Germonpré et al., 2009; Germonpré et al., 2012; Pitulko, Kasparov, 2017), tak o analýzy jednotlivých genů (Gray, et al., 2010; Vondthold, 2010; Wang, et al., 2013) a jejich porovnávání s možnými předky, novější studie již vycházejí z komplexních analýz genomu (Thalmann, et al., 2013; Wang et al., 2016; Freedman et Wayne, 2017).

Vědci se dnes shodují, že pes pochází z vlka šedého, případně jejich společného předka, a i používání vědeckého jména „*Canis lupus familiaris*“ oproti původnímu názvu od Linného „*Canis familiaris*“ tuto shodu umocňuje (Koler–Matznick, 2002). S touto teorií přišli již v roce 1922 Goldman s Youngem a nezávisle na nich také Schame, ale neexistoval pro ni jednoznačný důkaz (Cisařovský, 2008). Až rozsáhlý výzkum genomu 58 psových šelem (12 šedých vlků, 27 primitivních psů z Asie a Afriky a 19 různých plemen z celého světa) potvrdil nejbližší původ prastarých domácích psů s vlky šedými z jihovýchodní Asie před 33 000 lety, jakož i zmapoval jejich cestu před 15 000 lety přes Střední Východ do Afriky a Evropy (Wang et al., 2016). Další výzkum založený na sekvenování DNA tří archeologických vzorků porovnaných s kompletním genomem 96 vzorků DNA současných psů a psových šelem ukázal, že se předci všech moderních plemen psů rozdělili na dvě populace – východní a západní, z východní populace vznikla východoasijská plemena a ze západní se vyvinula moderní evropská, jiho a středoasijská a africká plemena dnešních psů (Botiqué, 2017). Již předchozí studie potvrdila původ dnešních psů z domestikovaného prapředka pocházejícího z několika stovek vlků, nejspíše z jihovýchodní Asie, odkud mělo dojít k jejich rozšíření na Blízký východ a do Evropy (Grey, 2010; Wang, et al., 2013). Další výzkumy porovnávající mitochondriální DNA současných a starobylých psů a vlků považovaly za předky dnešních psů evropské vlky, kteří se rozšířili z Evropy do celého světa, včetně Ameriky – přes Beringovu úžinu během poslední doby ledové (Thalmann, et al., 2013). Analýza genomu pomocí SNP (single nucleotid polymorfism) a haplotypů porovnávající dnešní psy a vlka šedého jako jejich divokého progenitora naznačila, že dominantním zdrojem genetické rozmanitosti psů jsou vlci ze Středního východu (ale některá plemena starověkých psů vykazují také velkou příbuznost s čínskými vlky), nicméně během raného vývoje docházelo často ke křížení s místními vlčími populacemi (dokládá to i mutace zodpovědná za černé pláštěvé zbarvení, ke které došlo během domestikace psů a která se zpětně přenesla do populace vlka šedého), navíc moderní psi plemena pochází již z populace, která prošla „efektem hrdla láhve“ v době kdy se z člověka lovců stal zemědělec (Holdt, 2010).

Velmi diskutované byly také další tři teorie vzniku dnešních psů (Koler–Matznick, 2002): možný původ z „*Canis aureus*“ – šakala (Lorenz 1954; Koler–Matznick, 2002), dále polyfylogenetický původ z divokých psových šelem (Darwin 1875;

Clutton–Brock 1977; Brisbin 1997; Koler–Matznick, 2002), a možný se zdál také původ z divokého psovitého předka jiného než šakala nebo vlka (Epstein 1971; Zeuner 1963; Fox 1973; Manwell et Baker, 1983; Koler–Matznick, 2002). Výzkumy ukázaly, že šakal a pes jsou si geneticky natolik vzdálení, že první teorie není pravděpodobná (Wayne et O’Brien, 1987; Wayne et al., 1991; Koler–Matznick, 2002). Představa, že pes by mohl vzniknout spojením z několika různých druhů psovitých šelem vycházela z podobnosti některých znaků psí lebky především s kojoty a šakaly: kratší širší čenich, širší lebka, dopředu postavené oči, menší zuby (Ebstein et Mason, 1971). Také behaviorální odlišnosti vedly k úvahám o původu psů z jiných psovitých šelem, než jsou vlci (Koler–Matznick, 2002). Přezkoumání těchto teorií srovnáním DNA vlků, šakala a psa, zejména z hlediska genu pro amylázu (AMY2B), který souvisí se schopností štěpit molekulu škrobu, a tedy využívat rostlinnou stravu, tuto možnost nepotvrdilo; závěry této studie nebyly jednoznačné a počítaly s alternativou, že dnešní psi pocházejí z jednoho společného prapředka – dnes již vyhynulého, od kterého se zhruba ve stejné době oddělily také dnešní linie vlků (Freedman, et al., 2014).

Předpokládané období, kdy byl vlk/pes domestikován se s dalšími výzkumy posouvá dál do minulosti, současné archeologické nálezy (Předmostí, Goyet, Mezin,...) a testy mitochondriální DNA naznačují, že domestikace psa probíhala v období mezi 14 000 a 135 000 lety (Clutton–Brock, 1995; Vila et al., 1997; Yin, 2002). Původní odhady domestikace psa spadaly do mladší doby kamenné někdy před 10 000 lety, což odpovídalo i archeologickým nálezům, novější analýzy posouvají domestikaci psa do období před více jak 30 000 lety a na ranější začátky soužití psa s člověkem (Druzhkova, et al., 2013). Nevylučuje se ani souběžná existence dvou psovitých šelem s rozdílným způsobem života, tuto možnost ukazují i analýzy 26 000–30 000 let starých lebek prapsa a vlka ze sídliště lovců mamutů z Předmostí u Přerova (MZM, 2020). Jeden z nejstarších nálezů lebky predomestikovaného vlka stáří 33 000 let pochází z jeskyně Razbojničija v pohoří Altaj na Sibiři, jeho následovníci ovšem v glaciálním maximu vyhynuli a na dnešním psu se nepodílí (Robovský et Kovačínová, 2012). Shipman vychází z nálezů na Sibiři a v Belgii a poukazuje na skutečnost, že ačkoli vypadají jako vlci, fosilie také vykazují jasné známky domestikace – kratší špičáky, širší čelisti a zuby nahloučené blízko u sebe, oproti zubům divokého vlka... Další výzkum ukazuje na genetické oddělení psa od vlka v rozmezí před 36 900 až 41 500 let a k rozdělení východní a západní linie psů před 17 500 až 23 900 lety, průběh domestikace by poté spadl do období před 20 000 až 40 000 lety (Boutiqué, 2017).

2.3 Domestikační změny – tzv. domestikační syndrom

Domestikační syndrom je charakterizován geneticky fixovanými změnami morfologickými, fyziologickými i behaviorálními u domestikovaných (zdomácnělých) druhů, které nejsou pozorovány u jejich divokých předků (Darwin, 1868). Jedná se o změny podmíněné jak změnou prostředí, tak i samotnou selekcí; u savců se jedná především

o změny barvy srsti (jiné než „divoké“ zbarvení, bílé znaky na tělesných periferiích – tlapkách, špičce ocasu, čele, hrudi), zmenšení velikosti zubů a jejich redukce, ztráty tuhosti ušního boltce, změny proporcí v kraniofaciální oblasti spojené se zmenšením mozku, čelistí, hrtanu, jazyky, redukce svalové hmoty, zmenšení tělesného rámce, zkrácení a kroucení ocasu; z hlediska fyziologického se objevuje rychlejší nástup a častější estrické cykly, gravidity s vyšší paritou, mění se hladiny adrenokortikotropních hormonů, koncentrace neurotransmiterů a v oblasti behaviorální dochází k prodloužení juvenilního chování, pedomorfóze a neoténii (Coppinger, 1987), a zvyšuje se schopnost učení na úkor přirozené inteligence a smyslového vnímání, zvyšuje se krotkost a snižuje agresivita a bázlivost (Adam, 2014). Primární selektivní tlak během procesu domestikace je na chování, zejména na zkrocení – tedy na vyloučení agresivity vůči člověku a na snížení strachu a stresu z chovu v zajetí (Trut, 1999). Zásadní roli ve fyziologii odezvy strachu a stresu hrají nadledvinky a jejich hypofunkce a snížení hladin stresových hormonů je jedním ze základních předpokladů úspěšného chovu v zajetí, toto bylo ověřeno selekcí na krotkost lišek a potkanů během experimentální domestikace (Belajev, 1974). Selektce na krotkost tedy znamenala selekci na hypofunkci nadledvinek a tato relativně malá genetická změna (způsobená geny GTF2I a GTF2IRD1) na neurální liště byla určující z hlediska domestikace psa – změnila jeho biorytmus na denní, způsobila změny v periferní i centrální nervové soustavě a další selekci výše popsaných domestikačních znaků se dále upevňovala (Wilkins, 2014). Zpočátku byly tyto změny podmíněny epigeneticky, protože v tak krátké době by těžko mohlo dojít k tak výrazným genetickým změnám – množstvím mutací, a teprve později docházelo ke genetické fixaci (Belajev et al., 1981; Trut et al., 2009).

Také v komunikaci se projevil vliv domestikace, z tichých plachých zvířat se stal tvor vyhledávající lidskou přítomnost od svých prvních krůčků a je pozoruhodné, jak pevná sociální vazba mezi člověkem a psem vznikla, a jaký mezidruhový způsob komunikace se vytvořil – typická forma u lidí: přímý pohled z očí do očí, který je zvířaty vnímán jako agonistické chování, si osvojil i pes, navíc je tento pohled provázen vylučováním oxytocinu u člověka stejně jako zvýšením jeho koncentrace u psa (Nagasawa, 2015).

2.3.1 Domestikační změny hlasových projevů

Během dlouhého procesu domestikace sehrála zásadní roli vzájemná komunikace mezi psem a člověkem a štěkání je efektivní formou takové komunikace (Molnár et al. 2006). Štěkání je nedílnou a zásadní mnohvrstevnou formou komunikace psů s člověkem a přímo souvisí s domestikací, pro člověka je hlasová komunikace typická a štěkání psa je pro něj snadno vnímatelné, rozpoznatelné a pochopitelné; pro společný lov, kdy pes člověku nadháněl zvěř, byl hlasitý štěkot nezbytný, a tak i selekce psů probíhala tímto směrem, oproti tomu vlci spolu během lovu spolupracují v maximální tichosti (Veselovský, 2005). Během hlídání teritoria štěkotem pes označuje přítomnost někoho cizího a “přivolává” vůdce smečky na kontrolu, podobně

jako v některých případech vlci (Gaisler, 1989). Typický akustický signál vlků je vytí, kterým se dorozumívají na vzdálenosti i několika kilometrů. Jedná se o dlouhý harmonický zvuk s frekvencí 400–2000 Hz o až dvanácti harmonických složkách, který můžeme slyšet nejvíce večer a v noci (Palacios et al., 2007). Vytím vlci svolávají členy své smečky, hledají si tak partnery pro páření, oznamují ostatním, kde je jejich teritorium a umožňují dalším vlkům vyhnout se přímému kontaktu a střetu s nimi (Harrington et al., 1979; Klinghammer et al., 1979). Psi narozdíl od dospělých vlků používají široké spektrum štěkání (vlci používají štěkání ve formě krátkých štěků, především ve štěněcím věku, a v dospělosti vyjimečně při obhajobě svého teritoria nebo jako výhružné štěkání a projev agrese), podobně i další psovitě šelmy (lišky, kojoti) používají výhružné krátké štěky, šakali takto štěkají i při lovu a obraně svého teritoria, psi štěkají nejčastěji sérií kratších i delších štěků, mnohdy kombinovaných s dalšími zvuky jako je vrčení, chrochtání, kňučení a vytí (Lord et al., 2010). Psi si zachovávají vlastnosti vlčích štěňat (hravost, zvědavost, schopnost učení, štěkání) po celý život (Fox, 1975; Scott et Fuller, 1965) a štěkání se tak stalo i součástí jejich vnitrodruhové komunikace (Molnár et al., 2009).

3. KOMUNIKACE

Komunikace je výměna informací (signálů) a je projevem jednoho jedince, který je vnímán druhým jedincem, kterému je informace směřována (a také jeho okolím a dalšími tvory, kterým určena primárně nebyla) a vyvolává u něj behaviorální či fyziologickou odpověď, přičemž tato odpověď přináší prospěch oběma (všem) nebo jednomu z nich (Wilson, 2000). Podle způsobu přenosu informací rozlišujeme signály na kontaktní (taktilní, chuťové) a na distanční (chemické, akustické, optické), mohou být krátkodobé (výhružný postoj) či dlouhodobé (značení teritoria), konspecifické (určeny svému druhu – olizování mláďat) či heterospecifické (vnímány různými druhy – varovný akustický signál) a každý z nich má své specifické využití (Lord et al., 2009). Lord dále uvádí, že komunikace je u psů nezbytná k nalezení partnerů (vizuální – řeč těla, chemickou – feromonální, zvukovou – informace o zdravotním stavu, aj.), k vyjasnění dominance (vizuální – submisivní pohled stranou, lehnutí na záda, souběžná chůze u jelenů, zvukovou – dupání, chrochtání, funění, vrčení, aj.), ke značení teritoria (pachovou – chemickou – feromonální, zvukovou – vytí, aj.), k rozvoji vztahů a udržení sociální skupiny (taktilní – očichávání, drbání, okusování, aj.), k péči o potomky (taktilní – olizování, šťouchání, aj., zvuková – kňučení, mručení, aj.).

3.1 Zvuková komunikace

Mezi hlavní výhody zvukové komunikace patří její vysoká účinnost jak z hlediska prostředí (noc, hustá vegetace) tak z hlediska vzdálenosti (od intimní až po několik kilometrů), snadné rozeznání směru odkud signál pochází, a jedince, který jej vydává, je krátkodobá, až chvilková, a tudíž nezanechává v prostředí nežádoucí stopy (Fox, 1975). Největší nevýhodu pak představuje energetická náročnost spojená s vysíláním zvukového signálu (Veselovský, 2005).

Savci vydávají jak zvuky tvořené specializovanými orgány pro tvorbu zvuku, tak zvuky vytvořené bez jejich pomoci (např. funění, dupání,...), periodickým kmitáním hlasivek vzniká základní hlasivkový tón udávající hloubku a výšku hlasu, který je dále modulován v dutinách vokálního traktu, kde dochází k jeho rezonanci a vzniku frekvenčních vrcholů – tzv. formantů (Levitin, 2019). Sluchové pole člověka je omezeno výškou zvuku – od 16 Hz vnímáme zvuk jako souvislý a výšky nad 20 kHz již neslyšíme (s věkem se tato hranice posouvá směrem dolů), oproti tomu sluchové pole psa má větší rozsah především co se týče výšek (až 65–100 kHz), pes vnímá i ultrazvukový signál (např. vydávaný hlodavci) který sám není schopen vytvořit (Šebková, 2008). Ultrazvuk (mechanické vlnění s frekvencí vyšší než 20 kHz) je lehce pohlcován prostředím, a díky tomu má relativně krátký dosah, jeho použití je tedy vhodné jako tísňové volání mláďat, aby je slyšela matka a možným predátorům zůstalo skryto (Jensen, 2007), naopak infrazvuk (mechanické vlnění s frekvencí nižší než 16 Hz) se šíří na velké vzdálenosti a je tedy vhodným výstražným signálem (Urgošik, 1987).

3.2 Hlasové projevy psů

Vokální komunikace psů je velmi rozmanitá a v podstatě se jedná o zvukový repertoár emocionálních reakcí a pocitů, je jakousi paralelou lidské řeči (Cohen, 1976). Komplexnost hlasového repertoáru psů je rozšířena kombinací dalších zvuků v kontextu štěkání, změnou intenzity zvuku a jeho gradací (Feddersen–Peterson, 2000).

3.2.1 Štěkot

Štěkot psa představují odstupňované vokalizace, které sahají od hlubokých, nízkofrekvenčních tónů až po harmonicky bohaté vyšší frekvence s modulací výšky i amplitudy (Yin, 2002). Jde o velmi variabilní akustický signál zejména z hlediska frekvence, tonality a rytmu (Pongrácz et al., 2010; Maros et al., 2008). Psi jím předávají různé informace ostatním psům i lidem, množství a frekvence závisí již od štěněcího věku na daném jedinci a příslušnosti k jednotlivým plemenům (Feddersen–Peterson, 2000).

3.2.2 Vytí

Vytí – tento táhlý tón psi vydávají buď jako odpověď na podobný tón (vytí, siréna,...) nebo pokud se cítí osamělí, je to jejich prostředek komunikace na dálku (Pongrácz et al., 2010).

3.2.3 Vrčení

Vrčení je hlubokým tónem slyšitelným na krátkou vzdálenost, používá se v přímém kontaktu. Může být buď agresivní a výhružné, které je součástí boje o dominantní postavení nebo může být spolu s dalšími signály (položení hrudníku na zem, vrtění ocasem,...) výzvou ke hře (Yeon et al., 1996).

3.2.4 Kňučení

Kňučení je používáno prvně okolo 24. dne štěněte jako reakce na nepříjemné chycení za krkem, později v situacích náhlé úzkosti a bolesti, leknutí, může být používáno také jako prosba o pozornost, jídlo či nějakou příjemnou činnost (Bleicher, 1963; Yeon et al., 1996).

3.2.5 Kvičení

Kvičení je akutní tíšňové volání nejčastěji slyšitelné u štěňat v déletrvajících fyzicky nepříjemných situacích (Bleicher, 1963).

4. CÍL PRÁCE

Psí štěkání představuje značnou variabilitu v akustických parametrech frekvenčních, časových, z hlediska tonality i rytmu (Pongrácz et al., 2006). Cílem této práce bylo ověřit souvislost mezi vokálním projevem psů a jejich plemennou příbuzností, a dále pak možných korelací akustických parametrů štěkotu s věkem, pohlavím, velikostí a hmotností. Již v roce 1960 byl prováděn výzkum vlivu vývoje lidského laryngeálního traktu na vokální projev, a ukázalo se, že s růstem (prodlužováním) docházelo ke snižování formantů, Fant (1996) také poukázal na rozdíly mezi pohlavím, které neodpovídaly prostému srovnání délky hlasového ústrojí. Další výzkum korelace hmotnosti psů s délkou jejich hlasového traktu probíhal pomocí magnetické rezonance (Fitch et Giedd, 1999). V roce 2015 byla publikována studie zkoumající vokální projevy zvířat s podobným hrtanem jako je lidský; psi, prasata, kočky a ovce byli v jejich domácím prostředí vystaveni třem emocionálně různým situacím a ukázalo se, že u těchto zvířat s věkem stejně jako u lidí klesala základní frekvence hlasu, jak dosažením dospělosti, tak dalším stárnutím (Riley et al., 2016).

5. METODIKA

Nejprve bylo třeba stanovit podmínky za jakých budou pořizovány zvukové záznamy určených plemen psů. Ta byla pro účely této analýzy vybrána jednak s ohledem na jejich genetickou variabilitu – příslušnost k rozdílným kladům (Parker, 2012), tak na variabilitu z hlediska jejich velikosti, robustnosti, stavby obličejové části lebky. Byla vybrána plemena německý boxer, knírač (malý), irský vlkodav, aljašský malamut a střední pudl. Analyzováno bylo teritoriální štěkání na blížící se a dále zůstávající subjekt za hranicí jejich teritoria. Po předchozí domluvě s majiteli zkoumaných psů jsem přišla k jejich oploceným pozemkům, kde byli puštěni jejich psi, a zůstala jsem u plotu stát, případně jsem popocházela ve vzdálenosti jednoho metru od plotu, po celou dobu nahrávání jejich štěkotu. Ukázalo se, že plemeno Irský vlkodav za těchto podmínek neštěká, a tak bylo pro účely výzkumu nahrazeno plemenem Welsh Corgi, příslušejícím do stejného genetického klastru chrtů a pasteveckých psů (Parker, 2012).

5.1 Zkoumaná plemena psů

Psí plemena vykazují obrovskou variabilitu co do výšky, hmotnosti, barvy, povahy, a schopností, tato pestrost vznikla cíleným výběrem a později šlechtěním, jehož počátky se odhadují již do doby před pěti tisíci lety (Case, 1999; Price, 2002). Price dále uvádí, že jedno z nejstarších plemen představují chrti, zobrazovaní na Egyptských karafách pocházejících z doby 3 000 let př. n. l., a že Staří Římané již chovali psy různého určení: pastevecké, sportovní pro boj v aréně, válečné, lovecké a domácí mazlíčky. Z oblasti Tibetu pochází plemena mastifů, později používaná jako psi váleční, další plemena podobná vlku a příbuzná dnešním špicům, huskyům a ostatním arktickým plemenům patří k nejstarším a vznikala v Asii, většina psích plemen k lovu drobné zvěře a pastevečtí psi vznikly v Evropě, přičemž největší rozvoj specializovaných psích forem datujeme do období středověku v západní Evropě, v které se psi šlechtili pro různorodá pracovní použití, především pro nesčetné způsoby lovu zvěře (Price, 2002). Pro tuto práci byli vybráni psi reprezentující široké spektrum plemen: **německý boxer, knírač (malý), irský vlkodav (respektive Welsh Corgi Cardigan), aljašský malamut a pudl (střední).**

5.1.1 Německý boxer

Aktivní až bouřlivý, veselý, spontánní, hravý, klidný, sebejistý, odvážný a neohrožený, přitom velmi přátelský a dobrosrdečný pes, plný síly a ušlechtilosti, s nadšením plnící jakékoliv přání psovoda, oddaný své rodině (Mc Greevy, 2005). Boxer je pes středně velkého kvadratického rámce (hmotnost 25–35 kg), výrazného osvalení a silných kostí, s hladkou přiléhající srstí (dle standardu FCI). Typický je pro něj předkus způsobený zkrácenou horní čelistí.

Jeho předky byli malí brabantští býkohryzi sloužící především myslivcům při lovu k zadržení zvěře do příchodu lovce. Později plnili funkci strážních a společenských psů a tu si zachovali dodnes. Standard plemene pochází z roku 1905 a plemenná kniha byla založena již o rok dříve. Patří do skupiny mastifů a teriérů (Parker, 2012).

Prapředkem boxera a dalších molossoidních plemen byl *Canis familiaris decumanus*, který se rozšířil do Evropy ze starověké Asie, jehož předkem byl pravděpodobně *Canis lupus laniger* – vlk tibetský (Hanzal et al., 2007). Dále uváděn jako „boxer“.

5.1.2 Knírač (malý)

Po všech stránkách odolný pes, střední velikosti, kvadratického rámce, drsné srsti, velmi živého temperamentu, přesto rozvážné povahy, ostražitý, neohrožený a vytrvalý. Ve středověku byl používán k lovu hlodavců ve stájích – lidově se mu říkalo stájový pinč, krysař. Koncem 19. století probíhá již jeho cílená plemenitba a roku 1895 je založen chovatelský klub kde je veden jako drsnosrstý pinč (viz. standard plemene dle FCI). Patří k moderním plemenům psů (Parker, 2012).

Výběrem menších jedinců z něj byl vytvořen Malý knírač. Později příšlechtěním starého německého ovčáka, Flanderského bouviera a černých německých dog vznikl Velký knírač (Brown, 2016).

Jejich společným prapředkem se špici, pinči a teriéry byl pes bažinný (*Canis familiaris palustris rutimer*) žijící s lidmi před 12 tisíci lety. Společným rysem těchto psů byla menší až střední velikost, ostrost a živý temperament (Hanzal et al., 2007). Dále uváděn jako „knírač“.

5.1.3 Welsh Corgi Cardigan

Velmi aktivní, původně pracovní pes využívaný ke shánění dobytka (kousáním do pat). Menší vzrůst 25–31 cm v kohoutku, protáhlé tělo a hmotnost mezi 10–12 kg z něj dnes dělají oblíbeného společníka. Jedná se o staré anglické plemeno, odolné, silné, které je před nepřízní počasí chráněno hustou podsadou a drsnými pesíky. Kompaktní stavba těla, silný krk, mírně šikmé oči, vzpřímené uši a kratší morda připomínají vastgotlandského špice spojovaného s Vikingy (Fogle, 2005). Patří do skupiny plemen chrtů a ovčáckých psů (viz. Parker, 2012).

Jejich prapředkem byl nejspíše také pes bažinný (*Canis familiaris palustris rutimer*) což naznačuje i jeho ostrost a živý temperament (Hanzal et al., 2007). Dále uváděn jako „Welsh Corgi“.

5.1.4 Aljašský malamut

Silný pes mohutné postavy (60 cm kohoutkové výšky, 30–40 kg) s širokou hlavou, hlubokým hrudníkem, dobře osvaleným tělem, zdravý, odolný, houževnatý a vytrvalý s aktivním temperamentem, s přátelskou, věrnou a oddanou, v dospělosti důstojnou

povahou. Srst je hustá krátká tvrdá s delší mastnou vlnitou podsadou, vhodná do silných mrazů (dle standardu FCI).

Aljašský malamut je starým plemenem chovaným původními kočovnými obyvateli Aljašky, kterým pomáhal při lovu, přepravě nákladu a tahání saní. V roce 2010 byl uznán národním plemenem Aljašky (AMKČR). Paul Voelker byl přesvědčen, že je nejstarším plemenem Severní Ameriky a možná i nejstarším plemenem provázejícím člověka, když se stáří dochovaných ozdob z kostí odhadovalo na 12 tisíc až 24 tisíc let (AMCA).

Řadí se ke starobylým (přírodním) plemenům psů (Parker, 2012). Prapředkem mu nejspíše byl *Canis familiaris inostranzewi* a je možné, že se na jeho vzniku podílel také vlk severoamerický – *Canis lupus occidentalis* (Hanzal et al., 2007). Dále uváděn jako „aljašský malamut“.

5.1.5 Pudl (střední)

Aktivní a velmi temperamentní pes vysoké inteligence, hravý, učenlivý, milující práci (obzvláště aportování z vody, k němuž byl jako vodní španěl používán) a dnes vhodný pro veškeré psí sporty. Původně většího až středního tělesného rámce, jemného elegantního vzhledu, dlouhé jemné kadeřavé srsti s pesíky přeměněnými v podsadu.

První písemné zmínky spolu s kresbami pochází z roku 1555 od Conrada Gesnera, který jej popisuje jako výborného spolehlivého poslušného společníka, vynikajícího plavce s obrovským pracovním nasazením. Fylogeneticky je nejspíše odvozen od Psa popelíštního (*Canis familiaris intermedius*), který žil na našem území a je považován za prapředka loveckých psů: španělů, pudlů, ohařů, setrů, jezevčků, atd. (Hanzal et al., 2010). Pudly řadíme k moderním plemenům psů (Parker, 2012). Dále uváděn jako „pudl“.

5.2 Sběr dat

Sběr dat probíhal za standardizovaných podmínek. Všichni psi měli doložený původ (průkazem původu). Majitel pustil psa na zahradu, ke které jsem přicházela, následně jsem se zastavila ve zhruba metrové vzdálenosti od plotu a přístrojem Olympus LS-P4 nastaveným na smplovací frekvenci 48 kHz (16 bit) jsem pořizovala nahrávky štěkání psů (z druhé strany plotu), kteří hájili své teritorium. Takto byl nahrán štěkot 36 jednotlivých psů pěti zkoumaných plemen.

5.3 Akustická analýza

V programu Avisoft SASLab Lite byly původní 48 kHz stereo nahrávky převedeny na jednokanálové s frekvencí 22,05 kHz. V programu Raven Pro 1.6 byly vybrány spektrogramy 383 vyhovujících štěků (s minimem ruchu okolí, bez prolínání se s dalšími zvuky, odpovídající intenzity, v rozmezí 5–15 štěků od každého jedince) od 33 psů ze 36 nahrávaných (u tří psů se nepodařilo zajistit odpovídající kvalitu nahrávek –

příliš hlasité nahrávky, déšť, hluk z dálnice, kosí zpěv, nedostatečný počet štěků). Dále proběhlo programem Raven Pro (verze 1.6.1.) změření veškerých dostupných akustických parametrů (viz. tabulka č.1 v příloze) pomocí automatické procedury. Data byla roztríděna v programu MS Excel.

5.4 Statistická analýza

Ze získaných dat bylo pro statistickou analýzu použito dvacet akustických parametrů: Agg Entropy (agregovaná entropie), Avg Entropy (průměrná entropie), Center Frequency (středová frekvence), Center Time Rel. (střední relativní čas), Duration (délka signálu), Duration 50 % (50% délky signálu), Duration 90 % (90% délky signálu), Frequency 5 % (5% frekvence), Frequency 25 % (25% frekvence), Frequency 75 % (75% frekvence), Frequency 95 % (95% frekvence), Max Entropy (maximální entropie), Min Entropy (minimální entropie), Max Frequency (maximální frekvence), Peak Freq (frekvenční vrchol), Peak Time Rel. (relativní vrchol v čase), Time 5 % Rel. (5 % relativní čas), Time 25 % Rel.(25 % relativní čas), Time 75 % Rel. (75 % relativní čas), Time 95 % Rel. (95 % relativní čas), podrobný popis parametrů viz.příloha (tabulka č. 1). Pro určení rozhodujících parametrů provázejících rozdíly ve štěkotu zkoumaných plemen psů byla použita mnohorozměrná diskriminační funkční analýza (DFA) v programu IBM SPSS (verze 28.0.0.0.(190) s využitím metody „Leave one out“ pro validaci diskriminačních výsledků. Proměnné používané v analýze byly nejprve tímto programem přes Z – skóre standardizovány a převedeny na stejné měřítko.

Jednorozměrné testy byly provedeny v programu STATISTICA PRO (verze 14.0.0.15). Byly zjišťovány korelace mezi jednotlivými akustickými parametry a velikostí (vyjádřenou kohoutkovou výškou a hmotností), stářím a pohlavím jednotlivých plemen psů, pomocí testu One-way ANOVA byly dále hodnoceny rozdíly mezi pohlavími.

6. VÝSLEDKY

Z akustických nahrávek štěkotu psů zkoumaných plemen bylo vybráno vyhovujících 383 štěků od 33 psů, z toho 16 psů a 17 fen, ve věku od jednoho roku do dvanácti let, s hmotnostmi v rozmezí od 6 do 40 kg a výškou v kohoutku v rozmezí od 25 do 65 cm, a tyto nahrávky byly podrobeny dalším analýzám.

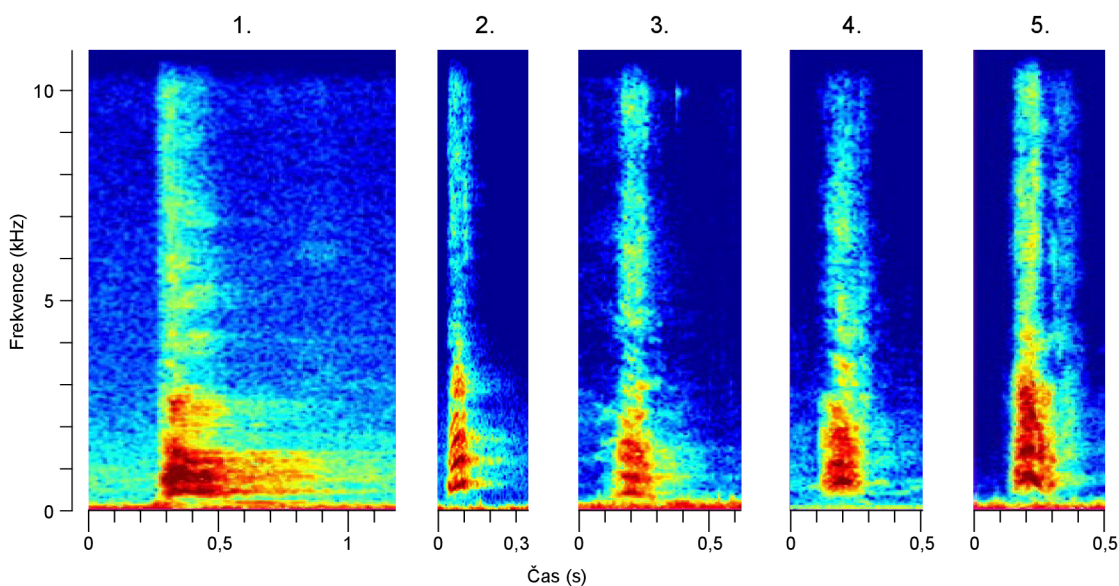
Tabulka č. 1: Přehled psů a jejich charakteristik vstupujících do analýz

Plemeno	Počet jedinců	Psi	Feny	Hmotnost (kg)	VK (cm)	Věk (roky)
Boxer	6	4	2	28 (22–35)	58 (48–65)	4 (1–8)
Welsh Corgi	6	1	5	11 (9–13)	27 (25–29)	6 (1–12)
Aljašský malamut	6	4	2	37 (32–40)	60 (56–63)	5 (3–8)
Knírač	6	3	3	8 (6–9)	37 (31–35)	5 (2–10)
Pudl	9	4	5	10 (7–13)	39 (37–44)	9 (1–12)
Celkem	33	16	17	19 (6–40)	38 (25–65)	6 (1–12)

Hmotnost (kg) – průměrná hmotnost psů vyjádřená v kg, interval, v kterém se hmotnost pohybovala; VK (cm) – kohoutková výška vyjádřená v cm, interval, v kterém se kohoutková výška pohybovala; Věk (roky) – průměrný věk, a věkový interval zkoumaných psů.

6.1 Kvantifikace akustické struktury

V programu Avisoft SAS Lab upravené nahrávky byly dále zpracovány v programu Raven Pro 1.6. Spektrogramy byly vytvořeny použitím následujících parametrů: Typ: Hann, DFT 512, Overlap 50 %, Hop Size 256, Frequency Bandwidth 61,9 Hz.



Obrázek č. 2: Ukázky spektrogramů jednotlivých plemen

Ukázky spektrogramů jednotlivých štěků zástupců zkoumaných plemen. 1. boxer, 2. Welsh Corgi, 3. knírač, 4. aljašský malamut, 5. pudl

6.2 Jednorozměrné porovnání akustických parametrů

Analýzy byly prováděny s dvaceti akustickými parametry: Agg Entropy, Avg Entropy, Center Frequency, Center Time Rel., Duration, Duration 50 %, Duration 90 %, Frequency 5 %, Frequency 25 %, Frequency 75 %, Frequency 95 %, Max Entropy, Max frequency, Min Entropy, Peak Frequency, Peak Time Rel., Time 5 % Rel., Time 25 % Rel., Time 75 % Rel., Time 95 % Rel. (popis parametrů viz. tabulka č.1 v příloze).

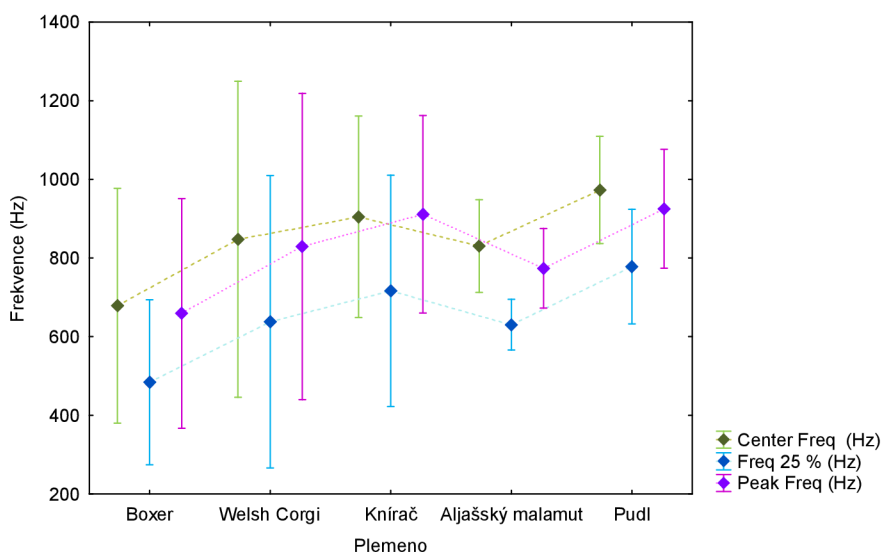
6.2.1 Frekvenční parametry

Zřejmý byl trend u frekvenčních parametrů, kdy nižších hodnot dosahoval boxer a nejvyšších pudl (viz. tabulka č. 2). Nejvyšší rozpětí hodnot vykazovalo plemeno Welsh Corgi, naopak aljašský malamut vykazoval nejnižší rozpětí hodnot (viz. obrázek č. 3).

Tabulka č. 2: Frekvenční parametry štěkotu jednotlivých plemen

	Peak Freq (Hz)	Center Freq (Hz)	Freq 25 % (Hz)
Boxer	659,01 (545,44–772,73)	678,56 (562,32–794,79)	484,12 (402,49–565,77)
Welsh Corgi	829,17 (677,65–980,68)	847,59 (691,29–1003,89)	638,02 (493,35–782,69)
Knírač	911,07 (813,38–1008,86)	904,97 (805,31–1004,62)	716,22 (601,86–830,59)
Aljašský malamut	773,84 (734,49–813,18)	830,41 (784,62–876,20)	630,38 (605,28–655,49)
Pudl	925,229 (859,57–990,89)	972,914 (913,78–1032,05)	777,93 (714,71–841,15)

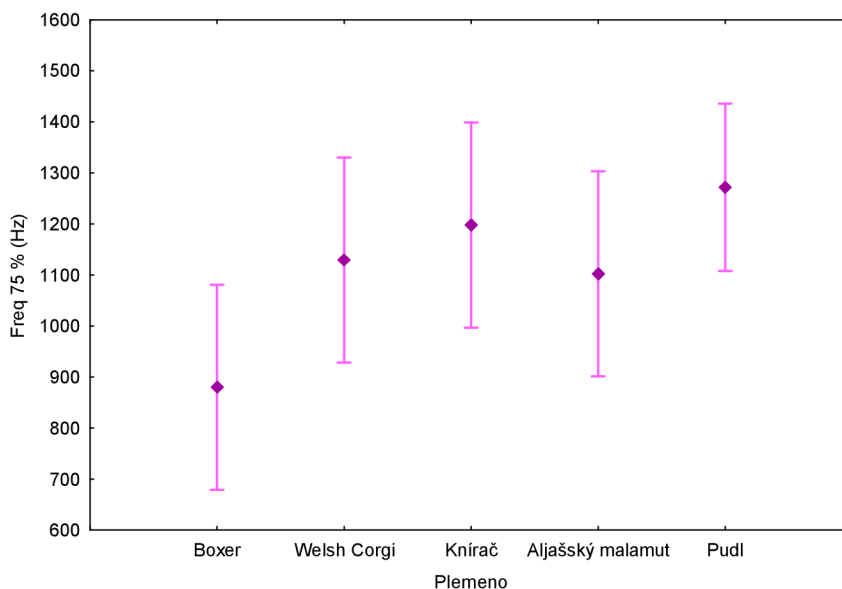
Tabulka ukazuje hodnoty akustických parametrů Peak Freq (Hz) – maximální frekvence (Hz), Center Freq (Hz) – střed frekvence a Freq 25 % – frekvence v prvním kvartilu (Hz) pro jednotlivá plemena: průměr (průměr ± směrodatná odchylka)



Obrázek č. 3: Graf frekvenčních parametrů pro jednotlivá plemena

Parametr Center Frequency (Hz) – zelená barva, Frequency 25 % (Hz) – modrá, Peak Frequency (Hz) – fialová; kosočtvercové body v grafu označují průměrné hodnoty daného parametru a úsečky představují jeho rozmezí v 95 % intervalu spolehlivosti. Spojnice mezi body mají pouze zpráhlednit grafické zobrazení.

Z frekvenčních parametrů se k hranici signifikance $p < 0,05$ (One-way ANOVA test) nejvíce blížil akustický parametr Frequency 75 %; $p = 0,061$, $F(4, 28) = 2,548$ (viz. tabulka č. 3). Boxer dosahoval nejnižších hodnot: 879,92 Hz (784,01–980,03 Hz), zatímco pudl nejvyšších: 1271,79 Hz (1192,68–1349,80 Hz).



Obrázek č. 4: Graf Frequency 75 % pro jednotlivá plemena

Graf znázorňuje hodnoty akustického parametru Frequency 75 % (Hz) pro jednotlivá plemena, kosočtvercové body v grafu označují průměrné hodnoty daného parametru a úsečky představují jeho rozmezí v 95 % intervalu spolehlivosti.

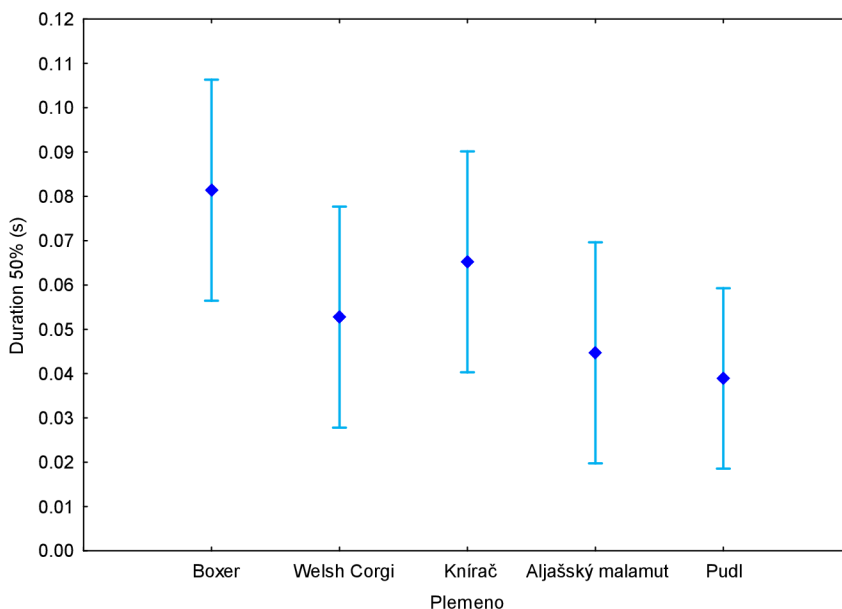
Tabulka č. 3: Rozdíly mezi plemeny a Freq 75 % (Hz) – průměr a průměr ± SD

	Freq 75 % (Hz) průměr	Průměr + SD	Průměr - SD
Boxer	879,92	980,03	784,01
Welsh Corgi	1129,44	1226,03	1030,34
Knírač	1197,83	1296,45	1100,75
Aljašský malamut	1102,35	1199,44	1003,74
Pudl	1271,79	1349,80	1192,68

Hodnoty parametru Frequency 75 % pro jednotlivá plemena: průměr, průměr ± směrodatná odchylka

6.2.2 Časové parametry

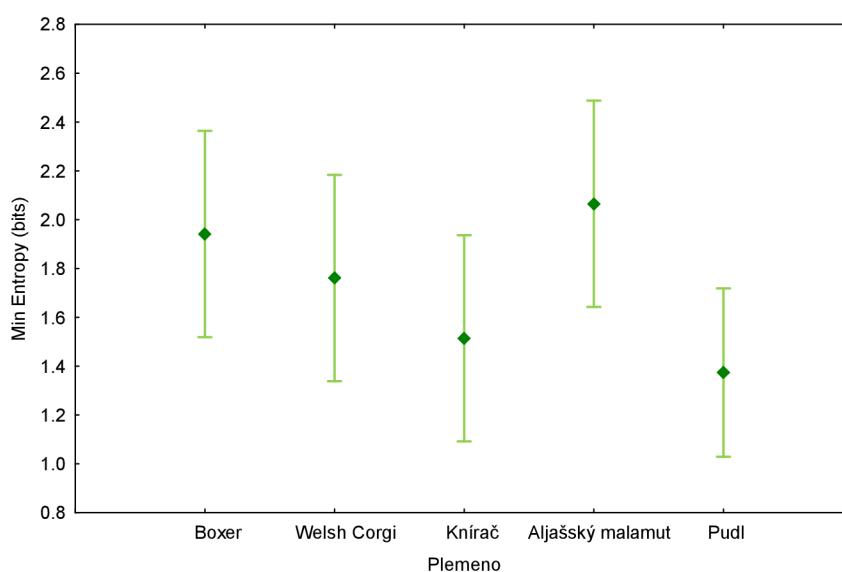
Porovnávala jsem délku štěkání zkoumaných plemen v rámci parametru Duration 50 % (s). Nejdelší hlas byl změřen u boxera = 0,08 s (0,06–0,11 s), nejkratší u pudla = 0,039 s (0,02–0,06 s). Ověření One-way ANOVA testem nepotvrdilo signifikantní rozdíl: $p = 0,0956$, $F(4,28) = 2,1935$.



Obrázek č. 5: Graf časového parametru Duration 50 % pro zkoumaná plemena

Graf znázorňuje hodnoty akustického parametru Duration 50 % (Hz) pro zkoumaná plemena, kosočtvercové body v grafu označují průměrné hodnoty daného parametru a úsečky představují jeho rozmezí v 95% intervalu spolehlivosti.

Míra minimální entropie v hlasovém projevu – Min. Entropy (bits) dosahovala hodnot od 1,37 bitů (1,03–1,71 bitů) u plemene pudl až do 2,06 bitů (1,64–2,48 bitů) u plemene aljašský malamut. Testování metodou One-way ANOVA neprokázalo signifikantní rozdíl: $p = 0,085$, $F(4,28) = 2,289$.



Obrázek č. 6: Míra minimální entropie v hlasovém projevu zkoumaných plemen

Graf znázorňuje hodnoty akustického parametru Min Entropy (bits) pro zkoumaná plemena, kosočtvercové body v grafu označují průměrné hodnoty daného parametru a úsečky představují jeho rozmezí v 95% intervalu spolehlivosti.

6.3 Výsledky mnohorozměrného testu DFA

Rozdíly v akustické struktuře štěkání zkoumaných plemen psů byly hodnoceny mnohorozměrnou diskriminační analýzou (DFA). Do analýzy vstoupilo 383 jednotlivých štěků pěti plemen psů. Do diskriminační analýzy vstoupilo dvacet proměnných (akustických parametrů), z nichž automatická selekční procedura DFA vyřadila proměnné s nízkou variabilitou. Výsledný model zahrnul šestnáct proměnných (viz. tabulka č. 4).

Tabulka č. 4: Korelace akustických parametrů s diskriminačními funkcemi výsledného DFA modelu

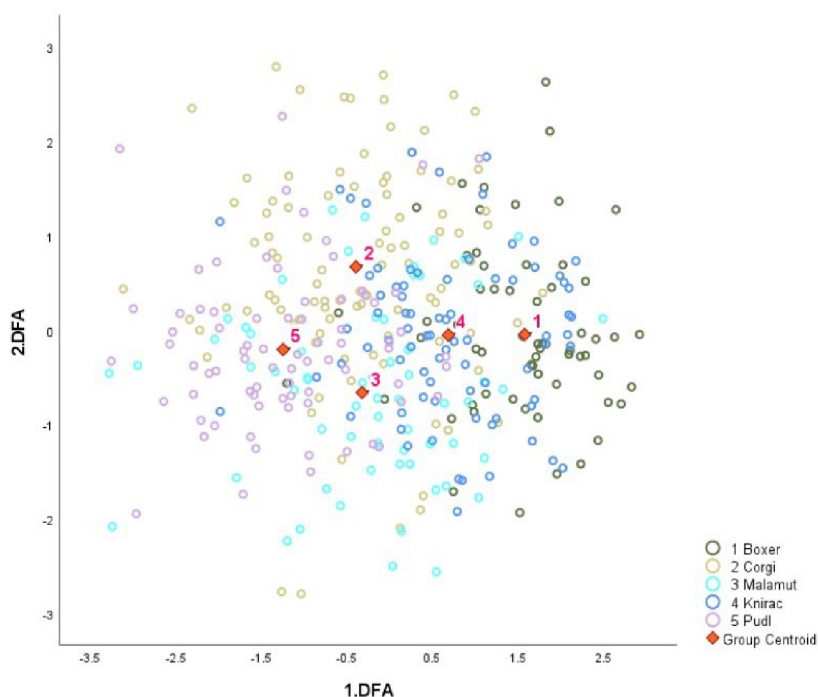
Funkce	1.	2.	3.	4.
Akustický Parametr				
Peak Freq (Hz)	0,424	0,104	0,052	0,117
Freq 75 % (Hz)	0,422	0,056	0,238	0,019
Freq 25 % (Hz)	0,413	0,092	0,165	0,259
Time 5 % Rel.	0,234	0,213	0,166	0,056
Time 75 % Rel.	0,017	0,327	0,269	0,322
Time 25 % Rel.	0,182	0,321	0,013	0,113
Max Entropy (bits)	0,042	0,466	0,447	0,090
Avg Entropy (bits)	0,277	0,229	0,486	0,192
Freq 5 % (Hz)	0,162	0,026	0,485	0,108
Freq 95 % (Hz)	0,259	0,236	0,481	0,039
Min Entropy (bits)	0,282	0,179	0,372	0,132
Dur 50 % (s)	0,197	0,051	0,433	0,681
Dur 90 % (s)	0,226	0,176	0,556	0,691
Delta Time (s)	0,045	0,412	0,126	0,519
Peak Time Relative	0,052	0,389	0,144	0,422
Agg Entropy (bits)	0,009	0,098	0,024	0,214

Žlutou barvou jsou označeny parametry vstupující do příslušné analýzy a míra jejich korelace.

První diskriminační funkce se podílela 70,1 % na variabilitě, druhá diskriminační funkce 15,6 %, první a druhá diskriminační funkce dohromady objasnily 85,7 % variability (viz. tabulka č. 5 v příloze).

Pro první diskriminační funkci to byla především Freq 75 % (Hz) a Freq 25 % (Hz), pro druhou diskriminační funkci Max Entropy (bits). První diskriminační funkce odlišila plemeno boxer od knírače a ty pak od aljašského malamuta a Welsh Corgiho, a dále pak pudla, druhá diskriminační funkce odlišila plemeno Welsh Corgi od knírače, boxera a pudla, a dále pak aljašského malamuta.

Analýza ukázala, že s 58,9 % pravděpodobností lze jakýkoliv náhodně vybraný štěk správně přiřadit danému jedinci (53,9 % pravděpodobností pomocí validované DFA), v porovnání s 20 % přiřazením dle náhody.



Obrázek č. 7: Graf rozptylu štěkání psích plemen v prostoru 1. a 2. DFA funkce

Graf znázorňuje rozptyl štěkání jednotlivých plemen v prostoru první a druhé diskriminační funkce, červené kosočtvercové body v grafu označují střed shluku pro dané plemeno, čísla označují jednotlivá plemena: 1.boxer, 2.Welsh Corgi, 3.aljašský malamut, 4.knírač, 5.pudl

Nejvyšší míra správného přiřazení štěků k danému plemeni 73,4 % (resp. 67,2 % dle validované DFA) byla zjištěna u plemene boxer, přičemž jeho záměna byla nejčastější s kníračem (15,6 % resp. 18,8 %). Nejnižší pravděpodobnost správného přiřazení vykazovalo plemeno aljašský malamut (35,9 % resp. 28,1 %). Nejčastější záměna u něj byla možná za plemeno pudl (21,9 % resp. 23,4 %), oproti tomu pudl byl správně přiřazen v 65,4 % (resp. 62,8 %) a mohl být nejsnáze zaměněn za Welsh Corgiho (20,5 %), stejně i Welsh Corgi vykazuje nejvyšší možnost záměny za pudla (21,4 % resp. 22,4 %) a jeho správné určení se podařilo v 55,1 % (resp. 53,1 %). Vysoká pravděpodobnost záměny za plemeno Welsh Corgi (17,5 % resp. 21,3 %) se ukázala i u knírače, jehož správné určení dosáhlo 63,8 % (resp. 56,3 % validované DFA (viz. tabulka č. 4).

Tabulka č. 5: Úspěšnost správné klasifikace na základě DFA (v procentech)

KONVENČNÍ DFA	boxer	Welsh Corgi	aljašský malamut	knírač	pudl
boxer	73,4	4,7	3,1	15,6	3,1
Welsh Corgi	4,1	55,1	9,2	10,2	21,4
aljašský malamut	7,8	17,2	35,9	17,2	21,9
knírač	7,5	17,5	3,8	63,8	7,5
pudl	0	20,5	6,4	7,7	65,4
VALIDOVANÁ DFA					
boxer	67,2	7,8	3,1	18,8	3,1
Welsh Corgi	5,1	53,1	9,2	10,2	22,4
aljašský malamut	7,8	20,3	28,1	20,3	23,4
knírač	11,3	21,3	3,8	56,3	7,5
pudl	0	20,5	9,0	7,7	62,8

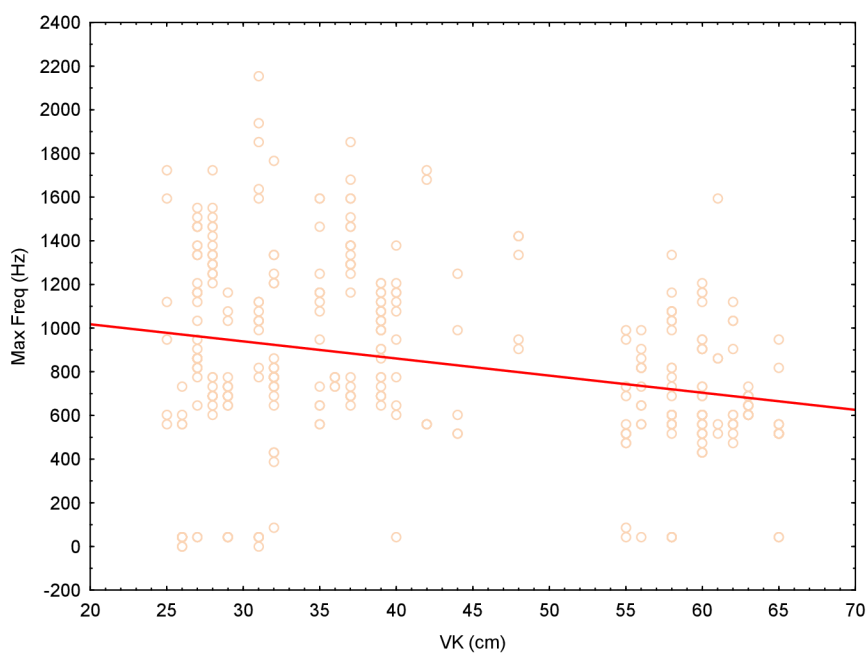
Barevná diagonála v horní části tabulky značí správné přiřazení (%) šteků k danému plemeni dle originální DFA, barevná diagonála ve spodní části tabulky značí správné přiřazení (%) dle validované DFA, zbývající hodnoty na řádku znázorňují záměnu s ostatními plemeny (%). Například boxer byl správně určen v 73,4 % konvenční DFA a v 67,2 % validovanou DFA, jeho nejčastější záměna byla s kníračem, a to v 15,6 % konvenční DFA a v 18,8 % validovanou DFA.

6.4 Korelace akustických parametrů s kohoutkovou výškou, hmotností, věkem a pohlavím zkoumaných plemen psů

Následující testování bylo zaměřeno na vliv morfologických proměnných na vokální projev.

6.4.1 Korelace s kohoutkovou výškou

Ukázalo se, že s narůstající výškou v kohoutku se snižovala maximální frekvence Max Freq (Hz): $r = -0,27$; $p < 0,05$.

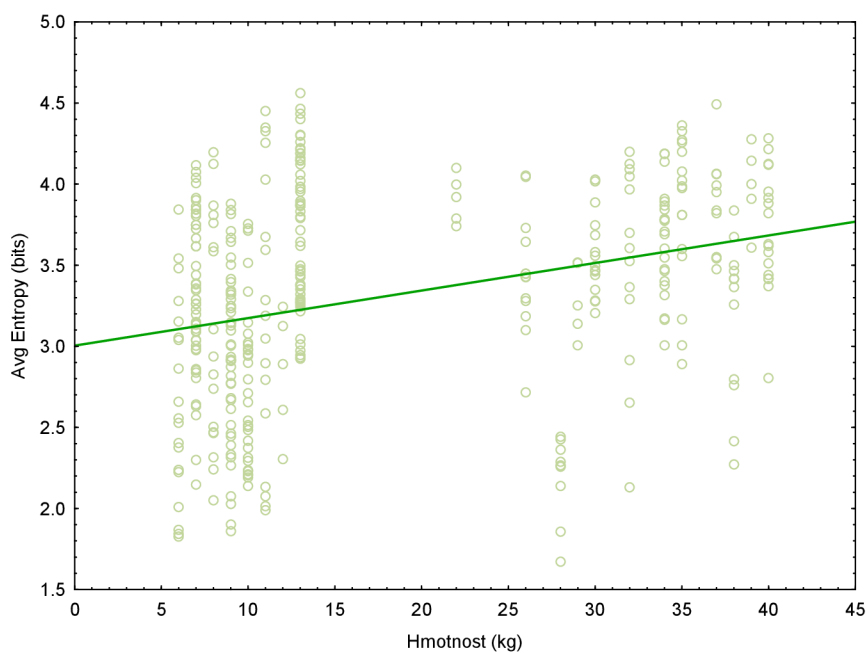


Obrázek č. 8: Závislost maximální frekvence (Hz) na kohoutkové výšce (cm)

VK – kohoutková výška (cm), Max Freq (Hz) – maximální frekvence (Hz)

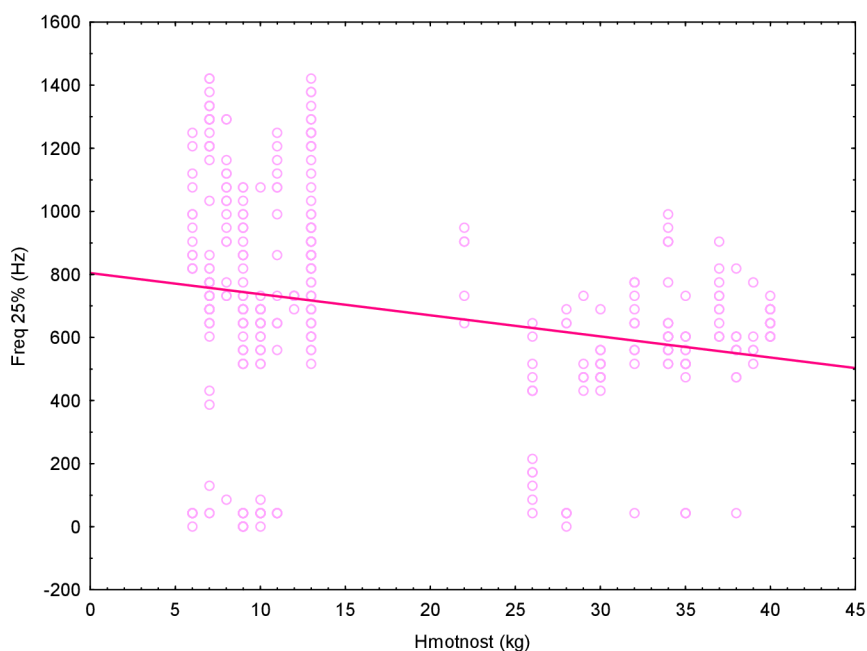
6.4.2 Korelace s hmotností

Hmotnost psů nejvíce korelovala s průměrnou entropií Avg Entropy (bits), která se s hmotností zvyšovala ($r = 0,32$; $p < 0,05$).



Obrázek č. 9: Graf korelace hmotnosti s průměrnou entropií Avg Entropy (bits)

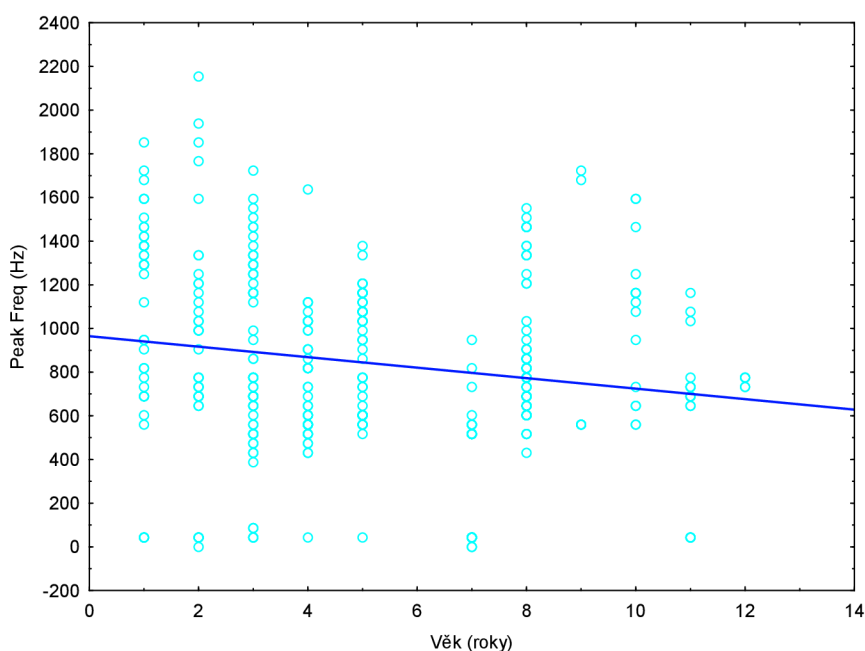
S hmotností záporně koreloval frekvenční parametr Freq 25 % ($r = -0,24$; $p < 0,05$).



Obrázek č. 10: Graf korelace hmotnosti s Freq 25 % (Hz)

6.4.3 Korelace s věkem

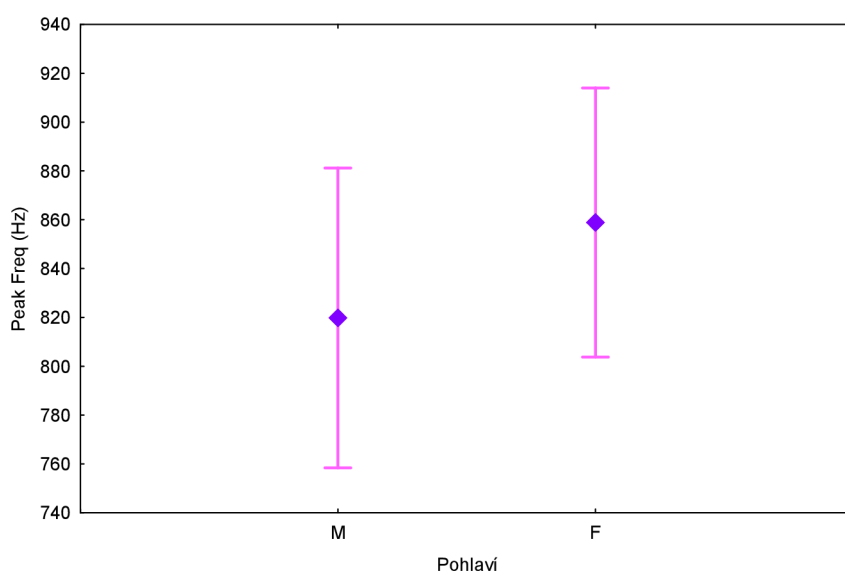
S věkem se snižovaly frekvenční parametry, nejvýrazněji klesal frekvenční vrchol Peak Freq (Hz) s rostoucím věkem ($r = -0,17$; $p < 0,05$).



Obrázek č. 11: Graf korelace věku s frekvenčním vrcholem Peak Freq (Hz)

6.4.4 Rozdíly mezi pohlavími

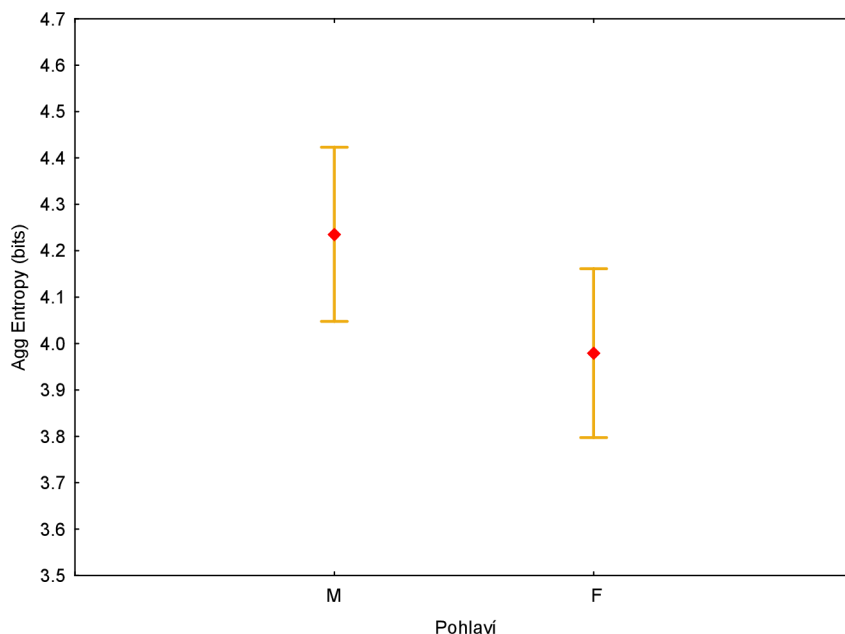
Rozdíly mezi pohlavími jsem testovala pomocí testu One-way ANOVA. Trend se ukázal ve frekvenčních parametrech, kdy testované fenky vykazovaly výše postavený vrchol frekvence Peak Freq = 858,89 Hz (758,15–880,09) oproti testovaným psům = 819,77 Hz (804,57–913,01). Rozdíl mezi pohlavími a frekvenčním vrcholem (Peak Frequency) nebyl signifikantní: $p = 0,319$; $F(1,31) = 0,053$



Obrázek č.12: Graf rozdílů mezi psy a fenami a parametru Peak Freq (Hz)

Graf zobrazuje frekvenční vrchol Peak Frequency pro psy a fenky – body zobrazují průměr pro dané pohlaví, úsečky ukazují rozpětí 95% intervalu spolehlivosti. M značí psy, F značí fenky.

K hranici signifikance ($p = 0,054$; $F(1,31) = 3,993$) se přiblížilo porovnání agregované entropie Agg. Entropy (bits) mezi pohlavími. Psi dosahovali hodnoty měli větší míru agregované entropie v hlasovém projevu 4,24 bitů (4,05–4,42), oproti fenám s tonálnějšími hlasy, kde dosahovala agregovaná entropie hodnoty 3,98 bitů (3,79–4,16).

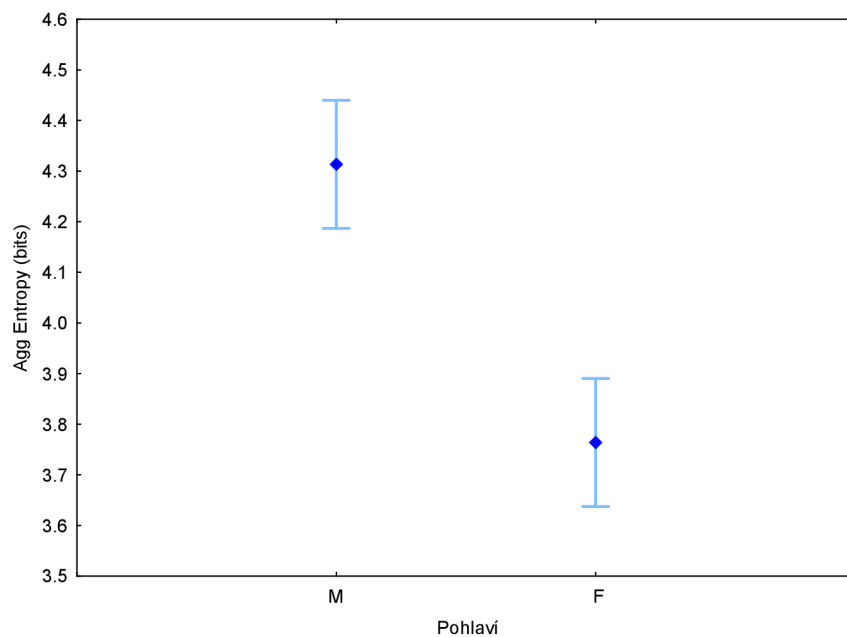


Obrázek č. 13: Graf rozdílů mezi psy a fenami a parametru Agg Entropy (bits)

Graf zobrazuje agregovanou entropii pro psy a feny – červené body zobrazují průměr pro dané pohlaví, oranžové úsečky ukazují rozpětí 95 % intervalu spolehlivosti. M značí psy, F značí feny.

Následně jsem testovala, zda se rozdíly mezi pohlavími budou lišit na základě nezávislého testování jednotlivého plemene. Vybrala jsem knírače, pro rovnoměrné zastoupení psů a fen. Agg Entropy (bits) dosahovala u psů signifikantně vyšších hodnot oproti fenám: $F(1,4) = 72,803$; $p = 0,001$. Dosažené hodnoty byly u psů 4,31 bitů (4,18–4,44 bitů) a u fen 3,76 bitů (3,64–3,89).

Na obrázku č. 14 je vidět jednoznačný rozdíl mezi pohlavími a mírou agregované entropie.



Obrázek č. 14: Rozdíly mezi psy a fenami knírače a parametru Agg Entropy (bits)

Graf zobrazuje agregovanou entropii pro psy a feny plemene knírač – modré kosočtvercové body zobrazují průměr pro dané pohlaví, úsečky ukazují rozpětí 95 % intervalu spolehlivosti. M značí psy, F značí feny.

7. DISKUSE

Cílem této práce bylo pomocí kvantifikace akustické struktury štěkotu vybraných plemen psů porovnat variabilitu a souvislost mezi vokálním projevem a jejich plemennou příslušností. Štěkot psů je jedním z domestikčních znaků, štěkání bylo pro komunikaci s člověkem výhodou, oproti tomu vlci při lovu spolupracují v tichosti (Gogoleva et al., 2011). Hlasové projevy psů jsou velmi rozmanité a čítají hluboké tóny od vrčení až po vysoké tóny kníknutí (Yin, 2002). Vzhledem k tomu, že se štěkot psů liší v závislosti na situaci a podnětu na který štěkají, byl pro tuto bakalářskou práci vybrán štěkot různých plemen ve stejném kontextu, štěkot teritoriální, iniciovaný přítomností cizího člověka. Zkoumaná plemena psů (německý boxer, irský vlkodav – nahrazený plemenem ze stejného klastru Welsh Corgi, knírač, pudl, aljašský malamut) pocházejí z různých genetických klastrů určených analýzou příbuznosti dnešních plemen psů podle Parker (2012).

Ukázalo se, že mnohorozměrnou funkční analýzou je možné přiřadit 54 % štěků (validovaným testem) ke správnému jedinci v porovnání s 20 % kategorizací dle náhody. Plemeno boxer bylo správně určeno dokonce v 67 %, vysoká přesnost rozpoznání jeho hlasu od ostatních zkoumaných psů může být daná specifickou morfologií jeho hlavy, zkráceným čenichem a horní čelistí, širokým kulatým čelem, a s tím souvisejícím tvarem lebečních dutin, za přispění jeho vzdálenějšího genetického původu (Parker et al., 2004). Záměna boxera byla možná v 19 % s kníračem. Ačkoliv patří v této studii boxer a aljašský malamut mezi dvě největší plemena, navíc je aljašský malamut plemeno prastaré a jeho geny se propisují do většiny moderních plemen (Parker, 2012), procento jejich záměny bylo minimální. Vokální projev aljašského malamuta byl nejméně charakteristický, jeho správné určení bylo jen v 28 %. Plemena pudl a Welsh Corgi se vzájemně jedno za druhé nejvíce zaměňovala, což ovšem neodpovídá jejich genetické příbuznosti dle Parker, spíše to vysvětluje jejich podobné hmotnostní rozmezí (Riede et Fitch, 1999).

Akustické parametry rozhodující pro odlišení jednotlivých plemen byly především Freq 75 % (Hz) a Freq 25 % (Hz) pro první diskriminační funkci, která oddělila plemeno boxer od plemene knírač, dále pak plemena Welsh Corgi a aljašský malamut od plemene pudl.

Vokální rezonanci zvukového traktu (tzv. formanty) se zabývali již v roce 1999 Fitch a Riede, kteří zkoumali spojitost mezi tělesnou stavbou, délkou vokálního traktu a vokalizací. Pomocí rentgenových snímků změřili délku zvukového traktu a porovnávali ji u psů různorodých velikostí, od 2,5 kilogramového yorksírského teriéra po 50 kilogramového německého ovčáka, délka hlasového ústrojí korelovala s tělesnou hmotností, dalším porovnáváním formantů vrčení zkoumaných psů potvrdili, že formanty přináší informaci o velikosti a tělesné stavbě psů. Také studie, zkoumající v různých kontextech, nízké, střední a vysoké frekvence kňučení u dvaceti dospělých psů,

s hmotností v rozmezí 3,5 až 70 kg, potvrdila negativní korelaci všech frekvenčních parametrů s tělesnou hmotností (Sibiryakova et al., 2021).

Max Entropy (bits) byla rozhodující pro druhou diskriminační funkci, která odlišila plemeno Welsh Corgi od plemen v pořadí boxer, knírač, pudl a dále plemeno aljašský malamut. Míra entropie v hlasovém projevu je dána jak neuspořádanými vibracemi v hlasovém ústrojí, tak během šíření zvuku turbulencemi procházejícího vzduchu v dutinách (Riede et al., 2001). Stejně, jako formanty, je charakteristická pro daného jedince a odráží specificitu jeho morfologie (Lukovič, 1997).

Dalším cílem bylo zjištění možných korelací akustických parametrů štěkotu s velikostí, vyjádřenou hmotností a kohoutkovou výškou, dále s věkem a pohlavím.

Kohoutková výška psů záporně korelovala s frekvenčními parametry maximální frekvencí (Max Freq) i vrcholem frekvence (Peak Freq). Přičítám to fyzikálním vlastnostem tvorby zvuku, větší rezonanční dutina dá vzniknout větší vlnové délce a tím pádem nižší frekvenci, tento výsledek se shoduje s předchozím výzkumem, který ukazuje, že větší psi disponují hlubšími hlasy, což je dáno morfologicky stavbou hlasového traktu (Riede et Fitch, 1999).

Hmotnost psů nejvíce korelovala s průměrnou entropií (Avg Ent), kdy s hmotností narůstala i míra neuspořádanosti a chaosu v hlasovém projevu. Dalo by se předpokládat, že s větší hmotností se zvyšuje i množství tělesné masy, která se rozechvěje a kterou by bylo příliš energeticky náročné až nemožné přivést k pravidelnému chvění (Levitin, 2019). Míra entropie v hlasovém projevu souvisí také s celkovou kondicí a věkem (Molnár et al., 2008). Z frekvenčních parametrů s hmotností psů nejvíce korelovala Freq 25 %, která se s rostoucí hmotností snižovala. Hmotnost psů silně koreluje s jejich kohoutkovou výškou, a dohromady vyjadřují velikost daného psa, odpovídá také tento výsledek předchozím studiím (Riede et Fitch, 1999; Riede et al., 2001; Sibiryakova et al., 2001).

Věk zkoumaných psů nejvíce koreloval s maximální frekvencí a jejím vrcholem, kdy se s přibývajícím věkem frekvenční vrchol snižoval. Rozsáhlý výzkum provedený na psech, kočkách, prasatech a ovčích během různých situací (radost, strach, snaha získat potravu) prokázal, že stejně jako u člověka, závisí výška hlasu na konkrétní situaci, ale obecně s věkem klesá (Riley et al., 2016).

Signifikantní rozdíly ve štěkání mezi pohlavími byly zjištěny u agregované entropie, kdy psi dosahovali vyšších hodnot oproti fenám. Nabízí se zde možná souvislost s velikostí hlasového traktu, která je ovlivněna během dospívání tvorbou testosteronu, kdy i rozeznit delší hlasivky je energeticky náročnější a je těžší čistý tón udržet (Valentova et al., 2019). Rozdíly ve frekvenčních parametrech nenabývaly významných hodnot, ale vykazovaly jistý trend, především ve vrcholu frekvence, kdy feny disponovaly vyššími hlasy, mohou tak lépe komunikovat se štěňaty, jak z hlediska štěněcí percepcie zvuku, kdy menší hlava potřebuje vyšší frekvence pro směrové určení přicházejícího zvuku (Heffner, 1983), tak z emocionálního hlediska, kdy štěňata velmi

8. ZÁVĚR

Zkoumání hlasové komunikace psů přináší mnoho zajímavých poznatků. Po počátečních nesnázích se sběrem dat bylo psaní bakalářské práce, provádění analýz, grafických zobrazení a interpretace výsledků napínavé a stalo se mi velkou radostí. Touto prací bylo potvrzeno, že pomocí akustických analýz můžeme s velkou pravděpodobností určit daného jedince i jeho plemennou příslušnost.

Vokální projev zkoumaných plemen psů získaný za stejných podmínek se od sebe natolik liší, že jsme schopni jej v téměř šedesáti procentech přiřadit ke správnému jedinci. Nebylo potvrzeno, že by se záměna za ostatní zkoumaná plemena odvíjela především od jejich vzájemné příbuznosti. Nejpřesněji bylo možno určit plemeno boxer, které má specifickou stavbu hlavy. Plemeno aljašský malamut se určovalo nejhůře, což příkládám jeho prastarému původu a propisem jeho genů do moderních plemen. Zajímavé je, že i přes značný velikostní a hmotnostní rozdíl se nejvíce zaměňovalo s plemenem pudl. Kromě boxera se všechna plemena snáze zaměňovala za plemeno Welsh Corgi. Další výzkum zaměřený na korelaci akustických parametrů s velikostí, věkem a pohlavím ukázal, že s velikostí vyjádřenou kohoutkovou výškou se zvyšuje míra entropie ve vokálním projevu. Výsledná frekvence se průchodem vokálním traktem snižuje s narůstající hmotností. S přibývajícím věkem se ztrácí nejvyšší tóny a hlas se snižuje. Rozdíly ve vokalizaci dle pohlaví se projevovaly v míře chaosu, feny disponovaly harmoničtějšími hlasy. Také ve frekvenčních parametrech se ukázal trend, kdy feny dávaly největší množství energie do vyšších frekvencí, disponovaly vyššími hlasy v porovnání se psy.

Vokalizace psů je široké a zajímavé téma, z hlediska divergence mezi plemeny, bych doporučila srovnání plemen s podobnou specifickou morfologií (např. plemen mops, boxer, boston terier,..). Přínosné by mohlo být, po určitém čase nahrávky stejných jedinců zopakovat, a prozkoumat tak lépe vliv stárnutí na vývoj vokálního projevu.

Informační zdroje a literatura:

- ADAM, S., W., (2014). *The Domestication Syndrome in Mammals: A Unified Explanation Based on Neural Crest Cell Behaviour and Genetics*. 197(3): 795–808. 2014.
- BELYAEV, D. K., (1974). *Domestication, plant and animal*, pp. 936–942 in Encyclopaedia Britannica, Ed. 15, edited by Benton H. H., editor. Encyclopedia Britannica–Helen Hemingway Benton Publishing, Chicago.
- BELYAEV, D., K., Ruvinsky A. O., Trut L. N., (1981). *Inherited activation – inactivation of the star gene in foxes: its bearing on the problem of domestication*. J. Hered. 72: 267–274.
- BLEICHER, N., (1963). *Physical and Behavioral analysis of dog vocalisation*. Am J Vet Res. 24, 415–427
- BOTIGUÉ, L., R. et al., (2017). *Ancient European dog genomes reveal continuity since the Early Neolithic*. Nature Commun. 8, 16082 do: 10.1038/ncomms16082.
- BRISBIN, I. L. Jr., (1997). *Primitive dogs, their ecology and behavior: Unique opportunities to study the early development of the human–canine bond*. Journal American Veterinary Medical Association 210(8): 1122–1126.
- BROWN, C., (2016). *Origin and History of the Giant Schnauzer* [online]. Giant Schnauzer Club of America [cit. 2016–08–01].
- CASE, L.P., (1999). *The Dog. Its Behavior, Nutrition, and Health*. Iowa State University Press, Ames, Iowa.
- CLUTTON–BROCK, J., (1977). *Man–made dogs*. Science 197:1340–1342.
- COHEN, J., A., (1976). Fox MW. *Vocalizations in wild canids and possible effects of domestication*. Behavioural Processes. 1976;1(1):77–92.
- COPPINGER, R. et al., (1987). *Degree of behavioral neoteny differentiates canid polymorphs*. Ethology. 75: 89–108
- CROCKFORD, S. J., (2006). *Rhythms of Life: Thyroid Hormone & the Origin of Species: a 21st Century Way of Thinking about Domestication, Evolution & Human Health that Goes...* Trafford Publishing
- DARWIN, C. R., (1868). *The Variation of Animals and Plants under Domestication*. John Murray, 1. vyd. London.
- DIAMOND, J. Guns, (2017). *Germs, and Steel: The Fates of Human Societies*. 2. vyd. New York.
- DOSTÁL, J., (2007). *Genetika a šlechtění plemen psů*. 1. vyd. České Budějovice: Dona. 261 s.
- DRUZHKOVA, A. S., et al., (2013). *Ancient DNA analysis affirms the canid from Altai as a primitive dog*. PLoS One, 8(3), e57754.

- EBSTEIN, H., MASON, I.L., 1971. *The Origin of the Domestic Animals of Africa*. New York: Africana, 573 s. ISBN 0841900663.
- EVANS, S., Neave, N., Wakelin, D., Hamilton, C., (2008). *The relationship between testosterone and vocal frequencies in human males*. *Physiology & Behavior*, Volume 93, Issues 4–5, Pages 783–788, ISSN 0031–9384, 2008.
- FANT, G., (1960). *Acoustic theory of speech production*. The Hague, the Netherlands: Mouton.
- FANT, G., (1966). *A note on vocal tract size factors and non-uniform F-pattern scalings*. *Speech Transmission Laboratory, Quarterly Progress Status Report*, 4, 22–30.
- FITCH, W. T., Giedd, J., (1999). *Morphology and development of the human vocal tract: A study using magnetic resonance imaging*. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 106, 1511–1522.
- FEDDERSEN–PETERSON, D.U., (2000). *Vocalization of European wolves (Canis lupus lupus L.) and various dog breeds (Canis lupus f. fam.)*. *Archives Animal Breeding* 43, 387–398.
- FEDERATION OF CHILDREN'S BOOK GROUPS, (2010). *Poodle – A Complete Anthology of the Dog*. 1. vyd. Read books, 182 s.
- FOGLE, B., (2005). *Encyklopedie psů*. 5. vyd. Fortuna Print, 312 s.
- FOX, M. W., (1973). *Origin of the dog and effects of domestication*. *American Kennel Club Gazette* 90(7), 33–35.
- FOX, M. W., et., (1975). *The Wild Canids: Their Systematics, Behavioral Ecology and Evolution*. Van Nostrand–Reinhold, Nueva York.
- FRANTZ, L.A.F., et al., (2016). *Genomic and archaeological evidence suggest a dual origin of domestic 27 dogs*. *Science*, 352(6290), 1228–1231.
- FREEDMAN, A.H., Gronau I., Schweizer R.M., Ortega–Del Vecchio D., Han E., et al., (2014). *Genome Sequencing Highlights the Dynamic Early History of Dogs*. *PLoS Genet* 10(1): e1004016
- FREEDMAN, A., Wayne, H., Robert, K., (2017). *Deciphering the Origin of Dogs: From Fossils to Genomes*. *Annual Review of Animal Biosciences*. 5 (1): 281–307.
- GAISLER, J., (1989). *Úvod do etologie*. Státní pedagogické nakladatelství: Praha.
- GERMONPRÉ, M., Lázníčková – Galetová, M., Sablin, M. V., (2012). *Palaeolithic dog skulls at the Gravettian Předmostí site, the Czech Republic*, *Journal of Archaeological Science*, Volume 39, Issue 1, 184–202. ISSN 0305–4403,
- GOGOLEVA, S., Volodin, I., Volodina, E., Kharlamova, A., Trut, L., (2011). *Explosive vocal activity for attracting human attention is related to domestication in silver fox*. *Behavioural processes*. 86. 216–21.
- GRAY, M.M., Sutter, N.B., Ostrander, E.A. (2010). *The IGF1 small dog haplotype is derived from Middle Eastern grey wolves*. *BMC Biol* 8, 16 (2010).

- HANSEN WHEAT, C., Fitzpatrick, J. L., Rogell, B. et al., (2019). *Behavioural correlations of the domestication syndrome are decoupled in modern dog breeds*. Nat Commun 10, 2422.
- HARRINGTON, F. H., Mech, L. D., (1979). *Wolf howling and its role in territory maintenance*. Behaviour. 68, 207–249.
- HEFFNER, H., (1983). *Hearing in large and small dogs: Absolute thresholds and size of the tympanic membrane*. Behav Neurosci. 97. 310–318. 10.1037/0735–7044.97.2.310.
- HOLDT, B. von, Pollinger M., Lohmueller J. P., Han K. E., Parker H.G., Quignon P., et al., (2010). *Genome-wide SNP and haplotype analyses reveal a rich history under-lying dog domestication*. Nature. 464(7290): 898–902.
- JUNG, Ch., Pörtl, D., (2019). *How old are (Pet) Dog Breeds? Pet Behaviour Science*. 29–37. 10.21071/pbs.v 0i7.11494.
- KLINGHAMMER, E., Laidlaw, L., (1979). *Analysis of 23 months of daily howl records in a captive grey wolf pack (Canis lupus)*. in: Klinghammer E(ed): *The Behaviour and Ecology of Wolves*. New York, Gerland STPM Press, 153–181.
- KOLER–MATZNICK, J., (2002). *The Origin of the Dog Revisited*. Anthrozoos: A Multidisciplinary Journal of The Interactions of People & Animals. 15. 98–118. 10.2752/089279302786992595.
- LESCH, R. et al., (2019). *Talking to Dogs: Companion Animal-Directed Speech in a Stress Test*. Animals: an open access journal from MDPI vol. 9,7 417. 4 Jul.
- LEVITIN, D., (2019). *This is your Brain on Music*. Great Britain: Penguin Books. 2nd ed. 306 s.
- LORD, K., A., et al., (2020). *The History of Farm Foxes Undermines the Animal Domestication Syndrome*. Trends in ecology and evolution. Cellpress.
- LORENZ, K., (1954). *Man meets dog*. Methuen, London, 1954.
- LUKOVIČ, M., Snohová, D., Trvalec, H., (1997). *Kriminalistická fonoskopia*, Bratislava: Akadémia PZ SR, 49 s. ISBN 80–8054–022–5
- MANWELL, C., Baker, C. M. A., (1983). *Origin of the dog: from wolf or wild Canis familiaris?* Speculations in Science and Technology 6 (3): 213–224.
- MAROS, K., Pongrácz P, Bárdos G, Molnár C, Faragó T, Miklósi Á., (2008). *Dogs can discriminate barks from different situations*. Applied Animal Behaviour Science. 2008; 114(1–2):159–67.
- MARSHALL–PESCHINI, S., Schaebs, F. S., Gaugg, A., Meinert, A., Deschner, T., & Range, F., (2019). *The Role of Oxytocin in the Dog–Owner Relationship*. Animals: an open access journal from MDPI, 9(10), 792.
- MCGREEVY, P., (2005). *Rádce pro milovníky psů*. 1. vyd.[s.l.]: Argo, 437 s. S. 30, 35, 357.

- MIKLÓSI, A., (2015). *Dog Behaviour, Evolution and Cognition*. 2. vyd. Oxford University Press. Oxford. 369 s.
- MOLNÁR, C., Pongrácz, P., Dóka, A., Miklósi, Á., (2006). *Can humans discriminate between dogs on the base of the acoustic parameters of barks?* Behav Processes 73, 76–83.
- MOLNÁR C., Kaplan, F., Roy, P., Pachet, F., Pongracz, P., Doka, A., et al., (2008). *Classification of dog barks: a machine learning approach*. Animal Cognition. 11(3):389–400.
- MOLNÁR, C., Pongrácz, P., Faragó, T., Dóka, A., Miklósi, Á., (2009). *Dogs discriminate between barks: The effect of context and identity of the caller*. Behavioural Processes. 82(2):198–201.
- NAGASAWA, M., et al., (2015). *Oxytocin – gaze positive loop and the coevolution of human–dog bonds*. Science, 348 (6232), pp. 333–336.
- OHL, F., (1996). *Ontogeny of Vocalisations in domestic dogs, breed standard – poodle (Canis lupus familiaris)*. Zool. Beitr. N. F. 37, 199–215.
- PARKER, H.G., (2012). *Genomic analyses of modern dog breeds*. Mammalian Genome. 2012;23(1):19–27.
- PARKER, H.G., Kim, L.V., Sutter, N.B., Carlson, S., Lorentzen, T.D., Malek, T. B., et al., (2004). *Genetic structure of the purebred domestic dog*. Science. 2004;304(5674):1160–4.
- PONGRÁCZ, P., Molnár, Cs., Miklósi, Á., (2006). *Acoustic parameters of dog barks carry emotional information for humans*. Applied Animal Behaviour Science 100, 228–240.
- PONGRÁCZ, P., Molnár, C., Miklósi, Á., (2010). *Barking in family dogs: an ethological approach*. Vet J. 2010 Feb, 183(2):141–7.
- PRICE, E.O., (2002). *Animal Domestication and Behavior*, University of California. CABI Publishing.
- RIEDE, T., Fitch, W. T., (1999). *Vocal tract length and acoustics of vocalization in the domestic dog (Canis familiaris)*. J Exp Biol 15 October 1999; 202 (20): 2859–2867.
- RIEDE, T., Herzel, H., Hammerschmidt, K., Brunnberg, L., Tembrock, G. (2001). *The harmonic-to-noise ratio applied to dog barks*. The Journal of the Acoustical Society of America. 110. 2191–7. 10.1121/1.1398052.
- RILEY J.L., Riley W.D., Carroll L.M., (2016). *Frequency Characteristics in Animal Species Typically Used in Laryngeal Research: An Exploratory Investigation*. Journal of Voice. 2016 Nov; 30(6):767.e17–767.e24.
- ROBOVSKÝ, J., Kovačiková, L., (2012). *První částečně domestikovaní vlci z Altaje*. Vesmír 91, 69, 2012/2.
- SCOTT, J., P., Fuller, J.L., (1965). *Genetics and the Social Behavior of the Dog*. University of Chicago Press, Chicago.

- SIBIRYAKOVA, O.V., Volodin, I.A., Volodina, E.V., (2021). *Polyphony of domestic dog whines and vocal cues to body size*. *Current zoology*, 67(2), 165–176.
- ŠEBKOVÁ, N. et al., (2017). *Kynologie*. 2. vyd. Praha: ČZU, 2008. 157 s. SHI MAN, P. *The invaders*. Belknap press. 288 s.
- THALMANN, O. et al., (2013). *Complete mitochondrial genomes of ancient canids suggest a European origin of domestic dogs*. *Science*, 342(6160), 871–4.
- TRUT, L., (1999). *Early canid domestication: the farm–fox experiment*. *Am. Sci.* 87: 160–168.
- TRUT, L., Oskina I., Kharlamova A., (2009). *Animal evolution during domestication: the domesticated fox as a model*. *Bioessays* 31: 349–360.
- URGOŠÍK, B. (1981): *Fyzika*. Státní nakladatelství technické literatury, Praha.
- VALENTOVÁ, J.V., Tureček, P., Varella, M.A.C., Šebesta P., Mendes F.D.C., Pereira K.J., Kubicová L., Stolařová P., Havlíček J., (2019). *Vocal Parameters of Speech and Singing Covary and Are Related to Vocal Attractiveness, Body Measures, and Sociosexuality*. *Frontiers in Psychology*, vol.10: 2019.1664–1078. 2019.
- VESELOVSKÝ, Z. (2005): *Etologie: biologie chování zvířat*. Academia, Praha.
- VERGINELLI, F., et al., (2005). *Mitochondrial DNA from prehistoric canids highlights relationships between dogs and South–East European wolves*. *Molecular Biology and Evolution*, 22(12), 2541–51.
- WANG, G., et al., (2013). *Signature of Balancing Selection at the MC1R Gene in Kunming Dog Populations*. *PLoS One*, 8(2), e55469.
- WANG, G.–D., et al., (2016). *Out of southern East Asia: the natural history of domestic dogs across the world*. *Cell Research*, 26(1), 21–33.
- WAYNE. R. K. and S. J. O'Brien. (1987). *Allozyme divergence within the Canidae*. *Systematic Zoology* 36: 339–355.
- WAYNE, R. K., Lehman, N., Allard M. W., Honeycutt R., (1991). *Mitochondrial DNA variability of the gray wolf: genetic consequences of population decline and habitat fragmentation*. *Conservation Biology* 6(4): 559–569.
- WILKINS, A., S., et al., (2014). *The “Domestication Syndrome” in Mammals: A Unified Explanation Based on Neural Crest Cell Behavior and Genetics*. *Genetics*. 197: 795–808
- WILSON, E., O., (2000). *Sociobiology – The New Synthesis, Twenty–Fifth Anniversary Edition*. World, Belknap press. 720 s.
- YIN, S., et McCOWANT, B., (2002). *Barking in Domestic Dogs: context specificity and individual identification*.
- YEON S., (2007). *The vocal communication of canines*. *Journal of Veterinary Behavior: Clinical Applications and Research*. 2007;2(4):141–4.
- ZEUNER, F. E., (1963). *A history of domesticated animals*. Harper and Row, NY.

ALASKAN MALAMUT CLUB OF AMERICA (AMCA), 2019: AMCA history (online) [cit. 2019 04. 17.], dostupné z: <http://alaskanmalamute.org/join-amca/amca--history/>

ALASKAN MALAMUT KLUB ČR (AMK ČR), 2019: Standard alaskan malamute (online) [cit. 2019 04. 18.], dostupné z: <http://www.amkcr.eu/en/alaskan-malamute/standard-plemene/>

BOXER KLUB ČR, 2019: Standard (online) [cit. 2019 04. 18.], dostupné z: <http://www.boxerklub.cz/czech/standard.htm>

MORAVSKÉ ZEMSKÉ MUZEUM, 2019: Oddělení aktualit (online) [cit. 2019. 04. 01.], dostupné z: <http://www.mzm.cz/aktuality/pes-pritel-cloveka-nove-vysledky-vy-zkumu-casne-domestikace-psu>

Standard FCI č. 144

Standard FCI č. 172

Standard FCI č. 181

Standard FCI č. 235

Standard FCI č. 243

Přílohy:

Seznam příloh

Tabulka č. 1: Popis akustických parametrů vstupujících do analýz

Tabulka č. 2: Rozdíly mezi plemeny a frekvencemi: Max Freq (Hz), Center Freq (Hz) a Freq 25 % (Hz), průměr (průměr ± směrodatná odchylka)

Tabulka č. 3: One-way ANOVA – parametry (plemena)

Tabulka č. 4: Rozdíly mezi plemeny a Freq 75 % (Hz) – průměr a průměr ± SE (směrodatná odchylka)

Tabulka č. 5: Eigenvalues pro výsledný model DFA

Tabulka č. 6: Wilk's lambda pro výsledný model DFA

Tabulka č. 7: Rozdíly mezi pohlavími

Tabulka č. 8: Rozdíly mezi pohlavími a Peak Freq (Hz) – průměr, median a 75 % případů

Tabulka č. 1: Popis akustických parametrů vstupujících do analýz

Akustický parametr	Jednotky	Popis parametru
Agg Entropy	bits	Celková míra chaosu
Avg Entropy	bits	Průměrná míra chaosu
Center Freq	Hz	Frekvence rozdělující signál do dvou frekvenčních intervalů o stejné energii
Center Time Relative	%	Relativní bod v čase, v kterém je signál rozdělen do dvou časových intervalů o stejné energii
Delta Time=Duration	s	Délka signálu
Dur 50 %	s	Rozdíl mezi 25 % a 75 % časového intervalu
Dur 90 %	s	Rozdíl mezi 95 % a 5 % časového intervalu
Freq 5 %	Hz	Frekvence, která rozděluje signál do dvou frekvenčních intervalů obsahujících 5 % a 95 % energie
Freq 25 %	Hz	Frekvence, která rozděluje signál do dvou frekvenčních intervalů obsahujících 25 % a 75 % energie
Freq 75 %	Hz	Frekvence, která rozděluje signál do dvou frekvenčních intervalů obsahujících 75 % a 25 % energie
Freq 95 %	Hz	Frekvence, která rozděluje signál do dvou frekvenčních intervalů obsahujících 95 % a 5 % energie
Max Entropy	bits	Maximální míra entropie
Max Freq	Hz	Maximální frekvence
Min Entropy	bits	Minimální míra entropie
Peak Freq	Hz	Vrchol frekvence
Peak Time Relative	%	Relativní bod v čase, kde se nachází vrchol frekvence
Time 5 % Relative	%	Relativní bod v čase, který rozděluje signál do dvou intervalů obsahujících 5 % a 95 % energie
Time 25 % Relative	%	Relativní bod v čase, který rozděluje signál do dvou intervalů obsahujících 25 % a 75 % energie
Time 75 % Relative	%	Relativní bod v čase, který rozděluje signál do dvou intervalů obsahujících 75 % a 25 % energie
Time 95 % Relative	%	Relativní bod v čase, který rozděluje signál do dvou intervalů obsahujících 95 % a 5 % energie

Tabulka č. 2: Rozdíly mezi plemeny a frekvencemi: Max Freq (Hz), Center Freq (Hz) a Freq 25 % (Hz), průměr (průměr ± směrodatná odchylka)

	Max Freq (Hz)	Center Freq (Hz)	Freq 25 % (Hz)
Boxer	659,01 (545,44–772,73)	678,56 (562,32–794,79)	484,12 (402,49–565,77)
Welsh Corgi	829,17 (677,65–980,68)	847,59 (691,29–1003,89)	638,02 (493,35–782,69)
Aljašský malamut	911,07 (813,38–1008,86)	904,97 (805,31–1004,62)	716,22 (601,86–830,59)
Knírač	773,84 (734,49–813,18)	830,41 (784,62–876,20)	630,38 (605,28–655,49)
Pudl	925,229 (859,57–990,89)	972,914 (913,78–1032,05)	777,93 (714,71–841,15)

Tabulka č. 3: One – way ANOVA – parametry (plemena)

	p – value	F (4,28)
Peak Frequency (Hz)	0,300	1,284
Frequency 75 % (Hz)	0,061	2,548
Frequency 25 % (Hz)	0,215	1,549
Avg Entropy (bits)	0,154	1,814
Min Entropy (bits)	0,085	2,289
Duration 50 % (s)	0,095	2,194
Delta Time (s)	0,771	0,451
Peak Time Relative (%)	0,438	0,972
Center Time Relative (%)	0,392	1,066

Tabulka č. 4: Rozdíly mezi plemeny a Freq 75 % (Hz) – průměr a průměr ± SE (směrodatná odchylka)

Freq 75 % (Hz)	průměr	Průměr + SE	Průměr – SE
Boxer	879,92	980,03	784,01
Welsh Corgi	1129,44	1226,03	1030,34
Knírač	1197,83	1296,45	1100,75
Aljašský malamut	1102,35	1199,44	1003,74
Pudl	1271,79	1349,80	1192,68

Tabulka č. 5: Eigenvalues pro výsledný model DFA

Funkce	Eigenvalue	% variance	kumulativní %	korelace
1.	0,897	70,1	70,1	0,688
2.	0,200	15,6	85,7	0,408
3.	0,139	10,8	96,5	0,349
4.	0,045	3,5	100,0	0,207

Funkce: 1.=1. DFA, 2.=2. DFA, 3.=3. DFA, 4.=4. DFA, hodnoty Eigenvalue pro jednotlivé funkce, % variance = kolika procenty se daná funkce podílí na výsledku

Tabulka č. 6: Wilk's lambda pro výsledný model DFA

Test funkcí	Wilk' s lambda	Chí kvadrát	df	signifikance
1. a 4.	0,369	374,432	36	<0,001
2. a 4.	0,701	133,712	24	<0,001
3. a 4.	0,841	65,313	14	<0,001
4.	0,957	16,525	6	0,011

Tabulka č. 7: Rozdíly mezi pohlavími

Agg Entropy (bits)	0,054 (0,001)
Avg Entropy (bits)	0,120
Center Freq (Hz)	0,080
Center Time Rel.	0,968
Duration (s)	0,550
Dur 50 % (s)	0,810
Dur 90 % (s)	0,698
Freq 5 % (Hz)	0,486
Freq 25 % (Hz)	0,562
Freq 75 % (Hz)	0,552
Freq 95 % (Hz)	0,473
Max Entropy (bits)	0,249
Max Freq (Hz) = Peak Freq (Hz)	0,319
Peak Time Relative	0,312
Time 5 % Rel.	0,347
Time 25 % Rel.	0,690
Time 75 % Rel.	0,347
Time 95 % Rel.	0,975

Rozdíly mezi pohlavími pomocí testu One – way ANOVA, hodnota v závorce představuje výsledek testu samostatně pro plemeno knírač

Tabulka č. 8: Rozdíly mezi pohlavími a Peak Freq (Hz) – průměr, median a 75 % případů

Peak Freq (Hz)	Průměr (Hz)	Median (Hz)	75 % (Hz)
M – pes	819,77	732,13	1033,59
F – fena	858,89	775,19	1162,79