

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra zoologie a rybářství



Schopnost potkaních samců rozlišovat jednotlivé pachy

Diplomová práce

Veronika Opplová

Zájmové chovy zvířat AMPS

Prof. Ing. Iva Langrová, CSc.

© 2020 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Schopnost potkaních samců rozlišovat jednotlivé pachy" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 14. 4. 2020

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala prof. Ing. Ivě Langrové, CSc., vedoucí mé diplomové práce za vstřícný přístup, ochotu a rady při psaní této práce. Dále děkuji Ing. Ludvíku Pincovi, Ph.D., Ing. Lucii Vynikalové a Ing. Nicole Vošvrdové za hodnotné rady a důležité připomínky při tréninku potkanů. V neposlední řadě chci poděkovat také své rodině a přátelům za jejich podporu po celou dobu studia.

Schopnost potkaních samců rozlišovat jednotlivé pachy

Souhrn

Čich je jedním z nejdůležitějších smyslů zvířat. Většina savčích druhů má schopnost detekovat a rozlišit veliké množství chemických struktur. Například krysy obecné *Rattus rattus* mají velmi rozvinutou schopnost detekovat a identifikovat odoranty i v minimálních koncentracích. Olfaktorickou citlivost jedince ovlivňuje několik faktorů. Může jimi být věk jedince nebo krmný stav zvířete (k jakému množství potravy a jak často má přístup).

Každý pach je specifický nejen díky struktuře jednotlivých molekul, ale také díky jejich koncentraci, jejich specifické kombinaci a relativní koncentraci složek ve směsi odorantových molekul. Vzhledem k tomu, že většina pachů jsou složité směsi několika jednotlivých složek, je rozlišení jednoho pachu od druhého obtížné. Předchozí zkušenosti však schopnost detekce pachu zvyšují. Při rozvoji čichové citlivosti hraje roli opakované vystavování jedince danému pachu. Z toho plyne, že učení je nezbytnou součástí olfaktorického vnímání.

V této práci je také popsán tzv. behavioral skills training, což je souhrn instrukcí, modelování a zkoušek s odezvou na výkon. Jedná se v podstatě o doporučení, jak by měl trenér správně postupovat při tréninku, aby bylo dosaženo co nejlepších výsledků a byly naplno využity schopnosti trénovaného jedince.

Mezi nejčastěji používané hlodavce, co se olfaktorické týče, patří africké krysy obrovské *Cricetomys gambianus*. Na jejich výcviku a následném využití se podílí především belgická výzkumná nezisková organizace APOPO. Vyškolení trenéři zde učí krysy detekovat tuberkulózu (využití v subsaharské Africe) nebo výbušniny (především Mozambik, Angola, Kambodža). Krysy obrovské se v této oblasti ukázaly jako rychlejší a přesnější bioindikátor plicní tuberkulózy než laboratorní testy. Navíc je tento druh vysoce odolný vůči této nemoci.

Aby krysy mohly bezpečně detekovat miny v terénu, je potřeba více než 9 měsíční speciální výcvik.

Trénink potkanů probíhal na základě pozitivního posilování. Krátce po odstavu jsem začala mláďata trénovat na kliker a odměnu. Když si potkani spojili zvuk klikeru s odměnou, mohli jsme zahájit trénink. Nejdříve jsme trénovali bez snifferů, později s prázdnými sniffery, a nakonec jsem do nich přidala lidské pachy. Obtížnost jsem zvyšovala přidáváním snifferů i nových pachů.

V kriminalistice se pro pachovou identifikaci používají psi. Ti jsou ale nároční na prostor a chov. Snažili jsme se tedy najít druh, který by je mohl nahradit nebo doplnit. Jako vhodné subjekty se jeví potkani *Rattus norvegicus*, kteří mají citlivý čich, jsou nenároční na chov a jsou vysoce sociální a učenliví.

Potkani byli opravdu schopni naučit se rozlišovat jednotlivé pachy a správně je označit. Bohužel však musel být projekt předčasně ukončen z důvodu uhynutí jednoho z potkanů. Jelikož jsou vysoce sociální, tak druhý potkan smutnil, přestal jevit zájem o trénink, a tak již nebylo možné v projektu pokračovat. To vede k závěru, že by bylo reálné vycvičit potkany pro pachovou identifikaci osob. Ale kvůli jejich krátkověkosti není možné je pro práci dlouhodobě využívat.

Klíčová slova: potkan, pach, kliker, sniffer, chování

The ability of rat males distinguish individual odors

Summary

Olfaction is one of the most important senses of animals. Most mammalian species have the ability to detect and distinguish a large number of chemical structures. For example, rats *Rattus rattus* have a well-developed ability to detect and identify odorants even at minimal concentrations. The olfactory sensitivity of an individual is affected by several factors (e.g. age or animal feeding status).

Each odor is specific because of the structure of the individual molecules, their concentration, their specific combination and the relative concentration of the components in the compound of odorant molecules. Most odors are complex of several individual components, so it is difficult to distinguish one odor from another. Previous experience increases the ability to detect odors. Olfactory sensitivity improves with repeated exposure of an individual to a given odor. Which means that learning is an essential part of olfactory perception.

This project also describes behavioural skills training, which is a complex of instruction, modelling and testing with performance response. It is a recommendation of how a trainer should proceed properly during training to achieve the best possible results and utilise all skills of the trained individuals.

The most commonly used rodent for olfactory is the African pouched rat *Cricetomys gambianus*. The Belgian research non-profit organization APOPO is mainly involved in their training and subsequent utilising. Trained coaches teach rats to detect tuberculosis (used in sub-Saharan Africa) or landmines (especially Mozambique, Angola, Cambodia). Giant pouched rats are a faster and more accurate bioindicator of pulmonary tuberculosis than laboratory tests in these part of Africa. Besides, this species is highly resistant to this disease.

We need more than 9 months of special training to enable rats to safely detect landmines.

The training of the rats *Rattus norvegicus* was based on positive reinforcement. Shortly after weaning, I started training the juveniles for a clicker and a reward. When the rats connected the sound of the clicker with the reward for themselves, we could start training. At first, I trained them without any sniffer, later with an empty sniffer and finally, I added human odours into the sniffers. I increased the difficulty by adding sniffers and new odours.

In forensics, dogs are used for odor identification. But they are demanding on place and breeding. But they are demanding on place and breeding. So we tried to find a species that could replace them. Rats *Rattus norvegicus* which have a sensitive sense of smell, are easy to breed and are highly social and teachable, appeared to be proper subjects.

The rats were really able to learn to distinguish individual odors and indicate them correctly. Unfortunately, I had to terminate my project because of the death of one of the rats. Because they are very social, the second rat became sad and did not interest in training. So it was not possible to continue in this project. This leads to the conclusion that it would be realistic to train rats for odor identification. But due to their short lifetime, it is not possible to use them for his work in the long term.

Keywords: rat, odour, clicker, sniffer, behaviour

Obsah

1	Úvod.....	8
2	Cíle práce.....	9
3	Literární rešerše.....	10
3.1	Čich a stavba čichového bludiště	10
3.1.1	Citlivost čichu	11
3.1.2	Čich hlodavců.....	12
3.2	Asociace sluchového vjemu a pachu.....	13
3.3	Behavioral skills training	13
3.4	Podobné výzkumy.....	15
3.4.1	APOPO.....	15
3.4.2	Detekce tuberkulózy.....	15
3.4.3	Detekce výbušnin.....	17
3.5	Pachová identifikace	18
3.6	Lidský pach	19
4	Zhodnocení podkladových údajů	21
5	Vlastní projekt	22
5.1	Použité subjekty	22
5.2	Materiál.....	22
5.2.1	Dezinfekce materiálu	23
5.3	Odběr pachu	23
5.4	Trénink potkanů	24
5.4.1	Ochočení.....	25
5.4.2	Práce s klikerem.....	25
5.4.3	Jeden sniffer.....	26
5.4.3.1	Bez pachu.....	26
5.4.3.2	S pachem.....	27
5.4.4	Dva sniffery	27
5.4.5	Tři sniffery.....	27
5.4.6	Čtyři sniffery.....	28
5.4.7	Dva různé pachy.....	29
5.4.8	Tři různé pachy	29
5.5	Trénink potkanů v praxi	30
6	Diskuze.....	35
6.1	Čich	35
6.2	Trénink	35

6.3	Pachová identifikace.....	36
6.4	Negativní aspekty.....	37
7	Závěr	38
8	Literatura.....	39

1 Úvod

Čich je u zvířat jedním z nejdůležitějších smyslů. V průběhu evoluce se u některých druhů vyvinul více, u některých méně. U různých zvířat se vyvinuly různé systémy na detekci těkavých látek a pachů, laděných na specifické potřeby každého druhu. Čich umožňuje zvířatům detekovat, rozlišovat a reagovat na širokou škálu různých chemických látek, dokonce i s podobnou molekulární strukturou, nacházející se v životním prostředí.

V několika zemích se uplatňuje psí kynologie, jejíž součástí je i pachová identifikace osob. Psi jsou však náročnější na prostor, formu výcviku a péči. Rozhodli jsme se tedy zkusit, zda by bylo možné nahradit psy v kriminalistice potkany.

Proč zrovna potkany? Jak již bylo zjištěno, i hlodavci mají výborný čich. Například krysy obrovské se dlouhodobě využívají pro vyhledávání výbušnin či k detekci tuberkulózy. A potkani nejen, že mají silně vyvinutý čich, ale také nejsou tolik náročni na prostor a chov a jedná se také o vysoce inteligentní a sociální druh. To jsou ideální předpoklady, které pro tento výcvik a projekt potřebujeme.

2 Cíle práce

Cílem tohoto projektu bylo zjistit, zda by bylo možné využít potkaní samce pro pachovou identifikaci lidí. Tedy jestli budeme schopní potkany vytrénovat tak, aby byli schopní individuální lidský pach vyhledat a odlišit ho od ostatních. Na závěr také zhodnotíme, zda je tento druh pro takovýto typ práce opravdu vhodný.

Získané výsledky porovnáme s podobnými výzkumy (jako je detekce tuberkulózy nebo výbušnin) prováděné pomocí krys obrovských *Cricetomys gambianus* Waterhouse, 1840.

3 Literární rešerše

3.1 Čich a stavba čichového bludiště

Reece (2011) publikoval, že těla nervových buněk se nachází ve sliznici nosní dutiny a to na místě, které se nazývá čichová část nosní sliznice. Její velikost je přímo úměrná stupni rozvoje čichu a je rozdílná u různých druhů zvířat. Například čichový receptor psa pravděpodobně není citlivější než lidský, ale větší plocha čichové části nosní sliznice umožňuje psovi ucítit pach látky tisíckrát zřetelněji, než to dokáže člověk.

Jak uvádí Wackermannová et al. (2016), většina savčích druhů má schopnost detekovat velké množství chemických struktur. Tyto struktury nazýváme odoranty a feromony. Vnímání těchto látek zprostředkovává několik čichových systémů. Mezi ty hlavní patří hlavní čichový systém a vomeronazální systém. Podílí se však také menší čichové systémy, jako jsou septální orgán či Gruenebergův ganglion. Čich je také nedílnou součástí ochrany organismu, jelikož díky němu jedinec včas rozezná případné zdravotní riziko či bezprostřední hrozby (jako je například požár, únik zemního plynu, shnilé jídlo nebo toxiny). Tímto vyplývá, že hraje rozhodující roli také ve výživě.

Dle Hanzlové a Hemzy (2014) se čichový systém u mammalií dělí na tyto subsystemy:

hlavní čichový systém (MOS) – prchavé a neprchavé vůňové ligandy, prchavé aminy, uroguanylin, guanylin, CO₂, signál moči, 2,5dimethylpyrazin-5-hepton, liliová vůně. Skládá se ze dvou typů buněk: olfaktorických neuronů a mikrovilárních buněk

přídavný čichový systém (AOS) = vomeronazální systém – těkavé feromony, geneticky zakódované ligandy – peptidy, proteiny, obecné čichové ligandy. Obsahuje dva čichové subsystemy: apikální a bazální, a dvě třídy vomeronazálních receptorů: V1R a V2R

septální orgán Maserův (SO) - těkavé vůně, nedeterminované vůně

Gruenebergovo ganglion (GG) = alarmový systém čichový – ostré vůně

trigeminální systém - obecné vůňové ligandy – liliové, citronové, muškátové, CO₂, ostré vůně (kyseliny, louhy)

K jednotlivým čichovým strukturám se molekuly dostávají na základě své molekulární váhy při vdechu a stratifikaci proudnic při vdechu nosem, zároveň propojení na struktury v mozku má čich i význam prostorové orientace.

Jak udává Brechbuhl et al. (2014), u některých druhů se mohou vyskytovat septální orgán a Gruenebergův ganglion, což jsou prostorově segregované shluky senzoričkových buněk. Zvláště dobře vyvinuté jsou právě u myší.

Reece (2011) popisuje stavbu čichového bludiště následovně. Každá čichová receptorová buňka je neuron. Dendrit čichové buňky vyčnívá do prostoru nad čichovou oblastí nosní sliznice ve štěrbinách mezi podpůrnými buňkami. Tyto buňky poskytují hlavní oporu pro dendritické výběžky a oddělují těla čichových buněk od prostoru dutiny nosní. Řasinky smyslové čichové buňky vyčnívají do nosní dutiny z olfaktorických váčků, což jsou rozšířeniny na konci dendritů. Obvykle jsou řasinky pokryty tenkou vrstvou sekretu subepitelových žláz (Bowmanovy žlázy). Vývody těchto žláz vedou skrz epitel na povrch nosní sliznice. Jejich sekret trvale obnovuje tenkou vrstvičku tekutiny, která neustále oplachuje řasinky čichových buněk na povrchu čichové sliznice. Čichání způsobuje opakované turbulentní proudění vzduchu a dává větší naději, že čichově aktivní plynná látka

přejde do roztoku. To je podnětem pro vznik nervového vzruchu a jeho přenosu do mozku. Axony (neurity) čichových buněk se navzájem spojují jako vlákna a větve olfaktorických nervů. Bazální buňky se diferencují na buňky podpůrné nebo čichové (náhrada nervové buňky). Tento proces zabraňuje ztrátě čichu v důsledku nemoci nosní sliznice.

3.1.1 Citlivost čichu

Dle Wackermannové et al. (2016) se čichová citlivost liší nejen mezi jednotlivými druhy, ale také mezi samotnými jedinci. Olfaktorické výzkumy byly nejčastěji prováděny na lidech, primátech, hlodavcích a psech.

Jak uvádí Corcelli et al. (2010), chemosenzorické systémy se vyvíjí již v časně fázi ontogeneze a vyskytují se téměř u každého zvířete. Savci dokážou rozlišit a detekovat nespočet látek mající velmi rozmanité chemické struktury i vlastnosti.

Wilson a Mainen (2006) píše, že citlivost čichu je pro jedince většiny druhů rozhodující pro jejich přežití a reprodukční úspěch, jelikož právě čichem zvířata dokážou detekovat například home range, jedince stejného druhu, partnery, matku, potravní zdroje, predátory nebo kořist. A jak dále uvádí Cometto-Muniz a Abraham (2008), mnoho druhů používá čichové náznaky nejen k rozpoznání genetického příbuzného, ale dokonce i k rozpoznání identity jedince stejného druhu, aby nedocházelo k inbreedingu. Pomocí chemosenzitivity dokáže případně jedinec určit i reprodukční status.

Podle Frasnelli et al. (2011) je komunikace založená na chemosenzorii životně důležitým signalizačním nástrojem. Všechna zvířata (ať už žijící ve společenstvích či samotářsky) musí koordinovat svou činnost s ostatními jedinci stejného druhu. Tato koordinace je založena na komunikaci, která zahrnuje využití chemických signálů, známých jako feromony. Může se jednat o některé z těchto: feromony sexuální přitažlivosti, feromony mléčné žlázy, feromony agrese, poplašné feromony, feromony značení.

Každý pach je specifický nejen díky struktuře jednotlivých molekul, ale také díky jejich koncentraci, jejich specifické kombinaci a relativní koncentraci složek ve směsi odorantových molekul. Vzhledem k tomu, že většina pachů jsou složité směsi několika jednotlivých složek, je rozlišení jednoho pachu od druhého obtížné. Předchozí zkušenosti však schopnost detekce pachu zvyšují.

Jak uvádí Wackermannová et al. (2016), bylo zjištěno, že čichová ostrost se během půstu zvyšuje. To umožňuje některým druhům savců snáze detekovat potravu.

Abraham et al. (2013) udává, že na citlivost čichu má vliv také cirkadiální chování jedince. Pachové podněty mohou působit jako cirkadiální podněty, které vytvářejí cirkadiální chování u savců. Aby mohla zvířata využívat chemické podněty, musí být jejich čichové systémy schopny: detekovat podnět, odlišit stimul od jiných potenciálně velmi podobných podnětů, stanovit relativní intenzitu stimulu a na závěr přidělit danému stimulu význam.

Ve studii Thanos et al. (2013) bylo zjištěno, že olfaktorická citlivost souvisí také s tělesnou hmotností. Tato souvislost byla pozorována především právě u potkanů (Zucker Rats – nejběžněji používaný model pro zkoumání genetické obezity). Obézní potkani vykazovali výrazně větší behaviorální reakci nejen na známou, ale i na novou potravu.

Podle Wackermannové et al. (2016) hraje při rozvoji čichové citlivosti roli opakované vystavování jedince danému pachu. Z toho plyne, že učení je nezbytnou součástí

olfaktorického vnímání. Synapse a receptivní pole mozkové kůry jsou tvárné. Modifikace kortikálních vstupů vede k synaptickým změnám, které souvisí se zlepšeným smyslovým vnímáním, a tudíž i behaviorálním výkonem. Zkušenostmi se může zlepšovat nejen čichová prahová hodnota, ale také schopnost rozlišovat podobné odoranty (ostrost pachu). Pokud je však jedinec danému pachu vystavován dlouhodobě, může se citlivost na tento pach výrazně snížit. Stejně výsledky publikoval i Reece (2011), který uvádí, že čichové buňky obecně se na pachy dobře adaptují. Pokud jsme dlouho vystaveni stejnému pachu, později ho již nevnímáme.

Některé odoranty voní odlišně při vysokých koncentracích. Vyšší koncentrace jakéhokoli odorantu pravděpodobně povede k postupnému rozšíření vazby na různé typy receptorů. Pouze specifická koncentrace vede k behaviorální reakci. Vyšší koncentrace aktivně získávají více receptorů, čímž se mění jejich kvalita výstupu.

Wells a Hepper (2003) prokázali, že se čichová citlivost mění v průběhu života zvířete.

3.1.2 Čich hlodavců

Jak uvádí Quignon et al. (2005), krysy obecné *Rattus* Linnaeus, 1758 mají velmi rozvinutou schopnost detekovat a identifikovat odoranty i v minimálních koncentracích.

Aime et al. (2007) udává jako jeden ze základních faktorů, ovlivňující olfaktorickou citlivost, krmný stav zvířete. Tedy přístup zvířete k potravě – jak často k němu má přístup a kolik potravy má k dispozici. Krysy zbavené potravy vykazovaly zvýšenou míru detekce i při nízkých koncentracích odorantu. To vede k závěru, že olfaktorická citlivost se zvyšuje u zvířat zbavených potravy.

Laska et al. (2007, 2009) publikoval, že čichová výkonnost se zlepšuje s opakovaným vystavováním určité látky (jak u potkanů, tak u myší). Důležitým bodem je výběr experimentálních subjektů. Laska používal pro své experimenty outbrední kmen myší, protože jejich genetický vzorec je více podobný volně žijícím myším, než je tomu u inbredních kmenů.

Jak dále píše Wackermannová et al. (2016), u potkanů byly cílové odoranty vybrány pro zkoumání behaviorálního kontextu. Výsledky naznačovaly, že behaviorální relevantnost odorantu hraje důležitou roli jako determinant čichové citlivosti druhu. Mezi druhové experimenty na myších nám umožňují porovnávat koncentrace prahu detekce čichu (olfactory detection threshold – ODT) s některými dalšími savčími druhy, především primáty (kromě člověka). Obecně jsou myši citlivější na alkylypyraziny, aminokyseliny a alifatické estery a na alifatické aldehydy, kde dosud byly u tohoto druhu hlášeny nejnižší hodnoty ODT. Při použití 6 těkavých látek obsahující síru (jedna ze složek pachu přirozených predátorů myší) byly myši schopny detekovat tyto látky při menší koncentraci než primáti. Pokud jsou použity alifatické alkoholy, je ODT u myší stejná jako u lidí či primátů.

Laska et al. (2009) dělali srovnávací studii na citlivost čichu na alkylypyraziny u myší a chápanů. Z výsledků vyplývá, že myši (0,1ppm a 0,1ppb) mají citlivější čich než chápani (1ppm a 1 ppb). Citlivost čichu u těchto dvou druhů zkoušeli i na třech aminokyselinách. I v tomto případě byly zjištěny lepší čichové schopnosti u myší. V další srovnávací studii bylo použito 6 vzorků obsahujících síru (složka pachů přirozených predátorů myší). I tady byly myši citlivější.

3.2 Asociace sluchového vjemu a pachu

Olofsson et al. (2019) ve své studii vyvíjeli u potkanů novou asociaci sluchového vjemu a pachu. Go signal = daný zvukový tón spojený s jistým pachem předpovídá odměnu. No-go signal = stejný zvukový tón spojený s jiným pachem (či naopak) neznačí odměnu. U trénovaných zvířat, která mají úkol spojený s čichovým i zvukovým impulsem, je na sluchové kůře i PCX (piriformní kůře) pozorováno β vlnění. To naznačuje multisenzorickou integraci. Zvířata, která nebyla podrobena tréninku, nevykazovala žádné takové multisenzorické reakce, což naznačuje, že odpověď je naučená. Kromě naučených multisenzorických evokovaných odpovědí je zlepšena funkční konektivita mezi sluchovou kůrou a PCX.

Jak uvádějí Wesson a Wilson (2010), multisenzorické propojení se vyskytuje také v čichové soustavě

Olofsson et al. (2019) považují za důležité, že multisenzorické evokované reakce a funkční konektivita jsou závislé na kontextu. U trénovaných zvířat nevyvolávají stejné sluchové podněty jako u netréovaných zvířat. Ta nemají žádné reakce ve sluchové kůře nebo PCX a funkční propojení mezi smyslovou mozkovou kůrou se snižuje. Společně výsledky ukazují, jak učení a kontext formují expresi multisenzorického kortikálního procesu. Vzhledem k tomu, že porucha identifikace zápachu je spojena s předklinickou demencí u lidí, mohou zde navrhované mechanismy pomoci vyvinout experimentální modely pro hodnocení účinků neuropatologie na chování.

Bylo zjištěno, že krysy trénované na asociaci tón-pach vykazovaly v průběhu plnění úkolu zvýšené fyziologické odezvy u sluchových i čichových korových oblastí a zvýšenou funkční konektivitu mezi nimi. Neplatilo to však u krys netréovaných. Tyto výsledky poskytují důkaz o multisenzorickém integračním procesu, který by mohl poskytnout vodítko k tomu, jak neuropatologie ovlivňuje mozek.

Jak uvádí Stevenson et al. (2012), vizuální podněty mohou ovlivnit čichové vnímání (např. červené tekutiny s jahodovou vůní voní intenzivněji než čiré tekutiny), stejně tak somatosenzorické či sluchové podněty. Velká část multisenzorických vlivů na čichové vnímání souvisí se sémantickými asociacemi zápachu (tj. identifikovatelnost nebo známost).

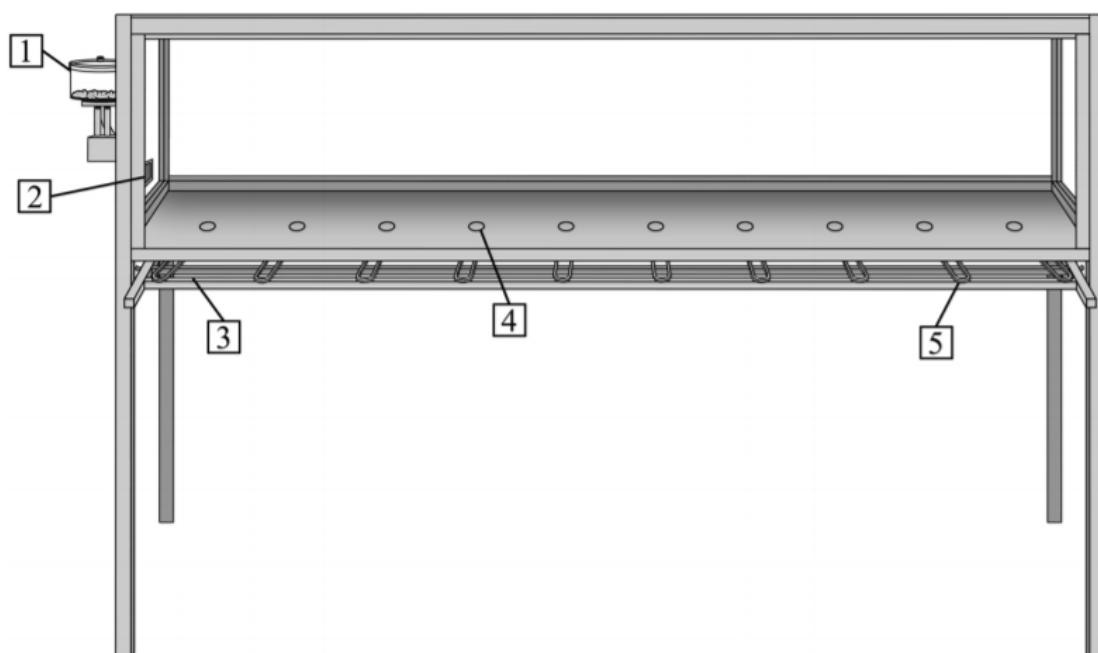
Wesson a Wilson (2010) dále uvádí, že u zvířecích i lidských modelů je multisenzorická stimulace spojena s modulací aktivity vyvolané pachem v centrálních čichových a limbických oblastech.

3.3 Behavioral skills training

Jak publikoval Lewon et al. (2019), behavioral skills training (BST) je balíček složený z instrukcí, modelování a zkoušek s odezvou na výkon. BST se používá k výuce řady dovedností pro různé žáky, včetně bezpečnostních dovedností pro děti a dospělé, dovednosti v oblasti řízení chování zaměstnanců pracujících s jednotlivci se zdravotním postižením apod. Mnoho vědců používá BST k výuce dovedností potřebných ke změně chování třetí strany, jako je dítě, student nebo spotřebitel lidských služeb. Výzkumné a aplikační programy detekce vůně zvířat, kde jsou lidští trenéři zodpovědní za řešení nepředvídaných okolností, za nichž se zvíře učí detekci vůně a za sledování a zaznamenávání výkonu zvířete. Proto musí trenéři používat současně dva repertoáry (jeden jako trenér a jeden jako pozorovatel).

Výcvik krys *Cricetomys gambianus* na detekci nášlapných min a tuberkulózy veden organizací APOPO (popsáno dále) je prováděn zkušenými trenéry v Tanzanii, z nichž někteří s organizací pracují od jejího založení. Někteří z těchto školitelů také provádějí denní experimentální sezení pro základní výzkumné operace APOPO.

Během výzkumu krys obrovské čichaly řadu vzorků v tzv. line cage (podlouhlá klec, viz Obr. 1) zařízení provozovaném trenéry, kteří také pozorovali a zaznamenávali chování krys. Trenéři pracovali v týmech po dvou a byli zodpovědní za otevírání a uzavírání vzorkovacích otvorů v kleci, určování, kdy nastaly reakce splňující provozní definici indikační odezvy, posilování indikačních odpovědí, ke kterým došlo v přítomnosti vzorků S + (cílový vzorek), a zaznamenávání všech relačních dat. Trenéři byli instruováni, aby umožnili krysám čichat každý vzorek jednou a zaznamenávat pouze odpovědi splňující operační definici indikační odezvy, která byla definována jako krysa, která se zastavila u vzorku pachu a držela svůj čenich nad tímto vzorkem po dobu alespoň 3 s. Toto pozorování nicméně odhalilo, že mezi zaznamenanými indikačními odpověďmi byla značná variabilita jak u jednotlivých trenérů, tak mezi jednotlivými sezeními.



Obr. 1 – Line cage APOPO. 1 - dávkovač pelet, 2 – zásobník na pelety, 3 – kazeta se vzorkem pachu, 4 – otvor pro čichání pachu, 5 – zasouvací kovové desky pro zakrytí/odkrytí pachových otvorů

Účastníky byli čtyři trenéři APOPO, kteří měli krys schopné detekovat tuberkulosu. Před intervencí BST absolvovali školitelé habituační trénink, trénink s klikery, trénink indikace a vícenásobné tréninky schopnosti rozlišení pachů u krys.

Lewon et al. (2019) použili jako subjekty jedenáct krys *Cricetomys* (pět samic a šest samců). Ve věku cca 6 týdnů byly krys postupně socializovány, dostávaly habituační trénink, trénink s klikerem a trénink indikační reakce. Na začátku experimentu byly ve stáří 8 měsíců.

Mimo experimentální dobu byly krysy umístěny ve skupinách dvou až tří příbuzných jedinců v klecích o rozměru 83 x 86 x 110 cm nebo 82 x 62 x 85 cm. Klece byly vybaveny hoblinami, hliněnou nádobou na spaní a neošetřenou dřevěnou tyčí pro hlodání a lezení. Krmení dostávaly cca 2 hodiny po skončení tréninku. Během víkendu netrénovaly.

Tréninková aparatura se skládala z klece z nerezové oceli, kde bylo 10 otvorů pro odebrané vzorky, každý o průměru 3 cm. Vzdálené od sebe byly 10 cm (měřeno od středu každého otvoru). Každý otvor byl překryt kovovou destičkou (možnost znovu uzavření otvoru). Jako odměna byla podávána směs rozdrčených krmných pelet a čerstvého banánu.

Trénink probíhal na třikrát. Vždy při 10 vzorcích. Ukázalo se, že při časném kliknutí se krysám snížila výkonnost více než při pozdním kliknutí. Výsledky nicméně jasně ukazují účinnost BST jako výcvikového balíčku v programech detekce vůně a naznačují, že absence jedné nebo více složek může podstatně zmírnit jeho účinnost.

3.4 Podobné výzkumy

3.4.1 APOPO

Jak uvádí Lewon et al. (2019), APOPO je belgická nezisková organizace (Anti-Persoonsmijnen Ontmijnende Product Ontwikkeling – anglicky: Anti-Personnel Landmines Detection Product Development). Ve své studii se zabývali některými problémy souvisejícími s integritou léčby a výcvikem detekce plicní tuberkulózy. APOPO se specializuje na výcvik afrických krys obrovských *Cricetomys gambianus* pro aplikace detekce vůně. Za posledních 20 let se společnost APOPO angažovala v humanitární misi na výcvik krys k detekci nášlapných min v rozvojových zemích. APOPO provádí, kromě výzkumu v oblasti nášlapných min a výzkumu tuberkulózy, také základní výzkum, který zkoumá proměnné, které ovlivňují výkon detekce vůně u krys obrovských, jakož i další potenciální aplikace detekce vůně pomocí krys *Cricetomys*.

3.4.2 Detekce tuberkulózy

Weetjens et al. (2009) ve své studii uvádí, že tuberkulóza je jednou z hlavních hrozeb zdraví pro obyvatele subsaharské Afriky. Proto je nutná rychlá a přesná detekce této nemoci. Existuje několik způsobů, jak nemoc detekovat. Pokročilejšími metodami jsou testy amplifikace nukleových kyselin, testy na základě imunity, systém rychlé kultivace. V subsaharské Africe však používají starší způsob, a to mikroskopické zkoumání sputa a následné prokázání výskytu tuberkulózních bacilů *Mycobacterium tuberculosis* Zopf, 1833. Přesnost této metody však není dostačující. Dle této metody byl globální výskyt TB z 60 % pozitivní. Ačkoli nejvíce postižené regiony (jako např. subsaharská Afrika) mají ve skutečnosti prevalenci mezi 20 % a 40 %. V závislosti na tom belgická humanitární výzkumná organizace Anti-Persoonmijnen Ontmijnende Product Ontwikkeling (APOPO) ve spolupráci se Sokoine University of Agriculture (SUA) v Tanzanii navrhla výzkumný projekt. Ten zahrnuje výcvik (na základě pozitivního posilování) africké krys obrovské *Cricetomys gambianus*, jako potenciálně rychlejší a přesnější nástroj pro detekci TB. Tato technologie je založena na skutečnosti, že mykobakterie emitují specifické těkavé organické sloučeniny, které jsou krysy svým čichovým vnímáním schopné detekovat.

Počáteční výzkum využívající *C. gambianus* k detekci pachu uvolňujících se z nášlapných min ukrytých pod zeminou ukázal, že krysy mají vysoce rozvinuté čichové ústrojí. A proto byl tentýž druh testován jako možný bioindikátor plicní tuberkulózy ve vzorcích sputa.

Toto později Mahoney et al. (2012) potvrdili ve své studii. Prokázali, že krysy *Cricetomys gambianus* je možné pomocí pravidelného tréninku naučit, aby v předložených vzorcích dokázaly detekovat tuberkulózu.

Weetjens et al. (2009) dále publikovali, že krysy obrovské se chovají v chovatelských stanicích především v oblasti subsaharské Afriky. V zajetí se mohou dožít až 8 let. Výhodou je, že se snadno domestikují a lze je dobře trénovat na opakující se úkoly. Bylo také prokázáno, že jsou odolné vůči TBC. Byl proveden výzkum k určení odolnosti krys proti TBC. Byly umístěny do speciálně konstruované klece a prostoru, kde byly následně vystaveny aerosolům obsahující živé mykobakterie. Ani po několika týdnech v tomto prostředí krysy nebyly infikovány.

Od 4 týdnů věku jsou zvířata přiřazena ke svým školitelům, na které si zvykají. Později se učí spojovat si zvuk kovového klikeru s odměnou ve formě pamlsků (jako jsou například arašídů nebo banán). Kliker je používán jako sekundární zesilovač a odměna jako zesilovač primární.

V závislosti na aktivitě trenéra a chování jednotlivých potkanů může být každé období kratší nebo delší, než je znázorněno na obrázku (viz Obr. 2)

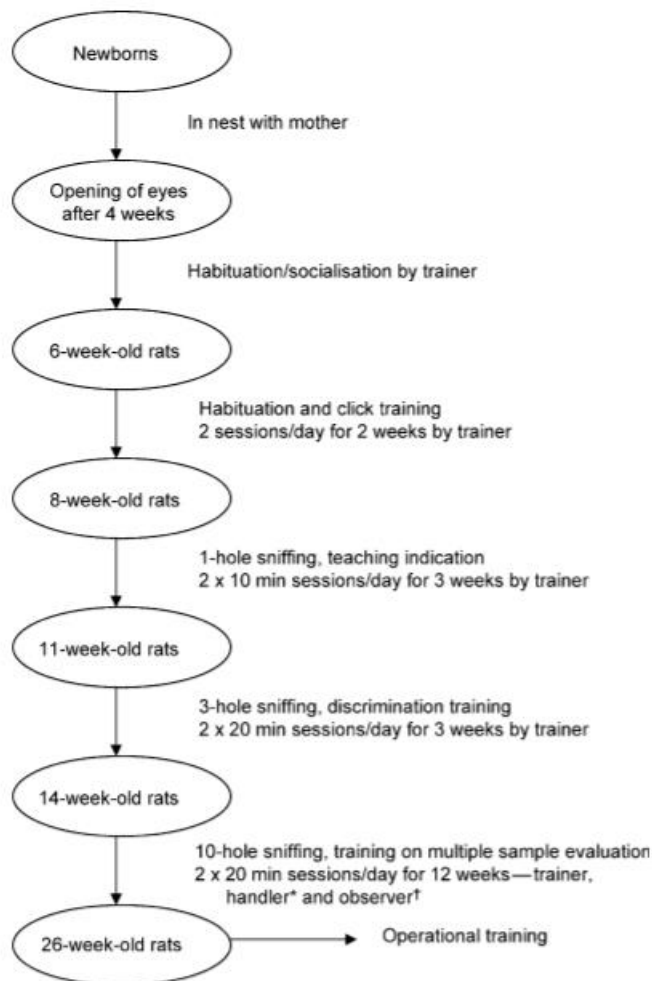
Krysy se učí označovat pozitivní vzorky tím, že drží svůj nos v čichových otvorech speciálně navržené klece, pod kterou jsou cílové vzorky umístěny. Výběr kvalifikovaných potkanů pro hlavní trénink je založen na „dobrém“ celkovém výkonu v prvotní fázi. To znamená, že ve více než 80 % správně označí pozitivní vzorek a v méně než 5 % označí vzorek špatný (slepý vzorek). V tomto experimentu bylo předem trénováno 20 krys. Z nich 18 splnilo požadavky a ty mohly být použity pro hlavní fázi tréninku.

Detekci tuberkulózy pomocí *Cricetomys gambianus* se věnovali také Mogne et al. (2012). Jak uvádí, v regionech s omezenými zdroji závisí diagnóza tohoto onemocnění na mikroskopii s nedostatečnou citlivostí. Aby bylo nákazu možno lépe řídit, jsou potřeba rychlé diagnostické testy s nízkými náklady, ale s vysokou citlivostí a specifičností.

Trénované krysy obrovské mohou diagnostikovat plicní tuberkulózu ve sputu. Avšak příslušné těkavé sloučeniny *Mycobacterium tuberculosis* (Mtb) zůstávají neznámé. Proto tento tým zkoumal těkavé pachy Mtb v referenčních Mtb (netuberkulózní mykobakterie), jako jsou *Nocardia sp.*, *Streptomyces sp.*, *Rhodococcus sp.* nebo další mikroorganismy sputa dýchací soustavy. Třináct sloučenin bylo specifických pro Mtb a třináct bylo sdíleno s dalšími mikroorganismy. Citlivost potkanů na typické na tuberkulózu pozitivní sputum byla 99,15 %, se specifičností 92,23 % a s přesností 93,14 %.

Tyto výsledky dokazují potenciál trénovaných krys obrovských pro rychlou diagnostiku tuberkulózy v prostředí s omezenými zdroji. A to zejména v Africe, kde je vysoká zátěž tohoto onemocnění a zároveň zde žije vysoké množství těchto hlodavců.

Edwards et al. (2017) také vidí krysy obrovské jako slibnou diagnostiku lidských onemocnění. Zároveň ale dodává, že jsou nutné další výzkumy hodnotící vhodné systémy pro olfaktorickou detekci.



Obr. 2 – Tréninková sekvence podle Weetjens et al. (2009). Každý krok výcviku s požadovanou průměrnou dobou trvání. * Osoba odpovědná za manipulaci se vzorky. † Osoba odpovědná za zaznamenávání údajů.

3.4.3 Detekce výbušnin

Jak uvádí Leinhardt et al. (2018), nezisková organizace APOPO školí krysy *Cricetomys gambianus* také pro detekci výbušnin. Během posledních dvaceti let se díky těmto speciálně trénovaným hlodavcům podařilo vyčistit více než 23 milionů m² půdy na území Angoly, Kambodže a Mozambiku. Bylo zde nalezeno 107 600 nášlapných min a nevybuchlé munice.

Mahoney et al. (2014) publikovali, že výcvik začíná v laboratoři, a pokračuje do velkého simulovaného minového pole obsahující 1533 deaktivovaných nášlapných min. Po úplném vyškolení se krysy přepraví na skutečná místa odminování a akreditují se podle Mezinárodního standartu pro boj proti minám (International Mine Action Standard – IMAS).

DeAngelo (2018) uvádí, že pro detekci min v Africe se krysy obrovské úspěšně používají již od roku 2003.

Podle údajů od Verhagen et al. (2006) sedm krys prohledávalo v roce 2005 půdu na území Mozambiku a přesnost jejich detekce byla více než 95 %. Později Poling et al. (2011) publikoval, že další tým (tentokrát pouze dvou) krys opět na území Mozambiku detekoval celkem 41 nášlapných min, a to s přesností dokonce 100 %.

Jak píše Mahoney et al. (2014), přesnost detekce min se ověřuje pomocí detektorů kovů. Pokud byla zaznamenána reakce (nález miny či jiné výbušniny) do jednoho metru od místa označeného krysou, jedná se o pozitivní detekci cíle. Pokud byla reakce dále než jeden metr, bylo označení považováno za chybné (falešný poplach). Míra falešného poplachu byla 0,33/100 m². Tyto výsledky naznačují, že krysy obrovské jsou přijatelné pro detekci nášlapných min.

Edwards et al. (2015) se zaměřili na rozdíl ve výkonu mezi kastrovanými a nekastrovanými jedinci. Pro výzkum celkem použili skupinu pěti párů krys, kterou náhodně rozdělili na dvě skupiny: experimentální skupina podstupující kastrovací procedury a kontrolní skupina. Na konci experimentu nebyly zjištěny žádné statisticky významné rozdíly mezi výkonem experimentální a kontrolní skupiny.

Webb et al. (2020) dále udává, že krysy obrovské vyžadují více než 9 měsíců speciálního výcviku, aby bylo dosaženo dostatečné úrovně pro jejich operativní využití. Dále jsou tato zvířata trénována pouze na jeden pach. Tím je v tomto případě (vyhledávání výbušnin) TNT. Pokud by se nám tedy podařilo snížit dobu výcviků, anebo zaměřit výcvik na více cílových pachů, výrazně by to zvýšilo hodnotu těchto krys pro humanitární využití.

Ve svém výzkumu tedy Webb et al. (2020) zkoušeli výcvik zaměřit na více cílů. Na konci tohoto experimentu zvládly krysy detekovat celkem pět cílů, a to s přesností 81 % a pouze 2 % byla označena jako falešně pozitivní.

3.5 Pachová identifikace

Schoon a Haak (2002) popisují pachovou identifikaci jako metodu, kdy speciálně vycvičený pes porovnává individuální pachy osob. Pes obvykle dostane načichat pach získaný na místě činu a porovnává ho s ostatními pachy v řadě, z nichž je jeden pach podezřelého člověka. Metoda pachové identifikace se provádí v mnoha zemích a je přijata jako součást důkazů předložených soudu.

Curran et al. (2005) publikoval, že lidská pachová stopa je využívána jako vyšetřovací nástroj při pachové identifikaci osob pomocí psů. Tato metoda je založena na předpokladu, že každý člověk má svůj vlastní specifický pach.

Jak uvádí Pinc et al. (2011), principem pachové identifikace (používané policejními kynology) je porovnání vzorku pachu z místa činu se vzorkem pachu odebraného z těla podezřelé osoby. Porovnávání vzorků je ve většině případů prováděno v uzavřené místnosti za pomoci speciálně vycvičených psů. Jeden ze vzorků vždy slouží jako tzv. načichávací a druhý jako cílový. Po načichání si pes daný pach (nebo pachy) přítomné ve vzorku zapamatuje. Následně, pokud v řadě pachových vzorků pozná pach shodný s načichávacím, tak provede označení tohoto vzorku. Označením je míněn speciální signál (např. zaštekání), který se pes naučil.

Pachová řada může mít různý tvar, a to například přímou řadu či tvar kruhu. Protokoly, podle kterých je prováděno zajišťování a odběr vzorků, stejně jako postup při samotném porovnávání, se v jednotlivých zemích liší. Ale prakticky ve všech zemích jsou dodržovány určité zásady. Těmi jsou:

Cílový pach je do pachové řady uložený mezi doplňkové (klamné) vzorky. Tyto vzorky by měly být podobného charakteru, aby se od nich cílový pach zásadním způsobem nelišil.

Například, pokud je tedy cílový pach ženský, doplňkové pachy by měly být také odebrány od žen. Pokud je cílový pach intenzivní, ostatní by měly být přibližně stejně intenzivní.

Cílový pach je testován na atraktivitu. Účelem tohoto testu je ověřit, zda tento pachový vzorek není pro psa zajímavý sám o sobě. Za tímto účelem je obvykle použita dvojice pachů, jeden jako načichávací a druhý jako cílový. Přičemž pach testován na atraktivitu je umístěn před pachem cílovým. Pokud pes v tomto testu na testovaný pach zareaguje, není možné ho k pachové identifikaci použít. Atraktivitu je možno testovat i tak, že v řadě není umístěn žádný pachový vzorek shodný s načichávacím.

Při zajišťování pachových stop na místě činu a při odběru pachových vzorků od zadržovaných (podezřelých) osob je pak nutné učinit opatření, aby se pach žádné jiné osoby nemohl dostat do blízkosti obou typů vzorků současně. Tedy k pachové stopě z místa činu a k pachovému vzorku podezřelých osob. Pach této další osoby by pak mohl pes identifikovat, a tak by mohl vzniknout mylný dojem, že se podezřelá osoba nacházela na místě činu, i když ve skutečnosti to tak být nemuselo. Takovým spojovacím pachem by mohl být i pach jiný než individuální pach osoby, a proto je nutno tuto skutečnost zohlednit také při výcviku.

Porovnávání vzorku je prováděno naslepo tak, že psovod není dopředu o pozici cílové vzorku informován a manipulace se vzorky je prováděna jinou osobou. Pokyn k odměnění psa je dáván na dálku, a to akustickým nebo optickým signálem. Tuto zásadu však v České republice není nezbytné dodržovat.

Jak publikoval Schoon (2005), výzkumy v tomto oboru jsou velmi pomalé a komplikované. Trvá relativně dlouho, než se pes vycvičí. I proto jsou počty těchto psů tak nízké. A následně policisté, kteří mají takto vycvičené psy, je raději používají k pracovním případům namísto k výzkumu. Sběr pachů pro výzkumné účely je také časově náročný a někdy je obtížné získat dostatečně velkou skupinu osob pro společnou spolupráci.

3.6 Lidský pach

Kusano et al. (2011) popisují lidský pach jako výsledek komplexních kombinací metabolismu těla, žláзовých sekretů, hormonální regulace a bakteriálních kolonií. Stejně tvrzení má také Ensminger (2012). A to, že lidský pach může být popsán jako kombinace sloučenin, které jsou pro každého jedince specifické. Tyto kombinace vysvětlují, proč je pes schopen identifikovat jakéhokoliv člověka.

Jak publikovali DeGreeff et al. (2011), způsoby, jakými produkuje tělo individuální lidský pach, nejsou zcela pochopeny. Je však známo, že je lidské tělo obklopené proudem vzduchu, který obsahuje odumřelé kožní buňky a bakterie, které se neustále uvolňují z pokožky do okolního prostředí.

Curran et al. (2007) uvádí, že člověk nemůže opustit objekt nebo předměty, které se v jeho blízkosti nacházejí, aniž by na tomto místě nezanechal částičky svého pachu. Tato skutečnost se nazývá Lockardův princip. Takto vylučovaný pach je na místě činu zajišťován ve formě pachových stop, které jsou následně identifikovány pomocí speciálně vycvičených psů.

Schoon a Haak (2002) dále publikovali, že se pokožka neustále odlupuje, a to ve formě vloček tvořených odumřelými buňkami. Tyto buňky jsou na pokožce nahrazovány novými buňkami. Fredricks (2001) popisuje velikost těchto vloček v průměru 14 mikronů a jejich

přibližnou hmotnost udává 0,07 mikrogramů. Vločky se mohou skládat z jedné nebo více buněk. Na povrchu kůže jsou asi dvě miliardy buněk, z nichž $\frac{1}{30}$ odumře a spadne každý den. To znamená, že každou minutu odpadne okolo 40 000 buněk. Na kůži je komplexní mikrobiální ekosystém, ve kterém dochází k interakci mezi mikroby a hostitelem. Kůže dodává živiny určitým koloniím mikroorganismů ve formě proteinů a lipidů.

Jak udává Curran et al. (2007) máme v podstatě tři typy pachů (primární, sekundární a terciální). A každý z těchto typů je ovlivňován jinými faktory.

Primární pach – složky tohoto pachu jsou pravděpodobně geneticky podmíněné, jelikož zahrnují prvky stabilní v čase, a to bez ohledu na stravování nebo přírodní faktory.

Sekundární pach – tento pach je ovlivněn životním stylem jedince. Ovlivňuje ho například strava, onemocnění či léky

Terciální pach – ten je ovlivněn pouze vnějším prostředím. Nejvýznamnějšími faktory jsou různé hygienické prostředky a parfémy

4 Zhodnocení podkladových údajů

Tento projekt byl zahájen v březnu roku 2018. Studii týkající se tréninku potkanů na rozlišování pachů ještě nikdy nebyla provedena. Byli jsme tedy nuceni vycházet z výzkumů zabývajících se výcvikem psů a krys obrovských a získané informace zkusit aplikovat právě na potkany.

Osobně jsem trénink s klikerem nikdy nezkoušela, takže bylo potřeba, abych si předem nastudovala všechny potřebné informace k tréninku a snažila se vyvarovat chyb, které by mohly mít negativní vliv na výcvik potkanů.

Potkany jsem zakoupila jako mláďata po odstavu v chovatelských potřebách. Nejedná se o jedince s průkazem původu. Neznáme tedy jejich předky ani žádné zdravotní vady, které se mohly v linii vyskytovat.

Trénink probíhal v domácích podmínkách. V místě, kde byli potkani také chováni. Zde probíhala i dezinfekce používaného materiálu.

Veškerý sterilní materiál byl propůjčen z České zemědělské univerzity v Praze.

Tréninkový prostor byl na látce, která zůstávala stejná u výcviku obou potkanů. Na tuto látku byly při tréninku umístovány i sniffery. Jelikož se ale tento materiál hůře dezinfikuje a zbavuje původních pachů, mohou být získané výsledky zkreslené.

5 Vlastní projekt

5.1 Použité subjekty

Pro tento výzkum byli použiti dva potkaní samci (sourozenci ze stejného vrhu) potkana obecného *Rattus norvegicus* Berkenhout, 1769. Byli zakoupeni v malé prodejně s chovatelskými potřebami, kde se na přelomu ledna a února roku 2018 narodili. Zde byli jejich rodiče bráni jako chovný pár, z důvodu jejich výborné povahy a péče o mláďata. Oba samci (Thor a Loki) byli koupeni za účelem tohoto projektu, v době krátce po odstavu (tj. přibližně ve stáří 5 týdnů). Následně byli chováni společně v kleci o velikosti 80×50×70 cm. Vybavena byla několika patry a hamakami. Přístup k vodě měli ad libitum, krmení (granule pro potkany) dostávali vždy večer (pokud trénovali, tak až po tréninku). Pokud celou dávku krmení nesežrali, odebrala jsem jim ho přibližně 2 - 3 hodiny před tréninkem, abych posílila jejich zájem o pamlsky (odměnu) v průběhu tréninku.

5.2 Materiál

K tomuto projektu bylo použito několik předmětů a materiálů, bez kterých bychom se neobešli, a bylo potřeba dbát na správnou manipulaci s nimi, abychom je nekontaminovali nejen svými pachy, ale i pachy z okolního prostředí. Většina tohoto materiálu mi byla poskytnuta katedrou zoologie a rybářství na České zemědělské univerzitě v Praze.

Kliker. Nedílná součást při výcviku zvířat na základě pozitivního posilování. Jedná se o malou plastovou krabičku s kovovým plíškem uvnitř. Při stlačení vydá cvaknutí/kliknutí. Důležité je, aby si zvíře spojilo zvuk kliknutí s odměnou. Při správném použití takto dáme zvířeti signál přesně v tu dobu, kdy něco udělalo správně a usnadníme tak trénink nejen sobě, ale i danému zvířeti.

Rukavice. Abych na předměty nepřenesla vlastní pach a tím nebyly zkreslené výsledky projektu, používala jsem při veškeré práci se všemi předměty bílé latexové nepudrované rukavice. Při práci s různými pachy jsem je vždy měnila a po použití ihned vyhazovala. Jedny rukavice by také člověk neměl mít navlíknuté po dobu delší než 7 minut, jelikož poté už materiál stopy našeho pachu propouští.

Pinzeta. Kovovou pinzetu dlouhou 20 cm jsem používala nejen při dezinfekci opakovaně používaného materiálu, jako jsou skleničky a sniffery, ale také při práci se samotnými pachy (resp. kompresy).

Kompres. Jedná se o sterilní netkanou látku o rozměru 10 x 40 cm. Používáme ji pro odběr lidského pachu a jako jeho nosič. Látka je po dvou kusech zabalená ve sterilním obalu. Velmi dobře absorbuje pachy, proto musíme být při práci s ní opatrní, abychom minimalizovali kontaminaci jinými pachy. Z toho vyplývá, že tuto látku lze použít pouze při jednom tréninku. Po použití tedy vyhazujeme a následně používáme novou. Kompresy využíváme také při sterilizaci snifferů, pinzety a skleniček.

Sniffer. Kovová krabička kruhového tvaru o průměru 6 cm s odnímatelným víčkem. Víčko obsahovalo několik otvorů, aby jimi mohl bez problému proudit případný pach uložený uvnitř snifferu. Sniffery lze používat opakovaně, ale je potřeba dodržet několik důležitých podmínek (uvedených dále).

Skleničky. Malé skleničky se vzduchotěsným kovovým uzávěrem nám slouží k uchování získaných pachů, resp. kompresů s danými pachy. Každá sklenička je určena pro pach od jednoho člověka. Pach bychom ovšem neměli uchovávat déle jak 7 dní. Pak již nemusí být tak intenzivní, případně se může i lehce měnit. Na uzávěr si vždy označíme, o jaký pach se jedná, aby nedošlo k záměně. Skleničky používáme opakovaně, stejně jako sniffery.

Saponát. Sniffery, pinzety a skleničky potřebujeme pořádně vyčistit a zbavit všech pachů. Proto používáme prostředek na nádobí, který však musí být bez jakékoli parfemace.

5.2.1 Dezinfekce materiálu

Jak již bylo napsáno, některé materiály můžeme používat opakovaně, ale je potřeba dodržet několik důležitých podmínek. Je důležité po celou dobu tohoto procesu používat gumové rukavice, abychom na předměty nenesli vlastní pach. Skleničky, sniffery a pinzetu nejprve omýváme pomocí neparfemovaného prostředku na nádobí pod proudem teplé vody. Až máme opláchnuté poslední zbytky saponátu, vložíme předměty do teplu odolné nádoby (já používala hrnec) a zalijeme vroucí vodou. Na odkládací prostor položíme sterilní kompresy a na ně postupně vyskládáme všechny dezinfikované předměty. Necháváme je volně oschnout – ničím je neotíráme. Použitou kompresní tkaninu později vyhodíme a při dalším čištění použijeme novou. Stejná podmínka platí i s používanými rukavicemi.

Vhodné je také oddělit si sniffery, které používáme vždy bez pachu od těch, do kterých naopak pach vkládáme. Abychom měli jistotu, že na prázdných snifferech nezůstanou ani nepatrné zbytky předešlého pachu.

5.3 Odběr pachu

Nejdříve ze všeho si však musíme vybrat vhodné subjekty, od kterých budeme jejich pach získávat. U tohoto výběru se také musíme držet několika podmínek. Daný člověk nesmí být náš (trenérův) příbuzný, nesmí bydlet ve společné domácnosti ani zde chodit na návštěvy, neměl by přijít do kontaktu s potkany cvičenými v tomto projektu a neměl by to být nikdo, s kým se často pravidelně setkáváme. Z toho plyne, že daná osoba by neměla mít v podstatě žádnou spojitost ani s trenérem ani s potkany zapojenými do projektu. Naopak ale nezáleží na věku ani pohlaví této osoby.

Když máme vybrané vhodné subjekty, musíme se ujistit, zda nemohou odběr degradovat. To by mohlo nastat za podmínek, že by předem použili deodorant (parfém), byli méně než 30 minut po koupeli nebo právě použili krém na ruce. Pokud bychom za některé z těchto podmínek pach přeci jen odebrali a následně ho použili při tréninku, mohli bychom naučit potkany rozlišovat ne lidské odory, ale vůni parfému, mýdla či krému.

Máme dva způsoby, jakými lidský pach odebírat – z břicha nebo z rukou daného člověka. Při odběru vždy používáme sterilní latexové rukavice. Pinzetou odebíráme vždy jen jeden pach. Pokud následně odebíráme vzorek od jiného člověka, musíme použít také novou (sterilní) pinzetu. Skleničky pro uchování pachového vzorku bychom měli mít otevřené jen nezbytně dlouhou dobu (kdy do nich budeme kompresní látku vkládat) a měli bychom si vždy poznačit, kde jsou jaké vzorky.

Při odběru z břicha použijeme kompresní tkaninu, kterou vytáhneme z ochranného obalu pinzetou a přiložíme ji dané osobě na břicho pod oblečení. Látku necháme takto umístěnou po dobu přibližně 20 minut. Následně pinzetou opět odebereme a opatrně vložíme do sterilní, předem připravené nádoby.

Při odběru z rukou si musí daný člověk nejdříve pořádně umýt ruce. A to pod proudem teplé vody a za pomoci neparfemovaného mýdla či saponátu. Ideální je používat stejný prostředek na mytí jako při dezinfekci snifférů, pinzety a skleniček. Z rukou si člověk opláchne zbytky saponátu a nechá je oschnout volně na vzduchu, do ničeho si je neotírá. Po dobu schnutí se samozřejmě nesmí ničeho dotýkat. Před samotným odběrem by měly být ruce dokonale suché. Následně můžeme této osobě vložit do rukou kompresy. Opět je z ochranného obalu vyjímáme pomocí pinzety, případně obal opatrně otevřeme a subjekt si tyto kompresy může vzít sám rukou. Látku svírá v rukou po dobu 5 minut a následně umístí do připravené sterilní skleničky.

Případně můžeme materiál a návod k odběru poskytnout dané osobě s sebou domu a odběry provede sama. Osobně jsem však preferovala odběr pod mým dohledem, abych měla jistotu stejných podmínek při odběru pachů od různých osob. Všechny pachy použité při tomto projektu jsem odebírala z rukou daných osob. Osoby, od kterých odor odebíráme, je vhodné měnit, aby si potkani nezvykli na pach pouze jedné osoby. Při tréninku je ideální používat co nejčerstvější pach, aby měl co nejvyšší intenzitu. Naopak bychom neměli používat vzorek, který je starší než 7 dní.

5.4 Trénink potkanů

I při samotném tréninku bychom měli dávat pozor na několik věcí, a především si uvědomit, že potkani jsou také živé bytosti, a tak ne vždy mají svůj den. Někdy se jim může dařit bezchybně, jindy jsou ve špatném rozpoložení a nic se jim nechce. Důležité tedy je, abychom potkany nepřetrénovali.

Trénink bude fungovat jenom ve chvíli, kdy je to bude bavit a budou mít na to náladu. Musí brát trénink jako zábavu, a ne jako povinnost. Každý trénink by měl končit vždy pozitivně, tedy odměnou. Mně se osvědčilo během jednoho tréninku dělat jen dvě série. To se potkani plně soustředili. Při třetí sérii již více chybovali, a tak trénink nekončil odměnou.

I potkani si musí od práce odpočinout, takže je dobré netrénovat s nimi každý den. Při naklikávání bychom s nimi měli pracovat každý den (klidně i vícekrát za den). Ale když mají složitější trénink, potřebují odpočinek. Moji potkani měli při práci s několika sniffery nejlepší výsledky, pokud jsem s nimi trénovala přibližně jednou za tři dny.

Při tréninku se můžeme přesunout k dalšímu (složitějšímu) kroku až ve chvíli, kdy potkan předchozí krok zvládne bezchybně zopakovat několikrát po sobě. Důležité je, aby si zvíře ten daný krok zažilo, uvědomilo a mohlo na něm dál stavět. Kdybychom postupovali příliš rychle, dost možná by pak potkanům nebylo jasné, co přesně po nich žádáme.

Pokud se stane, že potkan přesun na další krok nezvládne (nový úkol se mu opakovaně nedaří), již po dvou nepovedených trénincích se s ním vrátíme o krok nazpět. Trénink má končit odměnou. Pokud odměnu potkan nedostane, nebude chtít v tréninku dále pokračovat, a tomu chceme zabránit. Následně se tedy vrátíme ke kroku, který bez problému zvládal.

Pokud ovšem nepomáhá ani návrat o krok zpět a potkan je i zde hodně zmatený, je potřeba ho tzv. restartovat. To znamená, že s ním začneme trénovat od úplného začátku, tedy opět naklikávat. Při restartu můžeme postupovat o něco rychleji než při počátečním tréninku. Rychlost postupu na další fáze se bude odvíjet od toho, jak se bude potkanovi dařit a jak ho to bude bavit. Trenérovi by nemělo činit velké obtíže odhadnout podle chování potkana, kdy je vhodné postoupit k dalšímu kroku.

Každé zvíře má však jinou povahu, takže je potřeba ke každému jedinci přistupovat individuálně.

5.4.1 Ochočení

Základní předpoklad pro práci na tomto projektu je, aby byli potkani ochočení. Většinou se jedná o relativně rychlý proces, ale samozřejmě hodně záleží na povaze zvířete. Obecně je však tento druh vysoce inteligentní a má velmi dobře vyvinuté sociální chování.

Základem je, aby potkani měli prostor, kde se budou cítit bezpečně a nebudou mít zde důvod ke stresu. Měli bychom jim tedy zajistit dostatečně velkou klec a vhodné vybavení v ní (např. velmi oblíbené závěsné pelíšky). Aby si zvykli na přítomnost člověka, je dobré klec umístit na místo, kde je rušno. Zvyknou si tak na náš pohyb a různé zvuky. Budeme tak s nimi v kontaktu a zvyknou si na naši přítomnost a hlas.

Měli bychom je také brát k sobě do ruky a mluvit s nimi. A to ideálně každý den. Postupně si potkani začnou zvykat na náš pach a hlas a časem si je zapamatují. Díky tomu nebudou mít pocit, že jim u nás něco hrozí, budeme pro ně dalším jejich útočištěm, a tak si k nám vytvoří pouto.

Pokud již potkany máme a pořídíme si další, je potřeba je seznamovat pomalu. Nejdříve by měli být v kleci vedle sebe, aby si zvykali na vzájemné pachy. Později můžeme dát do společného prostoru, ale zprvu je kontrolovat, jak spolu vychází.

Jako součást ochočení můžeme zahrnout i podávání pamlsku přímo z rukou (na prstech). To je pro náš projekt velmi důležité, jelikož to budeme potřebovat ve všech následujících krocích výcviku. Nejdříve musíme najít vhodný pamlsk pro daného potkana. Toto se nedá brát úplně obecně. Stejně jako lidé, i potkani mají různé potravinové preference. Doporučuje se však používat dětskou přesnídávku, vanilkový jogurt, vitaminové pasty pro kočky, či rozmačkaný banán. Oba moji potkani preferovali různé ovocné dětské přesnídávky. Pamlsky jim nejdříve podáváme přímo u nich v kleci. Později je zvykáme, aby si odměnu brali i mimo klec (mimo jejich útočiště).

5.4.2 Práce s klikerem

Nejdříve musíme najít vhodné místo, kde s potkany cvičit. Ideálně takové, kde nebudou moci nikam utíkat, ale aby zde bylo dostatek prostoru a neměli se kam ukrýt. Já zvolila pro trénink gauč. Potkany sem několik dní před samotným tréninkem pravidelně umisťujeme, aby si toto místo prozkoumali, očichali, nebáli se ho a při tréninku neměli nutkání ho zkoumat.

V této počáteční fázi tréninku se snažíme, aby si potkan spojil sluchový vjem (kliknutí) s pozitivní odměnou (pamlskem). Tím si zafixuje, že při kliknutí udělal něco správně, a tak vždy následuje odměna. Důležité je, abychom trénovali každého potkana zvlášť a aby byl v dané místnosti pouze jedinec, kterého právě cvičíme. Pokud oba budou naučení na stejný

zvuk, tak potkan v kleci (když uslyší kliknutí) bude čekat, že přijde odměna. Ta ale nepřijde, jelikož zrovna trénujeme s jiným potkanem. Nebude mít tedy jistotu, že po tomto kliknutí dostane vždy odměnu. Za těchto podmínek tedy nebude mít trénink smysl, proto musíme dbát na to, aby byli potkani v průběhu tréninku mimo doslech. Trénink s klikerem se skládala ze tří kroků.

První krok (tzv. naklikávání). Jedná se o intenzivní zvykání si potkana na kliknutí. Několikrát po sobě opakujeme: klik – odměna, klik – odměna... Odměna musí být podávána okamžitě po odkliknutí. V tomto kroku by si potkan měl spojit, že po kliknutí dostane odměnu. V tuto chvíli potkan v podstatě volně pobíhá po daném prostoru – odměnu dostane kdekoli. Trénink můžeme absolvovat klidně vícekrát za den.

Druhý krok – test. V tomto kroku bylo naším cílem zjistit, zda si potkan dokázal udělat vazbu klik-odměna. Ověřili jsme to tak, že potkan se volně pohyboval po prostoru a v okamžiku, kdy ke mně byl otočený zády, tak jsem klikla. Odměna tentokrát nenásledovala ihned po kliknutí (až po kratší pauze), ale nejprve jsem čekala, zda se potkan po zaslechnutí klikeru otočí. Pokud se otočí a hledá pamlsek, tak si zvukový signál s odměnou spojil. Pokud se neotočí, pamlsek dostane stejně, ale je to signál, že je potřeba v „naklikávání“ dále pokračovat.

Třetí krok. V tomto kroku chceme, aby se potkan držel v jednom vytyčeném úseku, aby nepobíhal po celém prostoru. Na okraji gauče si představíme hranici prostoru, kde chceme, aby se potkan zdržoval. Jenom zde ho budeme odměňovat (i klikat). Potkan se tedy po čase naučí, že jen v tomto prostoru bude dostávat pamlsky. Zároveň se tím naučí, že by při tréninku neměl odbíhat od trenéra.

5.4.3 Jeden sniffer

Pokud potkan naprosto zvládá předešlé kroky, můžeme mu do tréninkového prostoru umístit jeden sniffer. Cílem je, aby potkan začal jevit o sniffer zájem, zdržoval se u něj po delší čas a ideálně, aby k němu čichal. Nejprve dáváme sniffer bez pachu (v tomto kroku nemusí být vyloženě sterilní, ale měli bychom zabránit výraznějším pachům), později do nového snifferu (teď již sterilního) umístíme kompres s pachovým vzorkem.

5.4.3.1 Bez pachu

Nejprve používáme sniffer prázdný, později do něj můžeme umístit čistý kompres (bez jakéhokoli vzorku pachu). Na tréninkový prostor vždy nejdříve umístitujeme sniffer a pak až samotného potkana.

Při prvních trénincích klikneme již v případě, že se potkan na sniffer třeba jen podívá. Následně klikneme při každém přiblížení se potkana ke snifferu. Odměňujeme ho tedy za každý zájem o tento objekt. Když je již přímo u snifferu, snažíme se, aby u něj zůstal co nejdéle. Toho docílíme tak, že několikrát rychle po sobě uděláme klik-odměna. Odměnu bychom mu měli dávat tak, že prst (kde máme např. přesnídávku) položíme na víčko snifferu. Tím se naučí, že by se měl ke snifferu přibližovat čenicem. Později potkanovi klikáme a dáváme odměnu jen přímo u snifferu.

Pokud již nemáme připravenou žádnou odměnu, tak potkana odebereme z tréninkové plochy. Až si odměnu opět připravíme, můžeme v tréninku pokračovat.

5.4.3.2 S pachem

Když již potkan jevil zájem o sniffer bez pachu, do nového snifferu jsme mu umístili kompres s čerstvě získaným lidským pachem. Od této fáze je již potřeba pracovat v latexových rukavicích. A to nejen při přípravě, ale i při tréninku samotném. Důležité je, aby se pach ve snifferu nemísil s jinými pachy (ani pachem trenéra). Napachovaný kompres umístěný ve skleničce přemístíme do kompresu za pomoci pinzety. Skleničku s dalšími vzorky se snažíme mít otevřenou jen nezbytně dlouhou dobu, abychom zabránili jejich degradaci dalšími vnějšími pachy.

Samotný trénink probíhá stejně jako u snifferu bez pachu. Tentokrát ale odklikáváme rovnou, až když je potkan hned u snifferu. Také se snažíme, aby se zde zdržel delší dobu.

Tato fáze je důležitá, aby si potkan začal zvykat na cizí lidské pachy a později je dokázal pomocí čichu vyhledávat. Nesmíme ale zapomenout dané pachy střídát. Používáme střídavě pachy získané od několika různých lidí, abychom potkany nenaučili rozlišovat jen jeden či dva pachy. Měli bychom pak velmi zkreslené výsledky.

5.4.4 Dva sniffery

V další fázi přidáváme druhý sniffer. Ten bude vždy obsahovat kompres se stejným pachovým vzorkem jako první sniffer. Na tréninkový prostor umístíme sniffery s pachy v řadě za sebou. Jejich vzdálenost od sebe bude menší a postupně můžeme po malých krůčcích oddalovat, abychom se v závěru dostali na 10 cm mezeru. Připravíme si odměny a potkana umístíme na začátek této řady. Měl by jít ke snifferu na první pozici, kde klikneme a dáme odměnu. Pak by měl jít ke snifferu na pozici druhé, kde opět klikneme a dáme odměnu. Tím tato série končí a potkana odebereme. Případně tuto sérii můžeme ještě jednou zopakovat. Záleží na náladě potkana.

Může zde ale nastat pár komplikací. Pokud chce jít potkan rovnou ke snifferu na pozici dvě a vynechat tím první sniffer, tak potkana odebereme a zkusíme to znovu, případně můžeme rovnou zvětšit vzdálenost mezi sniffery. Další možností je, že potkan sice jde ke snifferu na první pozici, ale nechce se od něj přesunout dál. V tento okamžik ho můžeme odměnou (umístěnou na prstě) nalákat ke druhému snifferu. Tuto odměnu mu však dáme až v případě, že ke snifferu opravdu dojde (samozřejmě musíme nejdříve kliknout a pak až předložit odměnu).

V této fázi se potkan naučí, že by měl postupně přecházet od jednoho vzorku ke druhému

5.4.5 Tři sniffery

Pokud potkan zvládá trénink se dvěma sniffery, přidáme mu sniffer třetí. Ten ale nebude obsahovat žádný pach, jen sterilní kompres. Dva původní sniffery budou opět obsahovat stejný pach (budeme značit A). Sniffer bez pachu značíme 0.

Sniffery opět umístíme do řady. Během prvních tréninků umístíme sniffery s pachem A na první a třetí pozici, sniffer bez pachu 0 na druhou pozici. Máme tedy tréninkovou sérii A, 0, A.

Potkana postavíme na začátek řady. Jeho cílem je projít postupně celou řadu, ale zastavit se jen u snifferů s pachem A. Tedy přijde k prvnímu snifferu (A), kde klikneme a dáme odměnu. Přesune se ke druhému snifferu (0), který očichá a rovnou pokračuje ke snifferu třetímu (A), kde zůstane stát. Tím, že u snifferu stojí, označuje ten správný pach. Cílem tedy je, aby potkan vždy a bezpečně označil hledaný pach A.

Potkan by měl řadu projít souvisle a nevracet se. Pokud se chce vrátit, včas ho odebereme.

Pokud se potkan naučil procházet plynule celou řadu, můžeme začít střídát pozice snifferů. Hledaný pach A musí být vždy na první pozici. Máme tedy možnosti A, 0, A nebo A, A, 0. Odklikneme mu vždy u snifferu s pachem A.

Při tréninku, kdy je prázdný sniffer na třetí (tedy poslední) pozici, mohou nastat dvě možnosti, jak se potkan zachová. Může jít k prvnímu snifferu A (klik-odměna) a přesunout se ke druhému snifferu A, kde zůstane stát. V tu chvíli klikneme, dáme odměnu a odebereme potkana. Označil správný pach, tak již není potřeba, aby šel i k poslednímu snifferu. Pokud ale u druhého snifferu stát nezůstane a přesune se ke třetímu, tak ho neodebíráme a dáme mu možnost se vrátit. V tomto případě není návrat chybou. Pokud se vrátí zpět na druhou pozici (A) a zde zůstane, můžeme předpokládat, že potkan dokáže označit dva totožné pachy.

Po čase je vhodné udělat test, na podobném principu jako u počáteční práce s klikerem. Tento test provádíme proto, abychom zjistili, zda potkani rozumí, co je jejich cílem. Postupujeme jako při běžném tréninku. Rozmístíme tedy sniffery do řady a na začátek řady postavíme potkana. Na první pozici si načichá hledaný pach A (klik-odměna) a pak postupuje v řadě. S kliknutím u následujícího správného snifferu chvíli vyčkáme, jestli u něj potkan vydrží stát i v případě, že mu ihned neklikneme a nedáme odměnu. Následně samozřejmě odklikneme a potkana odebereme. Pokud testem projde, můžeme přidat další sniffer. Pokud ne, je potřeba vydržet další dny v této fázi. Po několika trénincích test zopakujeme.

Při přípravě snifferů na trénink musíme dávat pozor, abychom nepoužívali stejnou pinzetu na přesun kompresů sterilních a kompresů napachovaných. Tím bychom mohli na sterilní kompres nanést pach A a tím bychom potkana jedinež zmátli. Proto taky musíme dbát na to, abychom po celou dobu pracovali v rukavicích a pečlivě dezinfikovali všechny používané pomůcky.

5.4.6 Čtyři sniffery

Ke třem již používaným snifferům (A, A, 0) přidáme další sniffer se sterilní nenapachovanou látkou. Potkan si tak zvykne na delší řadu vzorků a my máme větší prostor pro vymyšlení kombinací, jak hledané vzorky A umístit. Stále ale platí pravidlo, že jeden z hledaných pachů A musí být vždy na první pozici.

V následujícím kroku se snažíme postupně oddálit sniffer na první pozici („načichávací“) od ostatních snifferů v řadě. Tím v podstatě podtrhneme to, že tento pach je nejdříve potřeba načichat a pak ho najít v řadě vzorků. Sniffer musíme postupně oddalovat jen po opravdu malých kouscích, aby to pro potkana nebyla veliká změna. Cílem je dostat se na vzdálenost přibližně 15 cm. Vzdálenost mezi zbylými sniffery v řadě se nemění.

5.4.7 Dva různé pachy

Další fází je trénink již se dvěma pachy. Ta se skládá ze tří kroků.

První krok – výběr a odběr vhodného doplňkového pachu (značíme B). Všechny pachy, které dosud byly používány jako hledaný pach A, již po zbytek našeho projektu musíme stále používat jen jako hledaný pach. Nikdy ne jako pach doplňkový. Je to tak pro potkany jednodušší, že označují pach, který už v minulosti hledali. Doplňkový pach B tedy budeme získávat od úplně nového člověka. Tento člověk, by měl být co nejvíce odlišný od člověka, od kterého zrovna budeme mít pach A. Pokud je tedy pach A od ženy, zvolíme pro odběr pachu B muže a naopak. Zároveň platí, že tyto dvě osoby nesmí být příbuzní, žít ve společné domácnosti nebo být často v kontaktu. Doba odběru se v této fázi tréninku bude lišit. Hledaný pach odebíráme za stejných podmínek, tedy 5 minut z rukou nebo 20 minut z břicha. Doplňkový pach ale budeme odebírat jen poloviční čas, aby měl nižší intenzitu.

Druhý krok – trénink se třemi sniffery. Abychom potkanům neztěžovali trénink příliš, budeme nejdříve pracovat pouze se třemi sniffery. A to vždy v pořadí A, B, A.

Třetí krok – trénink se čtyřmi sniffery. Nyní můžeme přidat další sniffer, tentokrát jen se sterilní látkou. Pracujeme tedy se sniffery A, B, A, 0. Nejdříve používáme sniffer bez pachu pouze na poslední pozici. Později může zkusit měnit pozice posledních dvou snifferů. Střídáme tedy řady A, B, A, 0 s řadou A, B, 0, A. Nakonec můžeme začít přesouvat i druhý doplňkový pach A (ten první musí být vždy na první pozici).

Pozice snifferů můžeme měnit i mezi tréninkovými sériemi. Potkan projde řadu, odebereme ho, změním pozici snifferů a s potkanem opět trénujeme. Musíme ale stále dbát na čistotu vzorků. Proto sniffery přesouváme vždy jen v čistých rukavicích. Pro práci s pachy A a B opět používáme pokaždé sterilní pinzetu, pro každý pach jinou (sterilní).

5.4.8 Tři různé pachy

V další fázi vyměníme sniffer se sterilním kompresem za sniffer s druhým doplňkovým pachem C. Pro odběr pachu C platí naprosto stejné podmínky, jako pro pach B. Pach tedy odebíráme také jen polovinu času, než je běžný standart. I zde platí, že pokud je hledaný pach A odebírán od ženy, doplňkové pachy B a C musíme odebírat od muže a naopak.

Při prvních pokusech umístíme sniffery na tréninkovou plochu v pořadí A, B, C, A. To z důvodu, aby potkan musel projít celou řadu a zjistil, že se zde vyskytuje již více pachů. Později můžeme začít umístění pachů opět měnit. Hledaný pach A bude vždy na první pozici.

Pokud již toto potkanovi nečiní problémy, přejdeme k dalšímu kroku. Ten se týká odběru pachů. Nyní budeme odebírat všechny pachy (hledaný i doplňkové) po stejně dlouhou dobu. Tedy pokud odebíráme z rukou, tak 5 minut, pokud z břicha, tak 20 minut. Při tréninku pak postupujeme stejně, jako v předešlém kroku.

5.5 Trénink potkanů v praxi

Před samotným tréninkem bylo nejdříve potřeba, aby si potkánci bez problému brali nabídnutou odměnu přímo z ruky. Jelikož byli od mala zvyklí na kontakt s lidmi, nečinilo jim to žádný problém. S tím souvisí i vhodný výběr pamlsku, aby měl potkan dostatečně velkou motivaci. Moji potkaní samci preferovali dětské ovocné přesnídávky.

12. 3. 2018

První práce s klikerem. Postupné „naklikávání“ obou jedinců. Po kliknutí vždy hned přijde odměna. Několikrát opakováno. Při tomto tréninku byl potkan umístěn ve skleněném boxu.

27. 3. 2018

Proveden „test“, zda si již potkani spojili kliknutí s následnou odměnou. Když se na mě nedívali, klikla jsem a chvilku počkala, zda se otočí a začnou se dívat po odměně. Oba potkani se takto zachovali, tak podle toho můžeme usuzovat, že si potkani uvědomují, že kliknutí znamená následný pamlssek.

29. 3. 2018

Naklikávání pokračuje (téměř každý den). Nyní už byli potkani na trénink přesunuti na větší prostor (gauč). Nejprve bylo potřeba je na nové místo zvyknout. Takže několik následujících dní byli na gauč umístěováni ne za účelem tréninku, ale aby si nové prostředí mohli v klidu prozkoumat. A tím se pak více soustředit na trénink.

2. 4. 2018

Potkani jsou naklikáváni, tentokrát již v novém prostředí.

3. 4. 2018

Další fází tréninku je, odměňovat potkany pouze na určitém místě, aby neběhali po celém prostoru. Vymezila jsem si prostor na okraji gauče. Nejprve, když se potkani blížili k danému místu, tak jsem klikla a dala odměnu (že tohle je správně). Pokud byli jinde v prostoru, žádného kliknutí ani odměny se nedočkali. Relativně rychle přišli na to, co je od nich požadováno, tak se opravdu zdržovali téměř celou dobu ve vytyčeném prostoru.

17. 4. 2018

První trénink se snifferem bez pachu. Prázdný sniffer jsem umístila na gauč do prostoru. Nejdříve kdykoli se potkan ke snifferu jen trochu přiblížil, tak jsem klikla a dala odměnu (aby věděl, že i jen přiblížení se k němu, je správně). Takto jsem se v následujících dnech postupně snažila, aby se dostal přímo ke snifferu a odměnu pak dostával pouze u něj.

Nejdříve by měl být na gauč umístěn sniffer a následně potkan, ne obráceně.

18. 4. 2018

Plně se projevuje povaha jednoho z potkanů (Thor), je příliš rychlý a divoký, tak ke snifferu přiběhl, dostal odměnu a následně zase hned běžel pryč. Cílem tedy bylo snažit se ho u snifferu udržet co nejdéle. A to tak, že když ke snifferu přiběhl, tak jsem mu rychle a několikrát za sebou klikla a dala odměnu.

8. 5. 2018

Poprvé použit sniffer s pachem. Odklikla jsem pouze, pokud byl potkan přímo u snifferu. Jinak byl postup stejný jako s prázdným snifferem.

Pachy by neměly být získávány od osob mně příbuzných či kamarádů a kolegů, se kterými trávím mnoho času nebo osob, které se vyskytují v blízkosti těchto mnou trénovaných potkanů.

9. 5. 2018

Thor sniffer ignoruje. Tak jsem zkusila dát mu opět jen prázdný sniffer, ale ani ten jeho zájem nezvýšil. Na doporučení mu tedy dávám týdenní pauzu od tréninku. Následně ho budu tzv. „restartovat“ – začneme s tréninkem zase postupně od začátku. Nejdřív jen dávat odměnu na gauči, následně „naklikávat“, přidat sniffer bez pachu a následně opět s pachem.

Druhý z potkanů (Loki) s přidáním pachu neměl problém a reagoval stejně jako u prázdného snifferu.

22. 5. 2018

Thor postupuje dobře. Tento den začal trénovat se snifferem bez pachu.

Lokimu byl přidán druhý sniffer. Ten obsahuje stejný pach jako sniffer na první pozici. Trénink probíhá tak, že na gauč nejdříve umístíme sniffery v řadě za sebou. Následně dáme potkana na začátek řady. Jeho úkolem je přijít k prvními snifferu, tam načichat pach (zde ho „odklikneme“ a dáme odměnu) a následně se přesunout ke snifferu na druhé pozici, kde si pach také načichá a zdrží se u něj (zde ho také odklikneme a dostane odměnu). Pak potkana ihned odebereme.

Doporučeno používat sterilní gumové rukavice, aby se nemísil můj pach s pachy umístěnými ve snifferech.

26. 5. 2018

Tentokrát jsem výjimečně trénovala v ranních hodinách místo ve večerních. Což se ukázalo jako chyba, jelikož slunce svítlo na tréninkový prostor. To oba potkany rozptylovalo a nesoustředili se na sniffery, ale právě na slunce. Zásadní ponaučení pro příště.

29. 5. 2018

Thorovi jsem již mohla přidat sniffer s pachem. Tentokrát na něj již reagoval tak, jak měl.

7. 6. 2018

Thorovi byl přidán druhý sniffer s pachem (opět byl pach v obou snifferech stejný). Potkan se však zajímá ihned o druhý sniffer. Sniffery tedy umístím dále od sebe. Cílem je, aby se potkan u snifferu na první pozici zdržel déle.

21. 6. 2018

Lokimu je přidán další sniffer, tentokrát bez pachu. Pracuje tedy poprvé se třemi sniffery (dva se stejným pachem a jeden prázdný). Sniffery jsou opět umístěny v řadě. Prozatím v pořadí: s pachem, bez pachu, s pachem (označeno: A, 0, A). Již také zkouším používat pachy od různých osob (aby se nenaučili detekovat pach pouze jedné osoby), ale sniffery s pachy zůstávají vždy na stejné pozici (A, 0, A).

Tím, jak se ale pozici snifferů neměnila, potkan začal chodit od prvního snifferu rovnou ke snifferu třetímu. U snifferu na druhé pozici se vůbec neobtěžoval zastavit, dokonce ho obcházel. Druhý sniffer (bez pachu) jsem tedy o kousek vysunula z řady (teď byly sniffery umístěny do tvaru trojúhelníku), aby byl potkan nucen projít i přes tento sniffer.

26. 6. 2018

Thorovi byl poprvé přidán třetí sniffer. Vše bylo stejné jako u Lokiho (pozice A, 0, A). Pokud se chtěl potkan v průběhu tréninku vrátit k předešlému snifferu, tak jsem ho odebrala. Cílem je, aby prošel řadu a nevracel se zpět. Proto se snažím mu při tréninku možnost návratu nedávat.

28. 6. 2018

Thor se také rozhodl, že prázdný sniffer na pozici dva bude obcházet. Nepomohlo ani vysunutí snifferu z řady. Nastal tedy čas postoupit o krok dál a zkusit vyměnit pozice snifferů. Tentokrát bude prázdný sniffer na pozici třetí (A, A, 0). Pokud potkan vydrží u druhého snifferu (označí tím správný pach) trénink končí a mohu ho odebrat. Pokud projde celou řadu a vrátí se zpět ke snifferu dva, není to nyní bráno jako chyba. Naopak, je vidět, že tomu rozumí, že umí zvolit ten správný sniffer s pachem, který je shodný s pachem v prvním snifferu.

3. 7. 2018

Loki pracuje stále s pozicemi A, 0, A

Thorovi se již snažím pozice snifferů měnit, aby si nezafixoval pouze jednu pozici, ale aby musel přemýšlet, kde je ten shodný pach umístěný.

9. 7. 2018

Thorovi byl přidán druhý sniffer bez pachu, který byl umístěn na čtvrtou pozici (A, 0, A, 0). To za účelem, aby si zvykl na větší počet snifferů, případně abych měla možnost více kombinací, jak cílové pachy umístit.

20. 7. 2018

Proveden „test“, jestli potkani rozumí, co je cílem. Načichat pach A v prvním snifferu (tam je odkliknu a dostanou odměnu), jít postupně k následujícím snifferům a u toho, který

obsahuje cílový pach A, se zastavit (tam chvíli počkám, jestli potkani vydrží i bez odměny nebo půjdou hned dál). Pokud u správného snifferu zůstanou chvíli stát, naznačuje to, že nejspíše tento trénink pochopili a zvládnou si tyto pachy spojit. Pokud se jim to podaří, samozřejmě je odkliknu a dostanou odměnu. U tohoto „testu“ uspěli oba potkani.

Následuje tedy další krok. Sniffer na první pozici začít postupně oddalovat od zbylých snifferů v řadě. Cílem by měla být vzdálenost přibližně 15 cm mezi prvním a druhým snifferem (mezi následujícími pak stejná jako dosud). Sniffer je však důležité oddalovat opravdu pomalu (po centimetrech), aby to pro potkana nebyla veliká změna, která by ho mohla rozhodit.

17. 8. 2018

Lokimu také přidán druhý sniffer bez pachu (takže pozice A, 0, A, 0).

4. 9. 2018

Oba potkani byli trochu zmatení/znudění. Nepracovali tak, jak by měli. Následovala pak pauza od jakéhokoli tréninku (na 14 dní). Ta velmi pomohla a následně oba potkani projevovali větší zájem i snahu (jejich výsledky se značně zlepšily). Je tedy dobré netrénovat s nimi neustále. Jednou za čas je pauza potřeba.

18. 10. 2018

Oběma potkanům poprvé přidán pach B druhé osoby. Aby to měli jednodušší, odebrala jsem jim sniffer bez pachu. Budou tedy pracovat se sniffery v pořadí A, B, A. Pach B musí být od osoby, kterou ještě „nečichali“, tato osoba nesmí být v častém kontaktu s osobou A a musí být jiného pohlaví (aby si pachy byly co nejméně podobné). Doplnkový pach B také odebíráme jen poloviční čas než pach A (aby byl méně výrazný).

29. 10. 2018

Oběma přidán sniffer bez pachu na čtvrtou pozici. Nyní sniffery v pořadí A, B, A, 0. Následně občas prohodit pozice posledních dvou snifferů. Tedy používat pozice A, B, A, 0 a A, B, 0, A.

7. 11. 2018

S potkany cvičím většinou dvě série (do teď byly sniffery při obou sériích na stejných pozicích). Nyní začínám měnit pozice všech snifferů, včetně druhé pozice (ale načichávací pach A musí být vždy na pozici první). Tyto změny probíhají i mezi sériemi. Sniffery samozřejmě přesouvám v čistých rukavicích, aby se pachy nemísily.

21. 11. 2018

Thor je z tréninku celý zmatený a už poněkolkáté trénink nekončí zdárně (odměnou). Aby ho to nefrustovalo, bylo mi doporučeno vrátit se s ním o několik kroků zpět – tedy na dva sniffery s pachem (A, A). Tím se nemá jak splést a trénink bude končit vždy úspěšně odměnou. Až ho v tom utvrdím, mohu postupovat dál (přidat prázdný sniffer, ...).

23. 12. 2018

Lokimu jsem vyměnila prázdný sniffer za sniffer s doplňkovým pachem C od nové osoby. Podmínky pro pach C byly stejné jako u pachu B. Probíhaly opět dvě série. Sniffery byly umístěny během obou sérií na stejném místě, a to v pořadí A, B, C, A. Proto, aby musel projít celou řadu. Hned při prvních pokusech se mu dařilo dobře, prošel celou řadu a u doplňkových pachů se nezdržoval.

Thor je nejistý, tak stále trénuje s kombinacemi tří snifferů (A, 0, A a A, A, 0).

7. 1. 2019

Lokimu se dařilo správně označit shodné pachy (ať byly v jakémkoli pořadí), už poněkolkáté. Rozhodli jsme se tedy k dalšímu kroku – odebírat všechny pachy (hlavní A i doplňkové B, C) stejnou dobu.

Následný trénink bohužel nebyl uskutečněn, jelikož Thor náhle zemřel. Pro Lokiho to byl zásadní zlom a nastalo pro něj tedy období velkých změn (především noví potkánci jako kompenzace ztráty Thora), proto jsem se rozhodla s ním nějakou dobu necvičit, dokud se vše neustálí a dokud si na novinky nepřivykne.

8. 4. 2019

Proběhl první trénink od změn. Začala jsem tam, kde jsem skončila – tedy čtyři sniffery (A, B, C, A). Následně by ale bylo doporučeno, že po takhle dlouhé době je lepší vrátit se o několik kroků zpět, aby byl trénink rychlejší a aby v něm potkan mohl dostat více odměn.

16. 4. 2019

Trénink pouze se dvěma sniffery (A, A).

29. 4. 2019

Přidán sniffer s prázdným pachem (A, 0, A). Při každém tréninku od smrti Thora je na něm ale vidět, že ho to nebaví a nejeví o nic zájem. Dokonce ani o odměny. Místo přesnídávky jsem tedy zkoušela i jogurt, ale bez úspěchu.

12. 5. 2019

I po několika pokusech vypadá se třemi sniffery ztracený. Vracím se s ním tedy opět zpět, pouze na dva sniffery (A, A). Ani to však nepomáhá. Zdržuje se u prvního snifferu a ke druhému se ani nepřiblíží. Další tip byl, že když přijde k prvnímu snifferu, tak ho dvakrát odkliknout a dát odměnu a odebrat tento sniffer, aby byl nucený se přemístit.

Ani tento pokus ale nebylo možné vyzkoušet, jelikož potkan onemocněl a po několika dnech nemoci podlehl.

6 Diskuze

6.1 Čich

Pro tento projekt, schopnost detekce jednotlivých lidských pachů, byli vybráni potkani z několika důvodů. Tím hlavním je citlivost jejich čichu. Čich je u živočichů (především savců) jedním z nejdůležitějších smyslů. Jak uvádí Wackermannová et al. (2016), většina právě savčích druhů má schopnost detekovat veliké množství chemických struktur. Čich je nedílnou součástí ochrany organismu, jelikož díky němu jedinec včas rozezná případné zdravotní riziko (jako je například požár, únik zemního plynu či toxiny). Olfaktorické výzkumy byly nejčastěji prováděny, mimo jiné, také na hlodavcích. A jak již dříve uvedli Corcelli et al. (2010), savci dokáží detekovat nespočet látek mající velmi rozmanité chemické struktury.

Vzhledem k tomu, že většina pachů jsou složité směsi několika jednotlivých složek, je rozlišení jednoho pachu od druhého obtížné. Podle Frasnelli et al. (2011) ale předchozí zkušenosti schopnost detekce pachu zvyšují. Což bylo potvrzeno i při tomto projektu, kde byli potkani úspěšnější při přítomnosti již známého pachu.

Přesnost detekce závisí také na tom, zda je zvíře hladové či nikoli. V tomto projektu jsem ověřila tvrzení Wackermanové et al. (2016), že hladoví jedinci mají citlivější čich a Aime et al. (2007), kteří značí krmný stav zvířete jako jeden ze základních faktorů ovlivňující olfaktorickou citlivost. Tedy přístup zvířete k potravě – jak často k němu má přístup a kolik potravy má k dispozici. Potkani lépe pracovali, když jsem jim pár hodin před tréninkem odebrala krmení a doplnila jsem jim ho až po tréninku. Ovšem nemuselo to být dáno citlivostí čichu, ale spíše vidinou odměny (pamlsku). Která následovala po správném označení daného pachu.

Laska et al. (2007, 2009) publikovali, že čichová výkonnost se zlepšuje s opakovaným vystavováním určité látky (jak u potkanů, tak u myší). Během tréninku se ale samozřejmě nesmíme zaměřit pouze na určitý pach nebo skupinu pachů se stejnými vlastnostmi. Jako je třeba používání pouze mužských pachů nebo pachů lidí jen v určité věkové skupině. Pokud bychom používali stále stejný pach, jedinec by na něj mohl ztratit citlivost a již ho tolik nevnímat. Na tom se shodují Reece (2011) i Wackermannová et al. (2016). S tím souvisí, že pach trenéra potkany při tréninku nijak nemate, protože na něj jsou již zvyklí.

Jak uvádí Wells a Hepper (2003), čichová citlivost se mění v průběhu života zvířete. Na tuto skutečnost jsem se v projektu sice nezaměřila, ale díky této informaci předpokládáme, že je vhodnější začít s tréninkem u co nejmladších jedinců. Proto jsem projekt zahájila s potkany, kteří byli krátce po odstavu.

6.2 Trénink

V tomto projektu jsme využili pozitivního posilování. S každým kliknutím (značící správnou reakci/chování) dostal potkan odměnu ve formě pamlsku. Kliker byl použit jako sekundární zesilovač a odměna jako zesilovač primární, stejně tak jo ve výzkumu Weetjens et al. (2009). Ti používali jako pamlsky arašidy nebo banán. Moji potkani jevíli největší zájem o různé druhy ovocných přesnídávek.

Lewon et al. (2019) ve své studii doporučují, aby trénink krys obrovských probíhal v tzv. line cage a aby trenéři pracovali v týmech po dvou. Jeden hlavní trenér, který pracuje s krysami a klikerem a druhý, který celý trénink pozoruje a zaznamenává. To v mých domácích podmínkách bohužel nebylo možné. Nahradili jsme to ale tak, že své tréninky s potkany jsem nahrávala na video, které jsem následně odeslala ke zhodnocení dalším členům našeho týmu.

Trénink s klikerem jsem s potkany započala krátce po jejich odstavu, čili ve věku 6 týdnů. Tento věk pro počátek tréninku doporučují i Weetjens et al. (2009) a Lewon et al. (2019). Mimo dobu tréninku byli moji potkani umístěni spolu v kleci (pouze oni dva) o rozměrech 80×50×70 cm, vybavenou hoblinami a místy na spaní. Jedná se o téměř shodné podmínky, v jakých byli trénováni potkani ve studii Lewon et al. (2019).

Trénink Lewon et al. (2019) byl prováděn na třikrát při 10 vzorcích, každý den kromě víkendu. V mém projektu jsem s potkany zprvu také trénovala každý den několik opakování. Ale se zvyšující obtížností se mi osvědčilo nejdříve trénovat pouze dvě opakování a později, aby měli každý přibližně třetí den pauzu bez tréninku. Ve chvíli, kdy již pracovali se dvěma různými pachy, trénink probíhal jen jednou za tři až čtyři dny. Když to bylo častěji, potkani se již nedokázali tolik soustředit, nedařilo se jim tak dobře najít shodný pach, tím dostávali méně odměn a přestávalo je to bavit.

Jak dále Lewon et al. (2019) zmiňují, je důležité dbát na správný okamžik odkliknutí, když jedinec správně označí vzorek. Pokud dáme zvukový signál dříve, než jsme měli, snižujeme tím výkonost trénovaného jedince více, než kdybychom klikli později. S tím jsem měla na začátku experimentu celkem problém. To mohl být jeden z důvodů, proč trénink trval déle, než ve své studii udává Weetjens et al. (2009). Dále ale uvádí, že délka tréninku závisí také na aktivitě trenéra a chování jednotlivých potkanů.

Webb et al. (2020) udávají délku speciálního výcviku více než 9 měsíců, aby krys dosáhly dostatečné úrovně pro jejich operativní využití. Můj projekt trval 10 měsíců, ovšem trénink nebyl příliš intenzivní. Následně jeden z potkanů zemřel a druhý kvůli tomu začal strádat a tím o všechno přestal jevit zájem, včetně tréninku i pamlsků. Musela jsem tedy po této události trénink přerušit. Nicméně, jeden z trénovaných potkaních samců se dostal do fáze, kdy bez problému označil cílový pak v řadě s dalšími dvěma klamnými pachy. Měl v sobě obrovský potenciál, a pokud bychom v tréninku pokračovali déle, věřím, že by byl schopný rozlišit daný pach i mezi více klamnými vzorky.

6.3 Pachová identifikace

Jak uvádí Schoon a Haak (2002), pachová identifikace se provádí v mnoha zemích a je přijata jako součást důkazů předložených soudu. Pro tuto práci se aktuálně používají psi. Ti ale mají větší nároky na chov (jako je například prostor či množství krmení). To byl jeden z hlavních důvodů, proč se pokusit pro tuto práci vycvičit méně náročná zvířata, v našem případě potkany. Dalším důvodem bylo, jak publikoval Schoon (2005), že výzkumy v tomto oboru jsou velmi pomalé a komplikované. Trvá relativně dlouho, než se pes vycvičí. I proto jsou počty těchto psů tak nízké. U potkanů trvá trénink sice také relativně dlouho, ale výzkum není tak komplikovaný. Pinc et al. (2011) se ve své studii zabývali policejní kynologií. Uvádí, že je porovnávání vzorků ve většině případů prováděno v uzavřené místnosti. Porovnávání vzorků může být prováděno naslepo. Psovod není předem informován o pozici cílového

vzorku a manipulace se vzorky je prováděna jinou osobou. Oproti tomu v mém projektu byla identifikace prováděna v domácích podmínkách (čili v klasickém pokoji) a pouze v přítomnosti trenéra a případně kameramana. Samotný trénink i manipulace se vzorky byly prováděny stejnou osobou.

Trénink potkanů probíhal stejně, jak popisuje Pinc et al. (2011) ve své studii týkající se policejní kynologie. Máme dva stejné vzorky. Jeden slouží jako načichávací a druhý jako cílový. Po načichání si jedinec pach, přítomný ve vzorku, zapamatuje a následně v řadě dalších vzorků označí pach totožný. Moji potkani označovali cílový pach tím, že zůstali stát u snifferu obsahující tento odor. V policejní kynologii může mít řada vzorků s pachy různý tvar (přímá řada nebo tvar kruhu). My jsme používali přímou řadu. Nastaly ale chvíle, kdy jsem musela sniffery umístit do tvaru trojúhelníku, jelikož potkani obcházeli prostřední pach a šli tedy od prvního snifferu obloukem rovnou ke třetímu. My ale potřebujeme, aby postupně prošli celou řadu a zkontrolovali pach v každém snifferu. Později jsem jim sniffery začínala opět srovnávat do přímé řady a následující trénink již probíhal bez komplikací.

Cílový pach byl umístěn mezi klamné pachy, přesně jak doporučují Pinc et al. (2011). Náš trénink se však od předešlé studie lišil ve specifitě klamných vzorků. My se pokoušeli, aby klamné vzorky byly naopak co nejvíce odlišné od cílového pachu. Tedy pokud byl cílový pach mužský, klamné pachy jsme použili ženské a naopak. Rozdíl byl i v intenzitě vzorků. Cílový pach byl odebírán po dobu 5 minut, kdežto klamné jen poloviční čas. Pokud by ale trénink trval déle, snažili bychom se podmínky ztížit, aby odpovídali předešlé studii, kde byli pro pachovou identifikaci použiti psi.

Jak uvádí Curran et al. (2007), máme tři typy pachů. Primární pach je pravděpodobně geneticky podmíněn a nelze ho v průběhu času změnit, sekundární pach je ovlivněn životním stylem jedince a terciální pach je ovlivněn pouze vnějším prostředím. V tomto projektu jsem se zaměřila na primární a sekundární lidský pach. Při odběru pachů tedy bylo potřeba, aby si dotyčné osoby pořádně umyly ruce mýdlem bez parfemace a aby několik hodin před odběrem nepoužili žádný parfém. Tím jsme získali vzorek pouze primárního a sekundárního pachu jednotlivých osob.

6.4 Negativní aspekty

Z tohoto projektu vyplývá, že negativním aspektem pro výcvik potkanů může být to, že jsou velmi sociální. S jedincem stejného druhu si vytvoří silné pouto, a pokud jeden z nich zemře, druhý začne smutnit, strádat a tím je znemožněno v tréninku dále pokračovat.

Dalším negativem pro výcvik potkanů je jejich krátkověkost. Jak uvádí Jebavý et al. (2014), potkani se většinou dožívají maximálně 3 let. Což je obrovský rozdíl oproti, v olfaktorických výzkumech používaných, *Cricetomys gambianus*, které se podle Wetjeens et al. (2009) a Webb et al. (2020) dožívají 7 – 9 let.

7 Závěr

Hlodavci, potkany nevyjímaje, mají velmi dobře vyvinutý čich, který jim pomáhá především při vyhledávání potravy, partnera či nebezpečí. Navíc se jedná o velmi inteligentní zvířata, které je možné trénovat k různým úkolům. Proto se jeví jako vhodný druh pro tento projekt.

Při výcviku hraje nejdůležitější roli povaha jedince. Vhodné je také s výcvikem začít v co nejmladším věku potkana. Nesmíme ale zapomínat, že i zvíře může být přepracované a tak s ním netrénovat příliš často. Trénink musí vidět jako hru, která ho bude bavit. Pokud o to nebude mít žádný zájem, není možné získat kvalitní výsledky.

Výběr potkana také hraje roli při výcviku. Lepší je používat potkany ze soukromého chovu, kde známe původ jedince a případné zdravotní vady, které se mohou u jedince vyskytnout. Zároveň tito jedinci často bývají zvyklí na lidský kontakt, což je další velmi důležitý aspekt.

Po vyhodnocení průběhu projektu a výsledků bylo zjištěno, že by se potkani byli opravdu schopni naučit rozlišovat jednotlivé lidské pachy. Problémem však zůstává, že výcvik trvá dlouho, takto vycvičení potkani se dají použít pouze pro práci v interiéru a dožívají se nízkého věku. Zároveň jsou také náchylní k různým nemocem.

Dle mého názoru ve využití potkanů na rozlišování lidských pachů není budoucnost, co se zavedení do praxe týče. Mohlo by být reálné je takto vycvičit, ale kvůli jejich krátkověkosti by nebylo možné jejich dlouhodobé využití.

8 Literatura

- Abraham U, Saleh M, Kramer A. 2013. Odor is a time cue for circadian behavior. *Journal of Biological Rhythms* **28**: 26-37
- Aime P, Duchamp-Viret P, Chaput MA, Savigner A, Mahfouz M, Julliard AK. 2007. Fasting increases and satiation decreases olfactory detection for a neutral odor in rats. *Behavioural Brain Research* **179**: 258-264
- Brecgbuhl J, Klaey M, Moine F, Bovay E, Hurini N, Nenniger-Tosato M, Broillet MC. 2014. Morphological and physiological species-dependent characteristics of the rodent Grueneberg ganglion. *Front Neuroanat* **8**: 87
- Cometto-Muniz JE, Abraham MH. 2008. Human olfactory detection of homologous n-alcohols measured via concentration-response functions. *Pharmacol Biochem Behav* **89**: 279-291
- Corcelli A, Lobasso S, Lopalco P, Dibattista M, Araneda R, Peterlin Z, Firestein S. 2010. Detection of explosives by olfactory sensory neurons. *Journal of Hazardous Materials* **175**: 1096-1100
- Curran, AM, Prada PA, Schoon AA, Almirall JR, Furton, KG, 2005. Human scent as a biometric measurement. *Biometric Technology for Human Identification II* **5779**: 398 – 408
- Curran AM, Ramirez CF, Schoon AA, Furton KG. 2007. The frequency of occurrence and discriminatory power of compounds found in human scent across a population determined by SPME-GEMS. *Journal of Chromatography B* **846**: 86-97
- DeAngelo D. 2018. Demilitarizing disarmament with mine detection rats. *Culture and Organization* **24**: 258 – 302
- DeGreeff LE, Curran AM, Durton KG. 2011. Evaluation of selected sorbent materials for the collection of volatile organic compounds related to human scent using non-contact sampling mode. *Forensic Science International* **209**: 133-142
- Edwards TL, Browne CM, Schoon A, Cox C, Poling A. 2017. Animal olfactory detection of human diseases: Guidelines and systematic review. *Journal of Veterinary Behaviour* **20**: 59 - 73
- Edwards TL, Cox C, Weetjens B, Poling A. 2015. Influences of castration on the performance of landmine-detection rats (*Cricetomys gambianus*). *Journal of Veterinary Behavior* **10**: 369 – 372
- Ensminger JJ. 2012. *Police and Military Dogs: Criminal Detection, Forensic Evidence, and Judicial Admissibility*. Taylor & Francis Ltd. Abingdon
- Frasnelli J, Lundstrom JN, Boyle JA, Katsarkas A, Jones-Gotman M. 2011. The vomeronasal organ is not involved in the perception of endogenous odors. *Hum Brain Mapp* **32**: 450-460

- Fredricks DN. 2001. Microbial Ecology of Human Skin in Health and Disease. *Journal of Investigative Dermatology Symposium Proceedings* **6**: 167-169
- Hanzlová J, Hemza J. 2014. *Základy anatomie - nervový systém a čivy*. Masarykova univerzita, Praha. Available from https://is.muni.cz/do/fsps/e-learning/zaklady_anatomie/zakl_anatomie_IV/index.html (accessed November 2019)
- Jebavý L et al. 2014. *Ochrana, chov a využití pokusných zvířat*. Clasa. Praha
- Kusano M, Mendez E, Furton KG. 2011. Development of headspace SPME method for analysis of volatile organic compounds present in human biological specimens. *Analytical and Bioanalytical Chemistry* **400**: 1817-1826
- Laska M, Bautista RM, Hofelmann D, Sterlemann V, Salazar LT. 2007. Olfactory sensitivity for putrefaction-associated thiols and indols in three species of non-human primate. *The Journal of Experimental Biology* **210**: 4169-4178
- Laska M, Persson O, Hernandez Salazar LT. 2009. Olfactory sensitivity for alkylpyrazines—a comparative study in CD-1 mice and spider monkeys. *Journal of Experimental Zoology Part A: Ecological Genetics and Physiology* **311**: 278-288
- Lewon M, Webb EK, Brotheridge SM, Cox C, Fast CD. 2019. Behavioral skills training in scent detection research: Interactions between trainer and animal behavior. *Journal of Applied Behavior Analysis* **52**: 682 - 700
- Lienhardt C, Zumla A, Gebreselassie N, Frick M, Gray G, Kasaeva T, Raviglione M. 2018. Tuberculosis research and development: seeding the future. *Lancet Respiratory Medicine* **6**: 242–244
- Mahoney A, Lalonde K, Edwards T, Cox C, Weetjens B, Poling A. 2014. Landmine-detection rats: An evaluation of reinforcement procedures under simulated operational conditions. *Journal of the experimental analysis of behavior* **101**: 450-456
- Mahoney A, Weetjens BJ, Cox C, Beyene N, Reither K, Makingi G, Jubitana M, Kazwala R, Mfinanga GS, Kahwa A, Durgin A, Poling A. 2012. Pouched rats' detection of tuberculosis in human sputum: comparison to culturing and polymerase chain reaction. *Tuberculosis Research and Treatment* 2012 (e716989) DOI:10.1155/2012/716989
- Mgode GF, Weetjens BJ, Nawrath T, Lazar D, Cox C, Jubitana M, Mahoney A, Kuipers D, Machang'U RS, Weiner J, Schulz S, Kaufmann SH. 2012. Mycobacterium tuberculosis volatiles for diagnosis of tuberculosis by *Cricetomys* rats. *Tuberculosis* **92**: 535-542
- Olofsson JK, Zhou G, East BS, Zelano C, Wilson DA. 2019. Odor Identification in Rats: Behavioral and Electrophysiological Evidence of Learned Olfactory-Auditory Associations. *eNeuro* 6 (0102-19.2019) DOI: 10.1523/ENEURO.0102-19.2019
- Pinc L, Bartoš L, Reslová A, Kotrba R. 2011. Dogs Discriminate Identical Twins. *PLOS ONE* **6** (e20704) DOI: 10.1371/journal.pone.0020704
- Poling A, Weetjens BJ, Cox C, Beyene NW, Sully A. 2011. Using trained pouched rats (*Cricetomys gambianus*) to detect landmines: Another victory for operant conditioning. *Journal of Applied Behavior Analysis* **44**: 351–355

- Quignon P, Giraud M, Rimbault M, Lavigne P, Tacher S, Morin E, Retout E, Valin AS, Lindblad-Toh K, Nicolas J, Galibert F. 2005. The dog and rat olfactory receptor repertoires. *Genome Biology* **6**: R83
- Reece WO. 2011. *Fyziologie a funkční anatomie domácích zvířat*. Grada. Praha
- Schoon E, Haak R. 2002. *K9 Suspect Discrimination Training and Practicing Scent Identification Line - Ups*. Detselig Enterprises Ltd. Calgary
- Schoon GAA. 2005. The effect of ageing of crime scene objects on the results of scent identification line-ups using trained dogs. *Forensic Science International* **147**: 43-47
- Stevenson RJ, Rich A, Russell A. 2012. The nature and origin of cross-modal associations to odours. *Perception* **41**:606–619
- Thanos PK, Robison LS, Robison JK, Michaelides M, Wang GJ, Volkow ND. 2013. Obese rats with deficient leptin signaling exhibit heightened sensitivity to olfactory food cues. *Synapse* **67**: 171-178
- Verhagen R, Weetjens M, Cox C, Weetjens BJ, Billet M. 2006. Rats to the rescue: Results of the first test on a real minefield. *The Journal of Conventional Weapons Destruction* **9**: 96–100
- Wackermannová M, Pinc L, Jebavý L. 2016. Olfactory Sensitivity in Mammalian Species. *Physiological Research* **65**: 369 - 390
- Webb EK, Saccardo CC, Poling A, Cox C, Fast CD. 2020. Rapidly training African giant pouched rats (*Cricetomys ansorgei*) with multiple targets for scent detection. *Behavioural Processes* 174 (104085). DOI: 10.1016/j.beproc.2020.104085
- Weetjens BJ, Mgode GF, Machang'u RS, Kazwala R, Mfinanga G, Lwilla F, Cox C, Jubitana M, Kanyagha H, Mtandu R, Kahwa A, Mwessongo J, Makingi G, Mfaume S, Van Steenberge J, Beyene NW, Billet M, Verhagen R. 2009. African pouched rats for the detection of pulmonary tuberculosis in sputum samples. *International Journal of Tuberculosis and Lung Disease* **13**: 737-743
- Wells DL, Hepper PG. 2003. Directional tracking in the domestic dog, *Canis familiaris*. *Applied Animal Behaviour Science* **84**: 297-305
- Wesson DW, Wilson DA. 2010. Smelling sounds: olfactory-auditory sensory convergence in the olfactory tubercle. *Journal of Neuroscience* **30**: 3013–3021
- Wilson RI, MainenZF. 2006. Early events in olfactory processing. *Annu Rev Neurosci* **29**: 163-201