

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra etologie a zájmových chovů

Centrum pro výzkum chování psů



**Česká zemědělská
univerzita v Praze**

Psi jako prostředek k ochraně biodiverzity

Bakalářská práce

Pavla Böhmová

Kynologie

Ing. Zuzana Čapková, Ph.D.

© 2020 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Psi jako prostředek k ochraně biodiverzity" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 12. 7. 2020

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala své vedoucí práce Ing. Zuzaně Čapkové, Ph.D. za odborné vedení, cenné připomínky a rady během psaní této bakalářské práce a dále rodině za podporu během celého studia

Psi jako prostředek k ochraně biodiverzity

Souhrn

Ochrana biodiverzity je celosvětovým problémem, který má několik témat. Cílem této práce je zmapovat roli a působení psa jako prostředku v ochraně biodiverzity, kdy na tomto poli jsou psi poměrně novým prostředkem. Také byla nastíněna problematika biodiverzity a faktorů, které ji mohou ohrožovat. V návaznosti na hrozby biodiverzity pak bylo vyhodnoceno, kde lze použití psa aplikovat a porovnána se úspěšnost psů v jednotlivých studiích.

Použití psa je v tomto odvětví je vhodné i z důvodu možného nasazení v různých typech prostředí, kde se ukázal účinnějším než technologická řešení pro sběr dat. Z použitých zdrojů také vyplývá, že pes je sice finančně nákladný na výcvik, ale v praxi dokáže pracovat mnohem přesněji a rychleji než člověk.

Z hlediska hrozeb biodiverzity lze psa použít jako velmi účinný prostředek, což ukazuje na širokou variabilitu jeho použití. Vzhledem k širokému spektru prostředí a podmínek ve kterém jsou ochranné studie prováděny, je pes ideálním prostředkem, pokud je správně zvolen jedinec a výcviková metoda.

Z čerpaných zdrojů vyplývá, že kombinace využití psa a technologických řešení je velice efektivní. Technologický sběr vzorků zahrnuje povětšinou statický sběr v jedné konkrétní lokaci, na příkladu lapačů srsti či fotopastí. Pes naopak poskytuje flexibilitu v průzkumu oblastí a mimo vytipovaná území studie.

Tato práce může být přínosem při zakládání a plánování studie, při které je nutný sběr genetického materiálu v proměnlivém prostředí. Na závěr jsou specifikovány metody výcviku dle studií věnujících se jednotlivým tématům v ochraně biodiverzity a faktory ovlivňující správný výběr psa.

Klíčová slova: pes, detekce, biodiverzita, výcvik, ohrožený druh

Dogs as a tools for biodiversity protection

Summary

Biodiversity protection is a global issue with several topics. The focus of this thesis is to explain the role and usage of the dog for biodiversity protection. Dogs are a relatively new tool in protecting biodiversity. The work describes main topics of biodiversity and the factors which are threats to it. As a follow up author tries to find out where the use of the dog can be applied. The thesis also compares the success of dogs in individual studies.

This results in its deployment in various types of environments, where it has proven to be more effective than technological solutions for data collection. The used sources also show that the dog is financially expensive to train, but in practice it can work much more accurately and faster than humans. In terms of threats to biodiversity, the dog can be used as a very effective tool, which indicates the wide variability of its use. Due to the wide range of environments and conditions in which conservation studies are performed, a dog is an ideal tool if the individual and the training method are chosen correctly.

The drawn sources show that the combination of the use of the dog and technological solutions is very effective. Technological sample collection usually involves static collection in one specific location, such as fur traps or photo traps. The dog, on the other hand, provides flexibility in exploring areas and outside selected study areas.

This thesis can be beneficial in setting up and planning a new study that requires the collection of genetic material in a different environments and under different conditions. Finally, the methods of training are specified according to studies dealing with individual topics in the protection of biodiversity and factors influencing the correct choice of dog.

Keywords: dog, detection, biodiversity, training, endangered species

Obsah

1 Úvod	7
2 Cíl práce	8
3 Literární rešerše	9
3.1 Biodiverzita	9
3.1.1 Základní prvky biodiverzity	9
3.1.2 Hrozby biodiverzity	9
3.1.2.1 Invazní druhy	9
3.1.2.2 Pytláctví.....	10
3.1.2.3 Ničení přirozeného prostředí organismů.....	10
3.2 Čichový orgán psa	10
3.2.1 Čich.....	11
3.3 Využití psů k ochraně biodiverzity	12
3.3.1 Ochrana proti invazivním rostlinám	12
3.3.2 Detekce nemocí	12
3.3.2.1 Příklady detekce nemocí u zvířat.....	12
3.3.2.2 Příklady detekce nemocí u rostlin.....	13
3.3.3 Vyhledávání živočišných druhů	13
3.3.3.1 Příklady detekce ohrožených druhů živočichů ve světě	13
3.3.3.2 Příklady detekce ohrožených druhů V ČR	16
3.3.3.3 Příklady ochrany proti invazivním živočišným druhům.....	16
3.3.4 Úspěšnost detekce při vyhledávání zvířat.....	18
3.4 Faktory ovlivňující úspěšnost detekce	22
3.4.1 Výběr plemene a psa.....	22
3.4.2 Psovod.....	23
3.4.3 Povětrnostní podmínky	23
3.5 Postupy výcviku	24
3.5.1 Výcvik pro detekci invazních druhů	24
3.5.2 Výcvik pro detekci živočišných druhů	25
3.5.3 Výcvik pro identifikaci invazních rostlin	25
3.5.4 Výcvik pro detekci nemocí.....	26
3.6 Negativní vlivy psů na volně žijící živočichy	26
3.6.1 Detekční psi	26
3.6.2 Domácí psi	27
4 Závěr	28
5 Literatura	29

1 Úvod

Po celém světě dochází k vymírání vzácných druhů živočichů či rostlin. Využití psů může v kombinaci s dalšími metodami pomoci při studiích, které se tomuto jevu snaží zabránit.

Pod pojmem biodiverzita si můžeme představit rozmanitost živých organismů na Zemi. V dnešní době může být biodiverzita ohrožována spoustou faktorů přičemž hlavní roli hraje lidská činnost, ať už jde o znečišťování prostředí, vyčerpávání přírodních zdrojů a ekosystémů a stále se rozrůstající obytné oblasti. S tím souvisí i změny klimatu a introdukce cizích druhů. S měnícími se podmínkami se mohou měnit ekosystémy a habitaty živočišných druhů a rostlin.

Při snaze chránit ohrožené druhy se stávají psi velmi cenným pomocníkem. Mají mnohem vyvinutější čich a sluch než lidé, což napomáhá vyhledávání například velmi malých jedinců, kteří mohou být pro člověka obtížně viditelnými. Lze je vycvičit k detekci ohrožených druhů a naopak i druhů invazních. Jsou schopni detekovat jak živočichy, tak rostliny. Jsou cvičeni na detekci nemocí, což dává prvotní informace k případným dalším postupům. Tito psi musí podstoupit individuální výcvik, který je zaměřený na konkrétní výzkum.

Výcvik těchto psů bývá časově ale i finančně náročný. Všestrannost a variabilita plemen, poskytují velké možnosti pro vhodný výběr jedince. Každé plemeno má své vlastnosti, dle kterých se jedinec vybírá tak, aby splňoval vhodné podmínky pro daný výzkum. Pro detekci druhů se psi využívají po celém světě.

V práci jsou popsány příklady detekce ohrožených druhů ve světě, detekce ohrožených druhů v ČR, detekce invazivních druhů, příklady detekcí nemocí u zvířat a rostlin a s tím související postupy výcviku.

2 Cíl práce

Zpracování literární rešerše zaměřené na možnosti ochrany biodiverzity pomocí psů. V další části se rešerše bude zabývat možným využitím psů k terénnímu vyhledávání invazních, případně chráněných druhů živočichů a rostlin, případně jiných organismů. Kompilace získaných poznatků v dané oblasti, analýza výcvikových postupů, zhodnocení efektivnosti vyhledávání cílových organismů pomocí psů ve srovnání s jinými možnostmi detekce.

3 Literární rešerše

3.1 Biodiverzita

Definice pojmu biodiverzita se postupem času změnil, což nejlépe vystihují Wilson & Perlman (2000), kteří napsali: „Popsat celý rozsah biologické rozmanitosti, je jako popsat život. V roce 1988 byla biologická rozmanitost reprezentována plným rozsahem života na Zemi a může se rozšířit na spekulovaný život v jiných slunečních soustavách. Biodiverzita zahrnuje disciplíny ekologie, embryologie, evoluční biologie, genetiky a geologie. Je to skutečně interdisciplinární studie, která se snaží pochopit rozmanitost, distribuci a populační dynamiku všech živých bytostí.“

McManis (2012) tento pojem vysvětluje jednodušeji: „Biodiverzita označuje variabilitu živých organismů ze všech zdrojů, včetně suchozemských, mořských a jiných vodních ekosystémů a ekologických komplexů, jichž jsou součástí.“

Studie biodiverzity není jen snaha pochopit rozdíly nebo podobnosti mezi druhy, biotopy nebo genomy, ale obsahuje také pochopení toho, jak příroda reguluje procesy charakterizující ekosystémy a zajišťuje jejich funkčnost. To také znamená zvýšení schopnosti předpovědět dopady současných a budoucích antropogenních akcí na přírodu (Cazzolla Gatti 2017).

3.1.1 Základní prvky biodiverzity

a) Genetická biodiverzita

zahrnuje složky genetické informace, které strukturují organismy (nukleotidy, geny, chromozomy) a variace v genetickém založení mezi jednotlivci, uvnitř populace a mezi populacemi (Gaston & Spicer 2004).

b) Druhovú biodiverzita

zahrnuje taxonomickou hierarchii a její komponenty, od jednotlivců až po druhy, rody a vyšší taxonomické skupiny (Gaston & Spicer 2004).

c) Ekosystémová biodiverzita

zahrnuje rozmanitost ekosystémů od stanovišť, biologických komunit a ekologických procesů stejně jako variace v rámci jednotlivých ekosystémů (Gaston & Spicer 2004).

3.1.2 Hrozby biodiverzity

3.1.2.1 Invazní druhy

Invazní druh je definován jako druh, který byl přesunut, náhodně nebo úmyslně, mimo jeho přirozené prostředí. Termín invazní by neměl být používán k označení všech zavlečených druhů, pokud neexistuje silná vazba mezi invazí a jejím dopadem (Silva et al. 2009).

Radosevich et al. (2002) popisují tři fáze invaze:

a) Introdukce

nastává, když se druh přemístí mimo lokalitu svého přirozeného výskytu a utvoří populaci dospělých jedinců schopných reprodukce.

b) Kolonizace

k této fázi dochází, když se jedinci začnou množit a populace zvyšovat natolik, aby se udržela na novém stanovišti. Je možné, že někteří jedinci se široce rozptýlí a vyprodukují nové satelitní populace druhů.

c) Naturalizace

nastává, pokud druh ve svém novém prostředí úspěšně udržuje populaci, která je rozptýlena široce v celém regionu, a je začleněna mezi původní druhy.

3.1.2.2 Pytláctví

Mnoho druhů je ohroženo pytláctvím i přes legislativní a bezpečnostní opatření. Trofeje volně žijících, vzácných druhů jsou velmi cennou komoditou (Challender & MacMillan 2014).

Ekonomická situace v zemích výskytu ohrožených druhů a zvýšená poptávka z pytláctví dělají lukrativní příležitost pro skupiny organizovaného zločinu. Zákazy vývozu a prosazování kontroly obchodu snižují dostupnost, a proto výše poptávky stále stoupá (Challender & MacMillan 2014).

3.1.2.3 Ničení přirozeného prostředí organismů

Druhy jsou ohroženy přímou ztrátou stanoviště, stejně jako každou změnou ve struktuře přírodních stanovišť a rozdělením zdrojů, které mohou být způsobeny sklizní lesních produktů lidmi, klimatickými změnami a znečištěním. (McConkey et al. 2018).

Dopad těchto změn je individuální pro jednotlivé regiony a postihuje většinu druhů. Vyhnutí druhu může dále degradovat stanoviště, ve kterém zastupoval důležitou funkční roli (McConkey et al. 2018).

Znečištění životního prostředí má z hlediska lidské činnosti dva hlavní producenty. Prvním jsou průmyslové výrobní procesy a tím druhým jsou běžné každodenní činnosti jedinců. Tyto činnosti, mezi které patří např. praní prádla způsobují znečištění řek, jezer a oceánů detergenty. Sklárky pak znečišťují lesy a spalování odpadu ovzduší. Dopad těchto činností na životní prostředí je z hlediska jedince minimální, avšak z hlediska celkové lidské populace může působit vážné environmentální problémy (Ritzer 2007).

3.2 Čichový orgán psa

Psi mají vynikající čich, jelikož je smyslem nezbytným, pro rozpoznávání různorodých pachů při hledání potravy, nebo při hledání partnerů (Craven et al. 2007).

Čich u psa je velmi složitý mechanismus, jehož funkce lze rozdělit do dvou částí. První část se odehrává v nosu, který detekuje pach, zatímco druhá část se odehrává v mozku, který pach analyzuje (Craven et al. 2007).

U savců byly popsány čtyři orgány důležité pro čich: hlavní čichový orgán sestává z respiračního a čichového epitelu (OE), vomeronasálního orgánu a Gruenebergových ganglií. Tyto čtyři orgány jsou umístěny v nosní dutině (Craven et al. 2007).

Rhinarium (čenich) se skládá z keratinizovaného, pigmentového dlaždicového epitelu a chrání konec nosní kosti. Je dobře zásobený žlázami, které ho udržují vlhkým.

Rhinarium se vyznačuje dvojicí nozder ve tvaru C (Aspinall 2014).

Nosní dutina je dělena nosní přepážkou do dvou bilaterálně symetrických dýchacích cest, z nichž každá se sestává ze tří hlavních anatomických oblastí: nosní vestibul, respirační a čichový epitel (Craven et al. 2007).

Vestibul a respirační dýchací cesty jsou zodpovědné za zahřívání nebo chlazení, zvlhčování a filtrování inspirovaného vzduchu před jeho vstupem do dolních cest dýchacích. Vzhledem k rozptýlení ve vestibulu je v této oblasti dosaženo malé klimatizační schopnosti, může však být dosaženo i filtrace. Takže nosní vestibul je primárně odpovědný za distribuci vzduchu v nosní dutině a za nasměrování vyfukovaného proudu vzduchu (Craven et al. 2007). Stěny nosní komory jsou pokryty vrstvou řasinkové sloupcové sliznice, která je dobře zásobena krevními kapilárami a jemnými větvemi čichového nervu (Aspinall 2014).

U psů čichový epitel pokrývá nosní dutiny. V každé nozdře jsou 3 dutiny, čímž se zvyšuje povrchové pokrytí čichovým epitelem, který se mění v závislosti na plemeni psa (Galibert et al. 2016).

Dýchací cesty u psů jsou působivě komplexní anatomickou strukturou, která má mnoho funkčních rolí. Složitá větvení a zakroucení nosních dutin poskytují velkou plochu pro přenos tepla, vlhkosti a pachů (Craven et al. 2007).

Buňky receptorů ve tvaru tyče jsou rozmístěny po nosní sliznici pokrývající nosní komory. Na základně každé buňky, se axon kombinuje s jinými axony a tvoří vlákna čichového nervu. Tento kraniální nerv se sensorickou funkcí, nese smysl pro vůni (čich) (Aspinall 2014).

Chemické látky nesoucí pach jsou vtaženy do nosu nebo polo-otevřenou tlamou a rozpustí se v hlenu pokrývající receptor buněk. To iniciuje nervový impuls ve vláknech čichového nervu, který je přenášen do mozku (Aspinall 2014).

3.2.1 Čich

Čich je u psů nejdůležitějším smyslem, bez ohledu na jejich využití. Bylo prokázáno, že různí psi specializovaní na vyhledávání výbušných látek, postupovali za stejných podmínek při detekci stejně (Beebe et al. 2016).

Bennet et al. (2020) považují čich psa za daleko účinnější než jakékoliv dostupné vizuální či zvukové metody.

Specializované šlechtění psů dalo za vznik plemenům, která mají několik morfologických rysů, zaručujících výjimečné čichové schopnosti. Patří mezi ně zejména široký a prodloužený nos s velkou nosní dutinou, která pojme vysoký počet buněk čichových receptorů (Bennet et al. 2020)

Psí plemena mají různý počet čichových receptorů. Největší počet čichových receptorů ze všech psích plemen mají bloodhoundi. Počet receptorů v nosní dutině se u bloodhoundů pohybuje kolem 300 000 000, nicméně nejsou běžně používáni pro detekční práce. Pracovní a sportovní psi, jako jsou např. německý ovčák nebo labradorský retriever jsou využíváni častěji, přestože mají méně receptorů (např. německý ovčák má kolem 225 000 000 receptorů) (Beebe et al. 2016).

Citlivost čichu není jedinou důležitou vlastností pro detekční práce. Můžeme sice předpokládat, že počet čichových receptorů nad určitou teoretickou prahovou hodnotu je nutný, nicméně to, zda bude pes úspěšný v této disciplíně je závislé na kombinaci více aspektů. V tomto ohledu je nutné zvážit, jaký typ pachu je detekován. Při detekování pachů existují tři typy vyhledávání, které pes může vykonávat: "Věření", při němž pes drží nos ve vzduchu a "chytá" pach ve větru; "Stopování", kde pes drží nos blízko k zemi a pohybuje se po pachu a směrem k cíli; a "kombinované", ve kterém psi používají kombinaci věření a stopování. Věření je nejběžnější vyhledávací technika používaná při detekci. (Beebe et al. 2016).

Bennet et al. (2020) popisují tři základní měřitelné hodnoty pro srovnání čichu psa:

- a) Přesnost – je definována jako procentuální hodnota správně označených vzorků. U zkoušených psů by se tato hodnota měla pohybovat nad 90%
- b) Citlivost – je definována jako procentuální hodnota nalezených vzorků ze všech dostupných vzorků v prohledávané oblasti. Někdy je označována jako přesnost.
- c) Úsilí – je čas strávený prohledáním oblasti. Obecně platí, že čím vyšší úsilí, tím lepší citlivost a přesnost.

3.3 Využití psů k ochraně biodiverzity

3.3.1 Ochrana proti invazivním rostlinám

Invazivní rostliny mají ničivé účinky na ekosystémy a biologickou rozmanitost, existují však způsoby, jak těmto ničivým účinkům zabránit. Eradikace neboli úplného vymizení invazního druhu, je obtížné dosáhnout z důvodu nízké hustoty výskytu a detekovatelnosti jedinců. Psi cvičení k vyhledávání pachů, mohou poskytnout účinnou metodu detekce. Rostliny, které byly úmyslně nebo náhodně přeneseny do nových stanovišť, se mohou stát škůdci nebo "plevely". Často je nelze snadno odstranit, protože se vyskytují v nízké hustotě nebo jsou v obtížně přístupných oblastech, jako je hustý les. Dokonce i když je počet rostlin poměrně snadno redukován pomocí kontrolních postupů, eradikace může vyžadovat intenzivní detekční úsilí v důsledku přetrvání rostlin ve skrytých formách (McLean et al. 2017).

Vzhledem k tomu, že rostlinné druhy produkují směsi těkavých organických sloučenin s výraznými pachy, mohou být psi vycvičeni k identifikaci jedinečných pachů rostlinného druhu nebo rodu v terénu (Goodwin et al. 2010).

Detekční psi obvykle prohledávají oblast tak, že čichají sem a tam v serpentinním vzoru, přičemž průběžně odebírají malé množství pachu. Když pes zachytí stopu cílového pachu, sleduje gradient pachu ke zdroji, který označí (Goodwin et al. 2010).

Využití psů k detekci má stále širší využití, a to včetně použití při ochraně původních druhů rostlin (McLean et al. 2017).

3.3.2 Detekce nemocí

Nemoc, jako je nádorové bujení, diabetes nebo infekce, způsobuje metabolické změny vedoucí k vzniku charakteristických těkavým organickým sloučeninám, které mohou být detekovány z krve, dechu nebo moči. Tyto sloučeniny mohou být detekovány speciálně vycvičenými psy (Koskinen et al. 2019).

3.3.2.1 Příklady detekce nemocí u zvířat

Rychlá a přesná identifikace patogenů způsobujících nemoci je nezbytná pro specifickou antimikrobiální terapii ve veterinární medicíně (Fisher-Tenhagen et al. 2018).

Psi byli například vycvičeni k identifikaci *Staphylococcus aureus*. Principem identifikace bylo odlišení jeho pachu od pachů jiných běžných patogenů způsobujících mastitidu. Při tréninku a testování byly použity inokulované vzorky čerstvého mléka a agarové

destičky od nakažených krav patogenem *Staphylococcus aureus* a zároveň vzorky s jinými patogeny. Schopnost naučit se detekovat specifický pach patogenu *Staphylococcus aureus* v mléce závisel na koncentraci patogenů ve vzorcích při tréninku. Citlivost a specifická identifikace *Staphylococcus aureus* byla 91,3 a 97,9 % u patogenů pěstovaných na agarových deskách; 83,8 a 98,0 % u patogenů inokulovaných v syrovém mléce; a 59,0 a 93,2 % u vzorků mléka z mastitických krav. Výsledky těchto experimentů podtrhují potenciál detekce pomocí psů jako diagnostického nástroje pro diagnostiku patogenů (Fisher-Tenhagen et al. 2018).

3.3.2.2 Příklady detekce nemocí u rostlin

Použití psů jako prostředku pro vyhledávání nakažených jedinců rostlin je jednou z mála úspěšných metod. Psi dokážou včas identifikovat choroby u rostlin (Simon et al. 2017).

Invazivní houba *Raffaelea lauricola* byla zavlečena do USA na začátku roku 2000. Postihuje zejména rostliny čeledi vavřínovité (*Lauraceae*) a v současné době ničí avokádové háje v jihovýchodních Spojených státech amerických. Houbu šíří brouk *Xyleborus glabratus*, který napadá hostitelský strom a houba přijímá jako potravu. Dochází k poškozování cévních svazků rostlin, což vede k zastavení příjmu živin a strom odumírá. Detekční psi jsou v současné době jedinou metodou pro včasnou detekci infikovaných stromů. Včasná detekce je nezbytná pro ochranu okolních stromů. K výcviku psů byly použity vzorky pachu vyrobené z infikovaných vzorků avokáda, neinfikovaných vzorků avokáda a kultur *R. lauricola*. Psi upozorňovali na pachy plísni přítomné ve vzorcích infikovaných avokádových stromů a kulturách s pozitivní prediktivní hodnotou 98,3 %. Díky tomu byly vytvořeny výcvikové postupy, které umožní nasazení psů k ochraně rostlin (Simon et al. 2017).

3.3.3 Vyhledávání živočišných druhů

Psi se používají k vyhledání a sledování řady ohrožených druhů a jsou poměrně málo využívanou metodou výzkumníky a ochránci přírody, kterou lze použít při studiu výskytu vzácných druhů. Psi mohou nabízet bezpečnější metody studia potenciálně nebezpečných zvířat, usnadní sběr vzorků a sníží čas nutný k vyhledání cílových živočichů. Často je obtížné sesbírat informace o ohrožených druzích z důvodu rozlehlých území, která obývají. Detekční psi se stávají stále oblíbenějšími v mnoha zemích kvůli problémům spojených s tradičními metodami detekce ohrožených druhů. Tyto tradiční techniky opětovného zachycení a připojení rádiových zařízení, mohou být invazivní a potenciálně škodlivé pro zvířata (Browne et al. 2006).

3.3.3.1 Příklady detekce ohrožených druhů živočichů ve světě

Pro monitoring populace velkých savců, jako je například medvěd černý (*Ursus americanus*) a medvěd grizzly (*Ursus arctos*), se nasazení detekčních psů jeví jako účinný a šetrný přístup, toto platí zejména pro biotopy v chráněných oblastech. Typ vzorků (výkaly, srst) a přesná poloha jejich nalezení pak umožňují za pomoci analýzy vyvinout parsimonický model, který zkoumá využití krajiny (Beckman et al. 2015).

Ukázkovým příkladem je studie života medvědů ve Skalisticích horách národního parku Yellowstone. Studie zkoumala vhodnost lokalit pro medvědy v kritických zónách. Psi speciálně vycvičení na hledání medvědího trusu označili dostatek vzorků k provedení analýzy, která umožnila vytvoření parsimonického modelu zahrnující parametry jako nadmořská výška,

hustota silnic, hustotu obyvatelstva, zalesněné plochy apod. Za pomoci modelu lze identifikovat jádra biotopů v oblastech klíčových pro populaci medvědů v Yellowstone (Beckman et al. 2015).

Psi mohou hrát klíčovou roli v oblasti ochrany netopýrů. Nejméně 16 druhů netopýrů v Kanadě a v USA osidluje dutiny stromů nebo se nalézají pod kůrou. Pokud by se tyto druhy netopýrů nacházely v oblasti s lesním hospodářstvím (kde např. dochází k mýcení nebo spalování) nebo tam, kde by došlo ke změnám ve využívání půdy (např. zastavění oblasti nebo rozšiřování lyžařské oblasti), mohlo by dojít k ohrožení těchto netopýrů. Včasnou detekcí tomu lze zabránit. Přestože psi nejsou schopni přesně lokalizovat 100 % vzorků guana, byla většina vzorků nalezena ve vzdálenosti 30 m od hnízdiště. Pomocí této informace lze vytyčit oblast pro další sběr vzorků nebo zřízení okamžitých ochranných opatření (Chambers et al. 2015). Detekovat netopýry hnízdící ve stromech je náročné, protože hnízda je obtížné nalézt. Za pomoci vycvičených psů se podařilo správně identifikovat 79 % vzorků guana, přičemž nejdůležitějším faktorem, ovlivňujícím úspěšnost naleznutí, byla hmotnost vzorku. Mezi další faktory ovlivňující detekci hnízd netopýrů patří výška, ve které jsou hnízda umístěna, velikost kolonie netopýrů a teplota vzduchu. Použití psa bylo podobně nákladné jako metoda radiotelemetrie, avšak použití psů bylo méně invazivní, protože vyloučilo potřebu odchyty netopýrů a vybavení je radiovysílači (Chambers et al. 2015).

Želva Agassizova (*Gopherus agassizii*) je chráněna v několika státech USA včetně Kalifornie, Nevady, Utahu a Arizony. Ničení stanovišť a výskyt chorob přispívají ke snížení početnosti druhu v celé oblasti výskytu. Sběr dat o výskytu těchto želv ve volné přírodě je náročný, protože mají skrytý způsob života a mnohé věkové a velikostní třídy jsou ve volné přírodě prakticky nedetekovatelné (Cablak et al. 2006).

Výsledky ukázaly, že psi jsou pro detekci tohoto druhu vhodní a bezpečně lokalizují pouštní želvy nejen na povrchu, ale jsou schopni detekovat želvy i v norách za různých klimatických podmínek. Psi našli želvy stejně rychle při teplotách mezi 12 ° C a 27 ° C, relativní vlhkostí od 16 % do 87 % a rychlostí větru až 8 m / s. Celková úspěšnost byla vyšší než 90 %. V porovnání s lidmi našli psi želvy menší než 30 mm, zatímco nejmenší želva nalezená člověkem měřila 110 mm (Cablak et al. 2006).

Detekováním pachů jsou psi schopni najít zvířata nebo stopy, které jsou pro člověka prakticky nezjistitelné. Kupříkladu drobný plaz tilinkva trpasličí (*Tiliqua adelaidensis*) je endemitem žijícím v travnatých oblastech střední a severní části jižní Austrálie. Žije v hnízdě o průměru 10-20 mm, a je velmi obtížné ho najít. Psi dokázali odlišit pach tohoto druhu od pachu živočichů podobných druhů, a dokonce jedinců stejného rodu jako jsou např. *Tiliqua rugosa*. Pes našel v terénu více než 30 jedinců. Lokalizace ohrožené *Tiliqua adelaidensis* se až doposud spoléhala na lidskou vizuální detekci nory, která je velmi náročná (Nielsen et al. 2016).

Dále jsou detekční psi využíváni ke sledování gibbonů černých (*Nomascus concolor*) v jihozápadní Číně. Lidoopi žijí v horských přírodních rezervacích a jsou těžko nalezitelní. Vzorky jejich trusu se využívají pro populační genetickou analýzu. Sběr vzorků je ale obtížný. Pro tento projekt byl vycvičen belgický ovčák malinois, jehož úkolem byla detekce výkalů černých gibbonů (*Nomascus concolor*), indočínských langurů (*Rhinopithecus avunculus*) a makaků medvědíků (*Macaca arctoides*) (Orkin et al. 2016).

Kriticky ohrožená gorila nigerijská (*Gorilla gorilla*) obývá oblast vysoké biologické rozmanitosti na hranici mezi Nigérií a Kamerunem. Členitý horský terén a opatrné chování goril

ztěžují studium. Díky tomu chybí stále přesný počet jedinců populace tohoto poddruhu. Průzkumy, ve kterých byli použiti detekční psi, měly vyšší úspěšnost nalezení čerstvých vzorků trusu než průzkumy provedené pouze lidmi (Arandjelovic et al. 2015).

Nosorožec jávský (*Rhinoceros sondaicus*) patří mezi nejohroženější druhy velkých savců ve světě. Vývoj neinvazivních průzkumných technik je vysokou prioritou pro sledování populací a rozvoj strategie jejich ochrany. Kriticky ohrožený nosorožec jávský žil donedávna ve dvou oddělených populacích. První z nich se nacházela ve Vietnamu a druhá v Indonésii.

O jejich objevu v roce 1989 neexistuje přesný odhad populace. Byly použity integrované průzkumné techniky a analýzy k určení stavu populace ve Vietnamu. Od října 2009 do dubna 2010 probíhal průzkum za pomoci psů cvičených na detekci trusu. Bylo získáno dvacet vzorků trusu pro analýzu. Genetická analýza potvrdila, že vzorky patřily jedinci, který byl nalezen mrtvý v roce 2010, a společně s údaji z terénního průzkumu naznačuje vyhynutí nosorožců jávských ve Vietnamu (Brook et al. 2012).

U druhů savců, kteří žijí převážně na stromech, jako je koala (*Phascolarctos cinereus*), mohou být užitečnou pomůckou vzorky trusu, které svědčí o přítomnosti druhu. Běžné průzkumy zaměřené na sběr těchto vzorků nejsou bez problémů. Byly provedeny experimentální terénní pokusy ke zjištění přesnosti a účinnosti psa speciálně vycvičeného pro detekci koalího trusu. Detekční pes značně předčil lidské průzkumníky. To jasně ukazuje, že používáním detekčních psů se snižuje podíl špatně určených vzorků a doba průzkumu a umožňuje významné zlepšení kvality a kvantity sběru dat. Vzhledem k těmto jednoznačným výsledkům je možné, že psi budou hrát při ochraně koal významnou roli (Cristescu et al. 2015).

Psi se již dříve používali k identifikaci tygrů usurijských (*Panthera tigris altaica*) chovaných v zajetí podle trusu. Vycvičení psi dokážou identifikovat konkrétního jedince podle charakteristického pachu jeho trusu. K ověření hypotézy bylo použito 5 psů a 58 vzorků od 25 tygrů. Psi správně identifikovali vybraného jedince v průměrné míře 87 %. Průměrná přesnost pro 4 psy se zvýšila na 98 % pomocí opakovaných pokusů. Čtyři psi dokázali porovnat 11 vzorků uložených během 4 let od jednoho tygra s přesností 100 %. Tato metoda může být užitečnou alternativou ke genetickým analýzám, které se používají ve spojení se schématy odběru vzorků ve studiích, u nichž je genotypizace DNA nepraktická nebo neúčinná. Psi mohou být důležitým nástrojem při studiu divokých tygrů, jakož i jiných druhů volně žijících živočichů (Kerley & Salkina. 2007).

Psi byli vycvičeni k tomu, aby lokalizovali kunovce velkého (*Dasyurus maculatus*), druh masožravce, který je podle federálního zákona o ochraně životního prostředí a ochrany biodiverzity označen za ohrožený v jihovýchodní Austrálii. Tento druh prošel dramatickým poklesem populace, což v kombinaci s jeho arborealními a nočními vzory chování znesnadnilo detekci pomocí fotopastí. Kunovec velký často žije v zalesněných stanovištích s velkými srážkami, což zvyšuje obtížnost lokalizace vzorků trusu. Zanechávají trus na místech, jako jsou padlé klády, skály a stezky. Často tvoří latrinová místa, která jsou považována za formu semiochemické komunikace (Leigh et al. 2015).

Ohrožený tchoř černonohý (*Mustela nigripes*) se velmi obtížně monitoruje. Byli speciálně vycvičeni dva psi detekující přítomnost tchořů vyskytujících se v koloniích psouna préríjního (*Cynomys ludovicianus*). Psi byli použiti v blízkosti 4 kolonií, o kterých není známa přítomnost tchořů, a 7 kolonií, ve kterých se tchoři nacházejí. Průměrná doba vyhledávání trvala 21 minut a průměrná rychlost psa během detekce byla 26 ha / hod. Psi jsou velmi cenným

nástrojem pro detekci přítomnosti tchořů (*Mustela nigripes*) v koloniích psounů prérijních (*Cynomys ludovicianus*) (Reindl-Thompson et al. 2006).

Detekce trusu může poskytnout účinnou metodu vyhledávání jedinců, zejména pokud je sběr vzorku trusu následován genetickou analýzou DNA. Využití detekčních psů může výrazně zlepšit lokalizaci těchto vzorků v detekované oblasti. Pes vycvičený na detekci vzorků trusu lišek velkouchých (*Vulpes macrotis mutica*) byl použit k lokalizaci vzorků v oblastech základní a satelitní populace s různými hustotami a různými podmínkami prostředí. Byl srovnán počet vzorků nalezených na kilometr dlouhých úsecích podél různých typů silnic a vegetace. Přítomnost lišek byla potvrzena v každé prohledávané oblasti, bez ohledu na relativní hustotu lišek a typ vegetace. Na nezpevněných silnicích byl zjištěn větší počet výskytu než na zpevněných silnicích, což naznačuje, že nezpevněné silnice jsou vhodnější pro monitorování lišek. Kromě toho byl nalezen větší počet vzorků v travnatém prostředí než v nepůvodních travních porostech. Tento výsledek byl silně ovlivněn zeměpisnou šířkou a pravděpodobně souvisel se srážkovým gradientem. Tyto výsledky ukazují, že detekční psi mohou být účinným nástrojem pro ochranu mapování současné populace lišek. Tato metoda průzkumu má široké uplatnění i u jiných druhů masožravců a lze ji použít ke zjišťování více druhů současně (Smith et al. 2005).

3.3.3.2 Příklady detekce ohrožených druhů V ČR

Současná populace rysa v německo-českém pohraničním regionu je založena na reintrodukcii na obou stranách v sedmdesátých a osmdesátých letech 20.st. V roce 2015 čítala jeho populace 59-83 jedinců. Vzorky výkalů rysa je těžké najít a nelze je spolehlivě identifikovat v terénu. Byly použity lapače srsti, ale úspěšnost byla obecně nízká (Lieskovská et al. 2018).

Detekční psi jsou vhodným nástrojem k získání vzorků pro systematické sledování rysa. Dva psi týmy našly během čtyř týdnů 52 vzorků, které pocházely od rysa, a geneticky bylo potvrzeno, že se jednalo o jedenáct individuálních genotypů (Lieskovská et al. 2018).

3.3.3.3 Příklady ochrany proti invazivním živočišným druhům

Invaze druhu do ekosystému může vést ke snížení populace nebo k zániku příbuzného původního druhu. Druhy, které zaujímají podobné ekologické niky, si navzájem konkurují v získávání zdrojů potravy, které jsou omezené. Invazní druhy přímo ohrožují autochtovní druhy (Rosell et al. 2019).

Psi byli vycvičeni a použiti k identifikaci mravenců *Solenopsis invicta Buren* a jejich hnízd. Zmíněný druh mravence je exotický druh pocházející z Jižní Ameriky, a byl poprvé lokalizován ve Spojených státech amerických ve dvacátých letech 20. století. Jeho rozšíření do zámořských oblastí, jako je Austrálie, Nový Zéland, Taiwan a Čína, proběhlo na počátku 21. století. Tento známý škůdce je schopen konzumovat velké množství potravin, rychle se šíří, ničí zemědělské produkty, ohrožuje životní podmínky hospodářských zvířat a lidí a vážně ovlivňuje místní druhy zvířat v napadených oblastech (Lin et al. 2011).

Výsledky ukazují, že detekční psi jsou nejúčinnější metodou pro kontrolu mravenců v oblastech, které byly předtím ošetřeny pesticidy, a je zde nízký počet zbývajících hnízdišť mravenců. Psi dokázali správně indikovat mravence *Solenopsis invicta Buren* v 93 % případů (Lin et al. 2011).

Psi byli použiti například k detekci promyky zlaté (*Herpestes auropunctatus*) a anoly rudokrké (*Anolis carolinensis*) v Japonsku. *Anolis carolinensis* se rozšířila na Ogasawarských ostrovech, kde ohrožuje endemické druhy. Pro detekci *Anolis carolinensis* byla vycvičena fena německého ovčáka. Nejprve docházelo k rozlišování pachu cílového druhu (pach těla, pach trusu) jímaného na vzorek látky oproti látce bez pachu. Po absolvování této části výcviku pokračoval výcvik v rozeznávání pachu těla a pachu trusu případně moči od pachu živočicha jiného druhu. Nakonec byl pes schopen rozlišit pachy *Anolis carolinensis* od ostatních druhů žijících na ostrově (Fukuzawa & Sasahara 2018).

3.3.4 Úspěšnost detekce při vyhledávání zvířat

Tab. 1. Efektivita použití vyhledávacích psů při vyhledávání zvířat

Zdroj	Cílový pach (živý jedinec, trus, kůže, hnízdo, mršina), cílový druh	Psi (počet psů a jejich zkušenosti s detekcí)	výsledky detekce	Výběr a výcvik vhodného psa Odměna psa během výcviku
Arandjelovic et al. 2015	Detekce trusu: gorila nigerijská (<i>Gorilla gorilla diehli</i>)	3 psi; >1 rok zkušeností	nalezeno 43 čerstvých a 288 starých vzorků trusu během 44 dní	Výběr a výcvik provádí profesionální *CDD organizace
			Psi našli více vzorků čerstvého trusu (71 %) než lidé (39 %)	Odměna: neuvedena
Brook et al. 2012	Detekce trusu: nosorožec jávský (<i>Rhinoceros sondaicus</i>)	2 psi; >1 rok zkušeností	22 vzorků trusu za 118 dní ~429 km	Výběr a výcvik provádí profesionální CDD organizace
				Odměna: neuvedena
Browne et al. 2015	Detekce trusu a kůže: hatérie novozélandská (<i>Sphenodon punctatus</i>), gekon (<i>Naultinus manukanus</i>), pagekon (<i>Hoplodactylus granulatus</i>)	20 psů; <1 rok zkušeností; 2 golden retrívři, 2 flet coated retrívři, 3 labradorští retrívři, 3 němečtí ovčáci, 1 rotvajler, 5 kříženců, 4 jiná plemena	Průměrná úspěšnost pro detekci vzorků tuatary: pach 85.0 %, trus 97.8 %, a kůže 95.6 %	Výběr: psi se zkušenostmi z výcviku na detekci pachů
			Průměrná úspěšnost pro detekci vzorků gekona: pach 77.8 %, trus 77.8 %, kůže 51.8 %	Odměna: neuvedena Výcvik: standardní výcvik na detekci pachů
Cablk et al. 2006	Detekce živých jedinců: želva Agassiziova (<i>Gopherus agassizii</i>)	2 psi; bez upřesnění	Přesnost při detekci hnízd 90 %	Výběr: dle povahy psa-hravost, slabý až střední lovecký pud, spolupráce se psovodem
			Efektivita vyhledávání psů i lidí srovnatelná	Odměna: hra
Chambers et al. 2015	Detekce hnízd a trusu netopýřů	2 psi; zkušení	Přesnost při detekci vzorků trusu 6 m nad zemí 20 %, 2 m nad zemí 60 %	Výběr a výcvik: provádí profesionální CDD organizace
				Odměna: neuvedena
Cristescu et al. 2015	Detekce trusu: koala medvídkovitý (<i>Phascolarctos cinereus</i>)	1 pes; >1 rok zkušeností s detekcí; border kolie	Pes vykazoval o 153% vyšší přesnost než lidé	Výběr: dle povahy psa-hravost, motivace
			a byl 19krát rychlejší než lidé	Odměna: hra
Dematteo et al. 2009	Detekce trusu a nor: pes pralesní (<i>Speothos venaticus</i>)	1 pes; zkušený	Pes detekoval 11 nor během 72 dní v oblasti 218.4 km ²	Výběr: provádí profesionální *CDD organizace.
				Odměna: hra

Duggan et al. 2011	Detekce živých jedinců: syseľ Franklinův (<i>Polioicellus franklinii</i>)	2 psi; zkušeni	Přesnost lidí a psů byla srovnatelná okolo 83-84 %	Výběr: provádí profesionální *CDD organizace. Podmínkou byla fixace psa na hračku a hravost
			Psi byli desetkrát rychlejší než lidé	Odměna: hra
Hagell 2010	Detekce trusu: chápan hnědohlavý (<i>Ateles geoffroyi</i>)	1 pes; zkušený	Pes dosáhl ve srovnávacích zkouškách podobných výsledků jako člověk. Nicméně pes vykázal menší přesnost (59 %) než lidé (82 %)	Výcvik a výběr neuveden
				Odměna: neuvedena
Harrison 2006	Detekce trusu: rys červený (<i>Lynx rufus</i>)	1 pes; bez informace	Pes byl desetkrát účinnější při detekci než kombinace pachových pastí, fotopastí a lapačů srsti	Výběr a výcvik: provádí profesionální CDD organizace
				Odměna: hra
Kerley & Salkina 2007	Detekce trusu: tygr ussurijský (<i>Panthera tigris altaica</i>)	5 psů; zkušeni; 1 německý ovčák, 1 pointer, 3 kříženci	Přesnost detekce byla 87, ale zvýšila opakovaným testováním na 98 % a to 4 z 5 ti psů	Výběr: dle hravosti štěnat a hravosti jejich rodičů
				Odměna: hra/pamlsky
Leigh et al. 2015	Detekce trusu: kunovec velký (<i>Dasyurus maculatus</i>)	1 pes; <1 rok zkušeností; německý ovčák	Přesnost na loukách a teplých povětrnostních podmínkách byla 83 % v zalesněných oblastech 87 %	Výběr: provádí profesionální CDD organizace. Podmínkou byla hravost, temperament a inteligence psa.
				Odměna: hra
Long et al. 2007	Detekce trusu: baribal černý (<i>Ursus americanus</i>), kuna rybářská (<i>Martes pennanti</i>), rys červený (<i>Lynx rufus</i>)	5 psů; zkušeni	1596 vzorků trusu nalezeno v období 2 let (~3.6 trus/km) z toho 83 % bylo nalezeno psy	Výběr: provádí profesionální CDD organizace. Podmínkou byla I hravost a temperament psa.
				Odměna: hra
Mathews et al. 2013	Detekce mršín: netopýr	2 psi; <1 rok zkušeností; 2 labradorští retrieři	Přesnost psů byla 75 %, u lidí 20 %	Výběr: dle povahy psa hravost
			Psi byli čtyřikrát rychlejší než lidé	Odměna: hra
Nussear et al. 2008	Detekce živých jedinců: želva Agassiziova, (<i>Gopherus agassizii</i>)	6 psů; různě zkušeni; 1 border kolie, 2 německí ovčáci, 1 kelpie, 2 labradorští retrieři	Přesnost lidí i psů byla srovnatelná ~70 %. Psi našli více jedinců pod vegetací než lidé	Výběr: dle povahy psa-hravost, předchozí zkušenost s pachy a výcvik
				Odměna: neuvedena
O'Connor et al. 2012	Detekce hnízd: čmelák zemní (<i>Bombus terrestris</i>)	1 pes; <1 rok zkušeností; kokršpaněl	Přesnost psa detekovat známá hnízda čmeláků byla 62.5 %	Výběr a výcvik: provádí profesionální CDD organizace
			Při testech pes předvedl výkon srovnatelný s lidmi	Odměna: neuvedena

Oliveira et al. 2012	Detekce trusu: jelenci <i>Mazama</i>	1 pes; <1 rok zkušenosti; kříženec	Pes detekoval 8 vzorků trusu po prohledání stezek dlouhých 39 km, průměrně 0.21 vzorku/km. Lidé nedetekovali žádné vzorky trusu, ale identifikovali 24 zvířecích stop	Výběr a výcvik: provádí profesionální organizace CDD
				odměna: hra
Paula et al. 2011	Detekce mršín: ptactvo	1 pes; <1 rok zkušenosti; 1 německý ovčák	Přesnost psa byla 96 %, což bylo výrazně vyšší než u lidí, kteří našli pouze 9 % mršín	Výběr: dle povahy psa- hravost a temperament
				Odměna: hra
Reed et al. 2011	Detekce trusu: puma americká (<i>Puma concolor</i>), rys červený (<i>Lynx rufus</i>), liška obecná (<i>Vulpes vulpes</i>), liška šedá (<i>Urocyon cinereoargenteus</i>), liška velkouchá (<i>Vulpes macrotis</i>), kočka domácí (<i>Felis silvestris f. catus</i>)	2 psi; <1 rok zkušenosti; kříženci	Přesnost psů klesala se zvyšující se vzdáleností. Ve vzdálenosti 10 m od vzorku, psi detekovali >75 %	Výběr: provádí profesionální CDD organizace. Podmínkou byla I hravost a obratnost psa.
				Odměna: hra
Reindl 2004	Detekce trusu: tchoř černonohý (<i>Mustela nigripes</i>)	2 psi; bez informace	Přesnost psů byla 86 % pro oblasti, kde byl povrtzen výskyt cílového druhu	Výběr: provádí profesionální CDD organizace. Podmínkou byla hravost a obratnost.
				Odměna: hra/pamlsek
Robertson & Frasen 2009	Detekce živých jedinců: kivi jižní (<i>Apteryx australis</i>) a kakapo soví (<i>Strigops habroptilus</i>)	3 psi; zkušeni; 2 labradorští retrívři, 1 anglický setr	Psi detekovali 36 % dospělých jedinců kivi a 24 % mláďat	Výběr: dle povahy psa - test temperamentu provedený profesionální organizací během 6–12 měsíců výcviku
				Odměna: neuváděna
Savidge et al. 2010	Detekce živých jedinců: bojga hnědá (<i>Boiga irregularis</i>)	2 psi; 1 zkušený a 1 nezkušený; 1 labradorský retrívř, 1 kříženec	Přesnost zkušeného psa (44 %) byla vyšší než u nezkušeného psa (26 %)	Výběr: provádí profesionální CDD organizace
				Odměna: hra
Smith et al. 2003	Detekce trusu: liška velkouchá, (<i>Vulpes macrotis mutica</i>)	7 psů; 1 německý ovčák, 1 australský ovčák, 3 labradorští retrívři, 1 flat coated retrívř, 1 kříženec	Psi správně identifikovali 100 % trusu. Po celou dobu ignorovali 67 % nesprávných vzorků.	Výběr: povaha psa- hravost
			Při terénní průzkumu psi detekovali 0.43– 5.37 vzorků trusu/km	Odměna: hra/pamlsek

Stevenson et al. 2010	Detekce živých jedinců a kůže: užovka Couperova (<i>Drymarchon couperi</i>)	1 pes; zkušený; kříženec	Přesnost pro detekci živých jedinců byla 81 %, pro detekci svléknuté kůže 100 %	Výběr: provádí profesionální CDD organizace Odměna: hra
Vynne et al. 2010	Detekce trusu: pes hřivnatý (<i>Chrysocyon brachyurus</i>), puma americká (<i>Puma concolor</i>), jaguar americký (<i>Panthera onca</i>), mravenečník velký (<i>Myrmecophaga tridactyla</i>) a pásovec velký (<i>Priodontes maximus</i>)	3 psi; <1 rok zkušeností	Psi detekovali 2683 vzorků trusu během 407 průzkumů. To znamená ~6.6 vzorků trusu za každý den. Úspěšnost se lišila podle hledaného druhu.	Výběr: dle povahy hravost Odměna: hra
Wasser et al. 2004	Detekce trusu: medvěd baribal, (<i>Ursus americanus</i>) a medvěd grizzly (<i>Ursus arctos horribilis</i>)	9 psi; <1 rok zkušeností	Úspěšnost detekce měnila v průběhu let. Psi detekovali 0.63–3.76 vzorků trusu/ha v roce 1999, a v roce 2001 0.35–1.89 vzorků trusu/ha	Výběr: dle povahy psa-hravost, temperament, cvičitelnost a motivace Odměna: hra
Wasser et al. 2012	Detekce trusu: puščík západní (<i>Strix occidentalis</i>) a puščík proužkovaný (<i>Strix varia</i>)	2 psi; zkušený; kříženci	Detekce psů byla podstatně úspěšnější než u detekce pomocí vokálních projevů. Úspěšnost pro <i>Strix occidentalis</i> byla 87 % u psů a 59 % pomocí vokálních projevů. Pro <i>Strix varia</i> byla úspěšnost 20 % u psů a 7.3 % pomocí vokálních projevů.	Výběr: dle povahy psa-hravost. Odměna: hra
Waters et al. 2011	Detekce hnízd: čmelák zemní (<i>Bombus terrestris</i>)	1 pes; <1 rok zkušeností; kokršpaněl	Přesnot detekovat známá hnízda 100 % V testech pes našel 33 hnízd	Výběr: provádí organizace pro výcvik psů na vyhledávání narkotik Odměna: neuvedena
Wultsch et al. 2014	Detekce: jaguár (<i>Panthera onca</i>), puma (<i>Puma concolor</i>), ocelot (<i>Leopardus pardalis</i>), puma yagouarundi, <i>leopardus wiedii</i>	1 pes; <1 rok zkušeností	Pes detekoval 1053 vzorků trusu. 49 % byly identifikovány na úrovni druhu	Výběr: provádí profesionální CDD organizace Odměna: neuvedena

Upraveno dle Beebe et al. (2016)

*CDD (“Conservation detection dogs“) organizace – je organizace zabývající se výběrem a výcvikem psů pro využití při ochraně přírody

Z výsledků uvedených studií je zřejmé, že psi ve většině případů byli spolehlivější než lidé. Při detekci trusu v terénu se psi ukázali jako rychlejší a efektivnější. Rozdíl přesnosti u psů v porovnání s lidskými hledači byl od 31 % po 153 %, podle povětrnostních podmínek, zkušeností psa a hledaného vzorku.

Při vyhledávání živých jedinců, byli psi a lidé z hlediska efektivity srovnatelní. Výjimku tvořil výzkum pro detekci puštíků, kde se lidé orientovali pouze dle vokálních projevů jedinců. Psi byli v tomto případě až o 28 % přesnější. Pro detekci mršín se dle studií jeví psi jako nejvhodnější, měli až o 87 % vyšší úspěšnost než lidé. Při výzkumu zaměřeném na jedince *Lynx rufus* se psi projeví jako desetkrát účinnější prostředek než technologické metody, určené ke sběru vzorků.

I když počáteční finanční náklady na výcvik psa jsou vysoké, je z výsledků zřejmé, že taková investice se vrátí. Pes je pod správným vedením efektivnější, vytrvalejší a flexibilnější než lidé či technologie.

3.4 Faktory ovlivňující úspěšnost detekce

3.4.1 Výběr plemene a psa

Dle DeMatteo et al. (2019) výběr vhodného psa pro detekční práce není jednoduchým procesem. Nelze jednoznačně říci, které plemeno je nejvhodnější. Místo toho musí být při výběru zváženy různé faktory, včetně: čichové schopnosti, konstituce, osobnosti a temperamentu psa.

Cablk et al. (2006) naopak tvrdí, že nejdůležitějším prvkem při výběru psa je jeho „drive“, což se dá přeložit jako něco co psa motivuje. Bez motivace nemá pes důvod vykonávat práci. Také definují tři základní druhy motivace: lov, kořist a hra.

Každý krok výběrového procesu by měl být spojen s jasně definovaným návrhem studie, která by měla být použita jako vodítko v průběhu celého procesu (DeMatteo et al. 2019).

DeMatteo et al. (2019) popisují výběr ve třech krocích.

Nejprve musí být vzata v potaz konstituce detekčního psa vzhledem k podmínkám, kterým bude vystaven ve studované oblasti, včetně náročnosti terénu, povětrnostních podmínek a vegetace. Konstituce psa musí být vhodně vybrána s ohledem na cílový druh. Druhem může být pták, vodní či suchozemský živočich, od toho se odvíjí očekávaný výskyt vzorků např. pod zemí, na stromech, u vody nebo na otevřených plochách.

Za druhé je třeba určit, zda potenciální detekční pes nevykazuje chování, které by negativně ovlivnilo jeho schopnost pracovat s cílovým druhem (DeMatteo et al. 2019).

Zjišťuje se, jak pes reaguje na pach cílového druhu. Pokud je reakce negativní, pokud se pes vyhýbá místům s pachem cílového druhu či vykazuje známky strachu, není vhodný.

Problém mohou představovat i návyky psa, které mohou poškodit kvalitu vzorku či dokonce znemožnit jeho odběr. Příkladem může být označování vzorku močí, která vzorek znehodnotí pro genetickou analýzu, či koprofagie (DeMatteo et al. 2019).

Pokud pes vykazuje chování, které ohrožuje přežití cílového druhu nebo jiného druhu v oblasti je taktéž nevhodným kandidátem (Cablk et al. 2006).

DeMatteo et al. (2019) tvrdí, že v každé z těchto situací je jedinou přijatelnou možností vybrat jiného psa. Nevhodné chování psa může zabránit studiu, ohrozit život psa a sledovaný druh v dané oblasti.

S ohrožením živočichů souhlasí i Cablk et al. (2006), kteří udávají, že touha psa po kořisti jej nutí kořist pronásledovat a chytit. Proto je tento motivační prvek žádoucí, ale pouze v omezené

míře. Psi s takovou motivací by měli být využíváni k hledání neživých cílů, které se nepohybují, a tudíž nedávají psovi podnět k pronásledování.

Jakýkoliv ze zmíněných prvků může vést k nespolehlivosti psa a špatným výsledkům (DeMatteo et al. 2019).

Zatřetí, výběr by neměl být řízen ani úrovní vztahu mezi psem a psovodem. Pes, který je příliš vázán na psovoda, může být ovlivněn emocionálním stavem psovoda (DeMatteo et al. 2019). To je potvrzeno i studií, kterou provedli Troisi et al. (2019), kdy i na malém vzorku bylo pozorováno výrazné ovlivnění výkonu psa psychickým stavem psovoda. Pokud měl psovod stres pod kontrolou dosahoval pes lepších výsledků a naopak.

Pes motivovaný odměnou je spolehlivější než pes, který je vázaný na psovoda a je odměňován pouze verbální pochvalou. Tato vlastnost je také důležitá, pokud se od psa očekává, že bude spolupracovat s různými psovody v rámci projektového nebo terénního období. Výběr psů, kteří jsou motivováni odměnou a jsou schopni pracovat s různými psovody, umožňuje jejich flexibilní nasazení mezi různými projekty (DeMatteo et al. 2019). V podstatě to samé popisují i Cablk et al. (2006), kdy popisují odměnu a motivaci hrou jako nezbytný faktor při výběru psa.

3.4.2 Psovod

Jamieson et al. (2018) tvrdí, že dobře fungující vztah mezi psem a psovodem je klíčem k úspěchu. Výběr a výcvik vhodného psovoda by měl být stejně tak důležitým procesem jako výběr a výcvik psa. Nicméně zmiňují, že je v této oblasti třeba provést hlubší průzkum.

Detekční práce jsou často prováděny v nepředvídatelném a proměnlivém prostředí, zde jsou zkušenosti psovoda klíčovým faktorem.

Vliv tohoto faktoru byl popsán ve studii věnující se sběru vzorků jaguára amerického (*Panthera onca*). Přesnost psa vedeného zkušeným psovodem byla 81 %, zatímco pes vedený nezkušeným psovodem měl přesnost pouze 50 % v nalezení správných vzorků. Odměna za označení nesprávného vzorku, tak u psa zvyšuje šanci na chybnou identifikaci. Psovod, který nedisponuje dostatečnou úrovní zkušeností práce v terénu, může snížit přesnost a úspěšnost psa (Beebe et al. 2016).

Long et al. (2007) poukazují na to, že psi nehledají vždy jen živé jedince, ale vzorky trusu, které přetrvávají v přírodě dny, týdny i měsíce. To dle DeMatteo et al. (2019) vyžaduje, aby psovod byl vytrvalý fyzicky i psychicky.

Psovod musí správně reagovat na vzniklou situaci tak, aby zajistil bezpečnost pro sebe i svého psa a byl schopný danou situaci vyřešit (DeMatteo et al. 2019)

3.4.3 Povětrnostní podmínky

Teplota vzduchu, tlak, směr a proměnlivost větrných proudů ovlivňují to, jak se pach šíří vzduchem. Vnější faktory ovlivňují produkci pachu rozkladem jeho zdroje, ale v současné době existuje jen málo vědeckých důkazů, které by tyto teorie podporovaly (Reed et al. 2011).

Teplota vzduchu a relativní vlhkost vzduchu mohou ovlivnit rychlost bakteriální aktivity, která pach uvolňuje. Obecně platí, že vyšší teploty způsobí vyšší rychlost bakteriální aktivity. Na druhé straně vlhkost vzduchu zpomaluje rychlost bakteriální aktivity, ale dlouhodobá vlhkost a její případné vysrážení může utlumit nebo odplavit zdroj pachu. Srážky a další povětrnostní faktory přispívají k degradaci nebo zániku cílů průzkumu, jako jsou vzorky trusu (Reed et al. 2011).

Vliv těchto faktorů potvrzuje i Glen & Weltman (2018), kteří pozorovali, že při vyšší vlhkosti vzduchu se přesnost psů zvýšila a při vyšší rychlosti větru naopak snížila. Z jejich studie vyplývá, že vyšší rychlost větru roznáší pach na větší vzdálenost a prodlužuje tak čas k nalezení cíle. Podmínky prostředí také ovlivňují fyziologický stav psů. Vyšší teploty mohou vést ke zvýšené frekvenci dýchání a rychlejší únavě. Dýchání je pro psy primárním prostředkem termoregulace, a protože pes nemůže čichat a dýchat současně, zvýšená frekvence dýchání způsobuje snížení rychlosti čichání a detekce pachu. Nízká vlhkost vzduchu v kombinaci s vysokou teplotou mohou způsobit dehydrataci nebo vysušení nosní sliznice, což výrazně omezuje schopnost psa detekovat pach (Reed et al. 2011).

3.5 Postupy výcviku

Psi pro detekci živočichů či rostlin jsou cvičeni podle podobných postupů jako psi určení pro vyhledávání narkotik či výbušnin (Duggan et al. 2011).

Psi vybraní pro výcvik, musí mít silnou motivaci a vykazovat hravost, což je vysoce motivuje k práci, kde je odměnou hračka např. míč, pešek apod. Psi jsou cvičeni, aby si spojili pach cílového organismu nebo vzorek s odměnou, a tak se naučili aktivně hledat cílový pach. Důležitou částí výcviku je označení, které pes provede naučeným způsobem (sednutím a vyčkávaním) přímo u zdroje pachu (přiblíží nos ke vzorku pachu či k živému jedinci v kontejneru) nebo co nejbližší k zdroji pachu (přiloží nos ke vstupu do nory/hnízda, kde se nachází cílový druh (jedinec)). Toto chování se stává indikátorem, který upozorní psovoda, že zdroj cílového pachu byl lokalizován. Po provedení označení, pokud je psovod schopen potvrdit přítomnost cíle (např. v oblasti je potvrzen jedinec označený radiolokátorem), pes obdrží hračku jako odměnu (Duggan et al. 2011).

3.5.1 Výcvik pro detekci invazních druhů

Příklad výcviku uvádí studie Fukuzawa & Sasahara (2018). Trénink se provádí v místnosti, ve které je nerezový stůl, na němž jsou položeny vzorky pachu. Teplota v místnosti je řízena přibližně na 20,0 ° C (průměr 18,6 ± 1,5 ° C).

Při výcviku se používá látka s nabranými pachy exkrementů či moči a látka bez pachu. Na začátku každého výcviku psovod přiblíží ke psovi sklenici obsahující látku s cílovým pachem po dobu 60 sekund. Po nasumování pachu psem (např. odklonění hlavy od zdroje pachu) dává psovod povel a pouští psa. Při identifikaci cílového pachu v řadě jiných sklenic, které nejprve obsahují vzorky látky, ale neobsahují pach, pes označuje cílový vzorek zalehnutím. Pokud pes označí správnou sklenici, obdrží za odměnu pamlskek. Pokud označí nesprávnou, psovod ho po dobu 3 minut ignoruje. Každý trénink se skládá z 20 takových opakování (Fukuzawa & Sasahara 2018).

S postupujícím výcvikem se psu přidává pach jiných živočichů do ostatních sklenic, aby se pes naučil diferencovat cílový pach od pachu jiných druhů, jedinců apod. Během výcvikových lekcí mezi jednotlivými opakováními jsou psovi poskytovány krátké pauzy. Každý pes absolvuje dva výcvikové bloky, a to i 4x nebo 5x v týdnu. Psovod následně shromáždí data ze záznamu, včetně času, který pes potřeboval k výběru správného vzorku pachu (s přesností 0,01 sekundy). Každá tréninková fáze vyžaduje 100% úspěšnost. Po dosažení tohoto stavu se zahájí test obousměrné alternativní diskriminace (Fukuzawa & Sasahara 2018).

Kontrolní testování se sestává ze dvou kontrolních pokusů (stejně podmínky jako během výcviku) a pěti rozlišovacích pokusů, ve kterých psovod předkládá psovi vzorek s pachem zvířete nebo vzorek s pachem exkrementu či moči. Kontrolní zkoušky se sestávají ze 40 vzorků různých pachů (celkem 80 pokusů) a rozlišovací zkoušky z 50 vzorků pachu (celkem 100

pokusů). Ve všech těchto pokusech je typ pachu náhodný a psůvod neví, která sklenice obsahuje cílový vzorek pachu (Fukuzawa & Sasahara 2018).

3.5.2 Výcvik pro detekci živočišných druhů

Duggan et al. (2011), demonstrovali výcvik ve studii věnující se průzkumu ohroženého druhu veverky *Poliocellus franklinii*. Cílem výcviku bylo naučit psy rolišit mezi pachem *Ictidomys tridecemlineatus* a pachem *Poliocellus franklinii*.

Výcvik byl rozdělen do dvou fází:

V první fázi se veverky druhu *Poliocellus franklinii* umístí do 0,3m dlouhých PVC trubek s mřížkovým uzávěrem, což umožňuje psům cítit pach, ale nenavázat vizuální kontakt. První dva dny výcviku jsou PVC trubky umístěny ve vysoké trávě a psi jsou s pachy seznamováni během procházek. Vysoká vegetace simuluje přirozené podmínky výskytu druhu (Duggan et al. 2011).

Třetí den výcviku simuluje hledání jedinců v norách. Cíloví jedinci se umístí do PVC trubek dlouhých 2-3m a jejich pohyb se omezí na 30cm oblast v zadní části trubky. Na trubce jsou 90 stupňové záhyby a na jejím konci je navršena čerstvá zemina. Délka a tvar PVC trubek neumožňuje umístění pod úroveň terénu, proto se umísťují do vysoké vegetace (Duggan et al. 2011).

Během tréninku procházejí psůvodi trasu, na níž je umístěno 5 PVC trubek ve vzdálenosti 3 m. Každé označení psem se zaznamenává. Některé trubky obsahují jedince necílového druhu *Ictidomys tridecemlineatus*, jiné trubky cílový druh *Poliocellus franklinii*. Zbytek trubek je prázdný a slouží ke kontrolním účelům. Za správné označení se pes odmění. Trubky obsahující jedince *Poliocellus franklinii* se skladují izolovaně od ostatních, aby se zabránilo vzájemné kontaminaci pachu necílového druhu hlodavce (Duggan et al. 2011).

V druhé fázi výcviku se na jedince druhu *Poliocellus franklinii* připevní radiolokátory, a umístí se do nor. Cílem je nalezení a označení vchodu do nor (Duggan et al. 2011).

3.5.3 Výcvik pro identifikaci invazních rostlin

K identifikaci jedinců invazních druhů se využívá jak psů, tak lidí. Nicméně u psů je dosaženo větších úspěchů díky identifikaci rostlin v raných stádiích růstu (McLean et al. 2017).

Výcvik psů k detekci pachu *Centaurea maculosa*.

Čtyři až šest dutých betonových cihel se umístí 3 m od sebe v řadě. Cílové rostliny *Centaurea maculosa* se umístí do jedné cihly a zbývající cihly obsahují vzorek pachu druhu *Agropyron cristatum*, zeminu nebo jsou ponechány prázdné (Goodwin et al. 2010).

Na všechny cihly se položí dutá betonová cihla, která zamezuje psům navázat vizuální kontakt se vzorky. Každý pes označuje pach na volno bez pomoci psůvoda. Umístění vzorků *Centaurea maculosa* se v každém pokusu změní, přičemž ze začátku psůvodi ví o jejich umístění. Označení správného vzorku se odmění hrou a pochvalou. Pokud pes neidentifikuje vzorek, celý proces se opakuje. Stejně tak pokud pes označí nesprávný vzorek (Goodwin et al. 2010).

Do výcviku se zahrnují i scénáře, kdy cílový vzorek v prohledávané oblasti není. To je prováděno nahodile (2x nebo 3x z 10 pokusů), podle uvážení psůvoda. Tím se zabráni tomu, aby pes neočekával odměnu při každém pokusu. Jakmile psi dosáhnou úspěšnosti $\geq 80\%$,

přechází se k další fázi výcviku. V další fázi psovodi neví o umístění cílového vzorku. Tím se vyloučí nechtěné ovlivňování psa (Goodwin et al. 2010).

3.5.4 Výcvik pro detekci nemocí

K výcviku se využívá testovací deska. Ta sestává z dřevěného prkna (250 cm x 40 cm) s osmi otvory (průměr 7 cm, 30 cm od sebe) na středové linii, do které se vkládají nerezové nádoby obsahující testovací vzorky. Psi začínají hledat na jednom konci desky, nechávají se projít oběma směry, aby zkontrolovali všech osm vzorků. Deska je rozdělena do dvou sekcí, každá se čtyřmi otvory, přičemž každá sekce obsahuje jeden pozitivní a tři negativní vzorky (Johnen et al. 2013).

Ke stanovení citlivosti a specifity se využívá specifická testovací platforma a deska pro detekci pachů. Zkušební platforma je identická se cvičnou platformou, ale je vybavena krytem, který zakrývá osm nerezových nádob se vzorky pachu. Tento kryt se dá přesouvat do dvou poloh. V první poloze odhaluje obsah 4 nádob, který může pes zkontrolovat. Ve druhé poloze odhaluje zbylé 4 nádoby. Psovod, kde je umístěn vzorek s cílovým pachem (Johnen et al. 2013).

3.6 Negativní vlivy psů na volně žijící živočichy

3.6.1 Detekční psi

Použití psů cvičených k lokalizaci volně žijících živočichů může zvýšit riziko přilákání potenciálních predátorů nebo změnit chování cílových druhů. Důvodem je, že pes jako potenciální predátor zanechává svou pachovou stopu na místech svého výskytu a tím může vyvolat například opuštění stanovišť své potenciální kořisti. Tyto potenciálně negativní účinky se stávají ještě problematictějšími při zacházení s ohroženými druhy, jako je např. želva pouštní (*Gopherus agassizii*) (Cablak et al. 2006).

Studie se zabývala třemi základními aspekty týkajícími se použití psů cvičených k lokalizaci želv ve volné přírodě (Heaton et al. 2008).

První aspekt se zaměřil na potenciál psů přilákat nativní a nepřírozené predátory na místa výskytu rychleji než při hledání za pomoci lidí, a to porovnáním přítomnosti predátorů před a po návštěvě psů a lidí. Tento bod se však nepotvrdil (Heaton et al. 2008).

Zadruhé byl sledován rozdíl v riziku predace. Porovnání proběhlo u želv, které se setkaly detekčními psy, a jedinců, kteří přišli do kontaktu s lidmi. Monitorování probíhalo intenzivně 5 týdnů a další pozorování po roce. Výsledky pozorování neprokázaly žádné známky stresu u želv způsobeného výskytem psů nebo lidí (Heaton et al. 2008).

Zatřetí byly sledovány pohybové vzorce želv po setkání s lidmi nebo psy. Pohyb pouštních želv se významně nelišil po kontaktu s člověkem či psem (Heaton et al. 2008).

Na základě těchto výsledků studie dospěla k závěru, že použití psů k vyhledávání pouštních želv ve volné přírodě nezvyšuje jejich přitažlivost pro predátory, nezvyšuje riziko predace ani nemění pohybové vzorce pouštních želv více než průzkumy prováděné lidmi (Heaton et al. 2008).

3.6.2 Domácí psi

Počet domácích psů, jejichž počet se odhaduje na celém světě na přibližně 400 milionů, z toho 74,8 milionu ve Spojených státech amerických, vysoce převyšuje počty jiných psovitých šelem. Psi často doprovázejí rekreanty do chráněných oblastí, což může mít řadu dopadů na volně žijící živočichy (Lenth et al. 2008).

Ellwanger & Chies et al. (2019) ve své studii potvrdili, že volně se potulující psi mohou ohrožovat živočichy ať už lovem či bojem o teritorium.

Vzhledem k tomu, že většina psů doprovází rekreanty, jsou jejich aktivity soustředěny na aktivitu během dne podél stezek, zatímco volně žijící psovité šelmy se volně pohybují a jsou neaktivnější během šera a noci, zejména v přítomnosti lidí (Lenth et al. 2008).

Psi jsou schopni lovit a zabít různé druhy kořisti, jako je jelen běloocasý (*Odocoileus virginianus*), včetně ohroženého poddruhu *Odocoileus virginianus clavium*, drobní savci a hnízdící ptáci, jako jsou divocí krocani (*Meleagris gallopavo*). Volně žijící zvířata mohou vnímat psy jako predátory a být vystavena stresu, s tím je spojen přesun do jiné oblasti a změny v jejich přirozeném chování (Lenth et al. 2008).

Yan et. al (2019) poukazují na to, že psi nepředstavují nebezpečí jenom narušením teritoria či lovem zvěře, mohou být také i rezervoárem parazitů a infekčních onemocnění. Toto riziko je zvyšováno s počtem neočkovaných a volně se pohybujících psů. Ti se totiž často pohybují v oblastech s vysokým výskytem zvěře, kde fekálie nemocných jedinců mohou představovat riziko pro populaci jiných druhů.

Ellwanger & Chies et al. (2019) toto tvrzení doplňují tím, že pes se v těchto případech může stát obousměrným přenašečem nemoci. To znamená, že nemoci, paraziti vyskytující se ve většině případů mohou být psem přeneseny na člověka, a to díky blízkému kontaktu. Stejně tak může pes přenést nemoci či parazity vyskytující se u lidí na živočichy (převážně savce) v přírodě. Z těchto nemocí to může být například adenovirus, coronavirus, herpesvirus či parvovirus.

4 Závěr

Ze zjištěných informací vyplývá, že pes může být velmi užitečným prostředkem k ochraně biodiverzity. Využití psa k lokalizaci vzorků je efektivní podporou technologických řešení ve studiích zabývajících se ochranou diverzity. Použití psa ke sběru vzorků a následné lokalizaci cílových druhů je mnohdy efektivnější než sběr za pomoci technologických prostředků, jako jsou fotopasti či lapače srsti. Obrovskou výhodou je, že psi hledají takové vzorky pachu, které umožňují určit stáří, pohlaví či dokonce konkrétního jedince, což je například u technických metod sběru vzorků velmi obtížné. Pes tímto umožňuje výzkumníkům sbírat vzorky poskytující přesnější informace.

Co se týče spolehlivosti, je prokázáno, že pes při lokalizaci vzorků prokazuje obvykle výrazně vyšší spolehlivost než člověk. Navíc je v porovnání s technologickými prostředky daleko spolehlivější. U elektronických zařízení může dojít k poruchám a v případě výzkumu na odlehlých stanovištích k výpadkům signálu, rušení apod. Pes na druhou stranu může onemocnět či se zranit, ale onemocnění se dá předcházet prevencí a riziko zranění může ovlivnit psův včasným vyhodnocením situace.

Pes se ukázal v drtivé většině případů efektivnějším než člověk. Z toho lze vyvodit, že i z ekonomického hlediska je použití psa lepší než použití lidské pracovní síly. U psa je největším finančním nákladem výcvik. Další náklady na zabezpečení životních potřeb jsou oproti člověku zanedbatelné.

Protože je nasazení psa v ochranné činnosti poměrně novým úkazem, je stále spousta prostoru ke zlepšení. Nicméně je jasné, že použití psa je vhodnou neinvazivní metodou, která je šetrná k životnímu prostředí a k organismům žijícím ve studovaných oblastech. Je sice prokázáno, že psi obecně mohou ovlivnit pohyb či chování zvěře v jednotlivých oblastech, nicméně pokud je pes veden psůvem, je toto riziko minimalizováno.

5 Literatura

- Arandjelovic M, Bergel RA, Ikfuingei R, Jameson Ch, Parker M, Vigilant L. 2015. Detection dog efficacy for collecting faecal samples from the critically endangered Cross River gorilla (*Gorilla gorilla diehli*) for genetic censusing. *Royal Society Open Science* **2**.
- Aspinall V. 2014. Anatomy and Physiology of the Dog and Cat 4. The Nervous System. *Veterinary Nursing Journal* **18**:156-161.
- Aspinall V. 2014. Anatomy and physiology of the dog and cat. 7. The respiratory system. *Veterinary Nursing Journal* **19**:100-100.
- Beckmann JP, Waits LP, Hurt A, Whitelaw A, Bergen S. 2015. Using Detection Dogs and Rspf Models to Assess Habitat Suitability for Bears in Greater Yellowstone. *Western North American Naturalist* **75**:396-405.
- Beebe SC, Howell TJ, Bennett PC. 2016. Using Scent Detection Dogs in Conservation Settings: A Review of Scientific Literature Regarding Their Selection. *Frontiers in Veterinary Science* **3**:96
- Bennett EM, Hauser CE, Moore JL. 2020. Evaluating conservation dogs in the search for rare species. *Conservation Biology* **34**:314-325.
- Brook SM, van Coeverden de Groot P, Scott C. 2012. Integrated and novel survey methods for rhinoceros populations confirm the extinction of *Rhinoceros sondaicus annamiticus* from Vietnam. *Biological Conservation* **155**:59-67.
- Browne CM, Stafford KJ, Fordham RA. 2006. The use of scent-detection dogs. *Irish veterinary journal* **59**:97-104.
- Browne CM, Stafford KJ, Fordham RA. 2015. The detection and identification of tuatara and gecko scents by dogs. *Journal of Veterinary Behavior* **10**:496-503.
- Cablk ME, Heaton JS. 2006. Accuracy and reliability of dogs in surveying for desert tortoise (*Gopherus agassizii*). *Ecological Applications* **16**:1926-1935.
- Cazzolla Gatti R. 2017. A century of biodiversity: some open questions and some answers. *Biodiversity* **18**:175-185.
- Craven BA, Neuberger T, Paterson EG, Webb AG, Josephson EM, Morrison EE, Settles GS. 2007. Reconstruction and Morphometric Analysis of the Nasal Airway of the Dog (*Canis familiaris*) and Implications Regarding Olfactory Airflow. *The Anatomical Record: Advances in Integrative Anatomy and Evolutionary Biology* **290**:1325-1340.
- Cristescus RH, Foley E, Markula A, Jackson G, Jones D, Frère C. 2015. Accuracy and efficiency of detection dogs: a powerful new tool for koala conservation and management. *Scientific Reports*. **5**, Article number: 8349
- DeMatteo KE, Davenport B, Wilson LE, 2019. Back to the basics with conservation detection dogs: fundamentals for success. *Wildlife Biology* **2019**:1-9.

- DeMatte KE, Rinas MA, Sede MM, Davenport B, Argüelles CF, Lovett K, Parker PG. 2009. Detection Dogs: An Effective Technique for Bush Dog Surveys. *Journal of Wildlife Management* **73**:1436-1440.
- Duggan JM, Heske EJ, Schooley RL, Hurt A, Whitelaw A. 2011. Comparing detection dog and livetrapping surveys for a cryptic rodent. *The Journal of Wildlife Management* **75**:1209-1217.
- Ellwanger JH, Chies JAB. 2019. The triad “dogs, conservation and zoonotic diseases” – An old and still neglected problem in Brazil. *Perspectives in Ecology and Conservation* **17**:157-161.
- Fischer-Tenhagen C, Theby V, Krömker V, Heuwieser W. 2018. Detecting *Staphylococcus aureus* in milk from dairy cows using sniffer dogs. *Journal of Dairy Science* **101**:4317-4324.
- Fukuzawa M, Sasahara M. 2019. Training dogs to detect invasive alien species in Japan: Discrimination of reptile odor. *Journal of Veterinary Behavior* **30**:49-53.
- Galibert F, Azzouzi N, Quignon P, Chaudieu G. 2016. The genetics of canine olfaction. *Journal of Veterinary Behavior* **16**:86-93.
- Gaston KJ, Spicer JJ. 2004. *Biodiversity: an introduction* 2nd ed. Malden, MA: Blackwell.
- Glen AS, Veltman CJ. 2018. Search strategies for conservation detection dogs. *Wildlife Biology* 2018
- Goodwin KM, Engel RE, Weaver DK. 2010. Trained Dogs Outperform Human Surveyors in the Detection of Rare Spotted Knapweed (*Centaurea stoebe*). *Invasive Plant Science and Management* **3**:113-121.
- Hagell SE. 2010. Conserving forest connectivity for the Central American spider monkey (*Ateles geoffroyi*) in southwestern Nicaragua [*dissertation thesis*]. Northern Arizona University, Arizona
- Harrison RL. 2006. A Comparison of Survey Methods for Detecting Bobcats. *Wildlife Society Bulletin* **34**:548-552.
- Heaton JS, Cablk ME, Nussear KE, Esque TC, Medica PA, Sagebiel JC, Francis SS. 2008. Comparison of Effects of Humans Versus Wildlife-Detector Dogs. *The Southwestern Naturalist* **53**:472-479.
- Challender DWS, Macmillan DC. 2014. Poaching is more than an Enforcement Problem. *Conservation Letters* **7**:484-494.
- Chambers CL, Vojta ChD, Mering ED, Davenport B. 2015. Efficacy of scent-detection dogs for locating bat roosts in trees and snags. *Wildlife Society Bulletin* **39**:780-787.
- Jamieson LTJ, Baxter GS, Murray PJ. 2018. Who’s a Good Handler? Important Skills and Personality Profiles of Wildlife Detection Dog Handlers. *Animals* **8**:222.

- Johnen D, Heuwieser W, Fischer-Tenhagen C. 2013. Canine scent detection—Fact or fiction? *Applied Animal Behaviour Science* **148**:201-208.
- Kerley LL, Salkina GP. 2007. Using Scent-Matching Dogs to Identify Individual Amur Tigers from Scats. *Journal of Wildlife Management* **71**:1349-1356.
- Koskinen A, Bachour A, Vaarno J, Koskinen H, Rantanen S, Bäck L, Klockars T. 2019. A detection dog for obstructive sleep apnea. *Sleep and Breathing* **23**:281-285.
- Leigh KA, Dominick M, McPherson J. 2015. An assessment of the effects of habitat structure on the scat finding performance of a wildlife detection dog. *Methods in Ecology and Evolution* **6**:745-752.
- Lenth BE, Knight RL, Brennan ME. 2008. The Effects of Dogs on Wildlife Communities. *Natural Areas Journal* **28**:218-227.
- Lieskovská N, Minichová L, Šorf R, Gacíková E, Vrbová E, Kazimírová M, Sekeyová Z. 2018. Dogs as sentinels for distribution of spotted-fever group rickettsiae in Slovakia. *Travel Medicine and Infectious Diseases*. **26**:64-65.
- Lin HM, Chi WL, Lin ChCh, Tseng YCh, Chen WT, Kung YL, Lien YY, Chen YY. 2011. Fire Ant-Detecting Canines: A Complementary Method in Detecting Red Imported Fire Ants. *Journal of Economic Entomology* **104**:225-231.
- Long RA, Donovan TM, Mackay P, Zielinski WJ, Buzas JS. 2007. Comparing Scat Detection Dogs, Cameras, and Hair Snares for Surveying Carnivores. *Journal of Wildlife Management*. **71**:2018-2025.
- Mathews F, Swindells M, Goodhead R, August TA, Hardman P, Linton DM, Hosken DJ. 2013. Effectiveness of search dogs compared with human observers in locating bat carcasses at wind-turbine sites: A blinded randomized trial. *Wildlife Society Bulletin* **37**:34-40.
- McConkey KR. 2018. Seed Dispersal by Primates in Asian Habitats: From Species, to Communities, to Conservation. *International Journal of Primatology* **39**:466-492
- McLean IG, Sargisson RJ, Westerman P. 2017. A dog as a generalist plant detection tool. *Weed Research* **57**:287-292.
- McManis ChR. 2012. *Biodiversity and the Law*. Earthscan, London.
- Nielsen TP, Jackson G, Bull CM. 2016. A nose for lizards; can a detection dog locate the endangered pygmy bluetongue lizard (*Tiliqua adelaidensis*)? *Transactions of the Royal Society of South Australia* **140**:234-243.
- Nussear KE, Esque TC, Heaton JS, Cablk ME, Drake KK, Valentin C. 2008. Are wildlife detector dogs or people better at finding desert tortoises (*Gopherus Agassizii*)? *J Herpetol Conserv Biol* **3**:103-15.
- O'Connor S, Park KJ, Goulson D. 2015. Humans versus dogs; a comparison of methods for the detection of bumble bee nests. *Journal of Apicultural Research* **51**:204-211.

Oliveira MLde, Norris D, Ramírez JFM, Peres PHdeF, Galetti M, Duarte JMB. 2012. Dogs can detect scat samples more efficiently than humans: an experiment in a continuous Atlantic Forest remnant. *Zoologia (Curitiba)* **2**.

Orkin JD, Yang Y, Yang Ch, Yu DW, Jiang X. 2016. Cost-effective scat-detection dogs: unleashing a powerful new tool for international mammalian conservation biology. *Scientific Reports*. **6**, Article number: 34758

Paula J, Leal MC, Silva MJ, Mascarenhas R, Costa H, Mascarenhas M. 2011. Dogs as a tool to improve bird-strike mortality estimates at wind farms. *Journal for Nature Conservation* **19**:202-208.

Radosevich SR, Stubbs MM, Ghera CM. 2003. Plant invasions—process and patterns. *Weed Science* **51**:254-259.

Reed SE, Bidlack AL, Hurt A, Getz WM. 2011. Detection distance and environmental factors in conservation detection dog surveys. *The Journal of Wildlife Management* **75**:243-251.

Reindl SA. 2004. Efficacy of Scent Dogs in Detecting Black-Footed Ferrets (*Mustela nigripes*) at a Reintroduction Site in South Dakota [MSc. Thesis]. South Dakota State University, Dakota

Reindl-Thompson SA, Shivik JA, Whitelaw A, Hurt A, Higgins KF, McCleery. 2006. Efficacy of Scent Dogs in Detecting Black-Footed Ferrets at a Reintroduction Site in South Dakota. *Wildlife Society Bulletin* **34**:1435-1439.

Ritzer G. 2007. *The Blackwell Encyclopedia of Sociology*. Blackwell Publishing, Oxford.

Robertson HA, Fraser JR. 2009. Use of trained dogs to determine the age structure and conservation status of kiwi *Apteryx* spp. populations. *Bird Conservation International* **19**:121-129.

Rosell F, Cross HB, Johnsen ChB, Sundell J, Zedrosser A. 2019. Scent-sniffing dogs can discriminate between native Eurasian and invasive North American beavers. *Scientific Reports* **9**.

Savidge JA, Stanford JW, Reed RN, Haddock GR, Adams AAY. 2010. Canine detection of free-ranging brown treesnakes on Guam. *N Z J Ecol* **35**:174-81.

Silva SSD, Nguyen TTT, Turchini GM, Amarasinghe US, Abery NW. 2009. Alien Species in Aquaculture and Biodiversity: A Paradox in Food Production. *AMBIO: A Journal of the Human Environment* **38**:24-28.

Simon AG, Mills DK, Furton KG. 2017. Chemical and canine analysis as complimentary techniques for the identification of active odors of the invasive fungus, *Raffaelea lauricola*. *Talanta* **168**:320-328.

Smith DA, Ralls K, Hurt A, Adams B, Parker M, Davenport B, Smith MC, Maldonado JE. 2003. Detection and accuracy rates of dogs trained to find scats of San Joaquin kit foxes (*Vulpes macrotis mutica*). *Animal Conservation* **6**:339-346.

- Smith DA, Ralls K, Cypher BL, Maldonado J. 2005. Assessment of scat-detection dog surveys to determine kit fox distribution. *Wildlife Society Bulletin* **33**:897-904.
- Stevenson DJ, Ravenscroft KR, Zappalorti RT, Ravenscroft MD, Weigley SW, Jenkins CL. 2010. Using a wildlife detector dog for locating Eastern Indigo snakes (*Drymarchon couperi*). *Herpetol Rev* **41**:437-42.
- Troisi CA, Mills DS, Wilkinson A, Zulch HE. 2019. Behavioral and Cognitive Factors That Affect the Success of Scent Detection Dogs. *Comparative Cognition & Behavior Reviews* **14**:51-76.
- Vynne C, Skalski JR, Machado RB. 2011. Effectiveness of Scat-Detection Dogs in Determining Species Presence in a Tropical Savanna Landscape. *Conservation Biology* **25**:154-162.
- Wasser SK, Davenport B, Ramage ER, Hunt KE, Parker M, Clarke CH, Stenhouse G. 2004. Scat detection dogs in wildlife research and management: application to grizzly and black bears in the Yellowhead Ecosystem, Alberta, Canada. *Canadian Journal of Zoology* **82**:475-492.
- Wasser SK, Hayward LS, Hartman J. 2012. Using Detection Dogs to Conduct Simultaneous Surveys of Northern Spotted (*Strix occidentalis caurina*) and Barred Owls (*Strix varia*). *PLoS ONE* (e42892) DOI: 10.1371/journal.pone.0042892.
- Waters J, O'Connor S, Park KJ, Goulson D. 2011. Testing a detection dog to locate bumblebee colonies and estimate nest density. *Apidologie* **42**:200-205
- Wilson EO, Perlman DL. 2000. *Conserving earth's biodiversity*. Island Press, Washington, D.C.
- Wultsch C, Waits LP, Kelly MJ. 2014. Noninvasive individual and species identification of jaguars (*Panthera onca*), pumas (*Puma concolor*) and ocelots (*Leopardus pardalis*) in Belize, Central America using cross-species microsatellites and faecal DNA. *Molecular Ecology Resources* **14**:1171-1182.
- Yan X, Owens JR, Wen Y. 2019. Dogs and Disease Threats to Giant Pandas in China. *The Journal of Wildlife Management* **84**:268-276