

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Přírodovědecká fakulta

**Hodnocení individuálních rozdílů v chování
na základě čtyř laboratorních testů u rypošů
lysých (*Heterocephalus glaber*)**

Diplomová práce

Bc. Michaela Marková

Vedoucí práce: Mgr. Martina Konečná, Ph.D.

Konzultant: MSc. Vedrana Šlipogor, PhD.

České Budějovice 2024

Marková, M., 2024: Hodnocení individuálních rozdílů v chování na základě čtyř laboratorních testů u rypošů lysých (*Heterocephalus glaber*). [Assessment of individual differences in behavior based on four laboratory tests in naked mole-rats (*Heterocephalus glaber*). Mgr. Thesis, in Czech.] –106 p., Faculty of Science, University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic.

Anotace

Evidence of animal personality is constantly accumulating. In personality research, assessing the repeatability of individual behavioral expressions is crucial. The aim of my work was to evaluate the behavior of the naked mole-rat (*Heterocephalus glaber*) and to create a personality model. Also provided is an overview of 44 studies on the repeatability of behavior in rodents. The work presents evidence of repeatability in mole-rat behavior and highlights the necessity of unifying the interpretation of behavioral expressions in behavioral tests.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem autorem této kvalifikační práce a že jsem ji vypracovala pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použitých zdrojů.

V Českých Budějovicích dne 12. 4. 2024

.....

Michaela Marková

Poděkování

Děkovný model

Největší podíl děkování je zastoupen pro Mgr. Martinu Konečnou, PhD., jejíž proměnné (poskytování rad, stanovování termínů či ochota spolupráce) charakterizovaly mé skóre Aktivity a Explorace.

Podobné proměnné byly sledovány i u MSc. Vedrany Šlipogor, PhD., které také děkuji, konkrétně byla proměnná vysvětlení práce v EthoVision taktéž součástí skóre Aktivity.

Radce Peškové patří poděkování za spolupráci při měření skóre Sociability, kde byla sledována proměnná čas s jedincem stejného druhu.

Část děkování je vysvětleno také mou rodinou, která na základě různých projevů podpory charakterizovala hned tři osy, a to Odvahu, Aktivitu a Exploraci.

Poslední část děkování byla vysvětlena proměnnými souvisejícími s testovanými rypši lysými, které vysoce korelovaly se všemi ostatními proměnnými ($> 0,9$).

U všech proměnných byl sledován průkazný ($p < 0,05$) efekt motivace, ale i stresu.

Obsah

Obsah	4
1. Úvod	6
1.1. Zvířecí osobnost.....	7
1.1.1. Historie výzkumu.....	7
1.1.2. Nejednotnost aneb variace na jedno téma.....	8
1.1.3. Hlavní osobnostní rysy	10
1.2. Metody hodnocení osobnosti	17
1.3. Testy pro hodnocení osobnosti u hlodavců.....	17
1.3.1. Open field test.....	18
1.3.2. Hole test	19
1.3.3. Dark light test	20
1.3.4. New object test	21
1.3.5. Emergence test.....	23
1.3.6. Handling (bag) test	24
1.3.7. Testy s různými stimuly.....	25
1.4. Opakovatelnost	26
1.5. Rypoš lysý.....	27
2. Cíl práce.....	31
3. Metody.....	32
3.1. Zvířata	32
3.2. Průběh experimentů	32
3.3. Experimenty	33
3.4. Analýza videozáznamu	34
3.5. Statistické zpracování	36
3.5.1. Opakovatelnost	36
3.5.2. Osobnostní model	36
4. Výsledky.....	38
4.1. Literární rešerše	38
4.1.1. Studované druhy	38

4.1.2. Počet opakování testů	39
Interval mezi testy	39
4.1.3. Použité testy	39
4.2. Opakovatelnost u rýpošů lysých	40
4.2.1. Opakovatelnost: Open field test.....	41
4.2.2. Opakovatelnost: Hole test.....	43
4.2.3. Opakovatelnost: Dark light test	43
4.2.4. Opakovatelnost: New surface test	44
4.3. Osobnostní model	44
4.3.1. Vliv charakteristik jedince na osobnostní skóre	47
5. Diskuze	52
5.1. Opakovatelnost a její hodnoty	52
5.2. Opakovatelnost v jednotlivých testech	53
5.3. Časové intervaly mezi testy	54
5.4. Vliv habituace	55
5.5. Osobnostní model	56
5.5.1. Aktivita	58
5.5.2. Odvaha	59
5.5.3. Explorace	60
5.6. Problémy s interpretací	62
6. Závěr.....	64
7. Zdroje	65
8. Přílohy	82

1. Úvod

Individuální rozdíly v chování jsou již popsány u celé řady druhů (např. Dammhahn *et al.*, 2022, Gharnit *et al.*, 2020, Malange *et al.*, 2016). Pokud jsou tyto rozdíly konzistentní v čase anebo kontextu, můžeme je charakterizovat jako personalitu, čili zvířecí osobnost (Dall *et al.*, 2004).

Prvním krokem při hodnocení osobnosti zvířete je tedy ověření opakovatelnosti vybraných projevů chování. Projevy mohou být hodnoceny na základě přímého pozorování, dotazníků nebo nejrůznějších behaviorálních testů (Žampachová *et al.*, 2017). Jak je patrné, opakovatelnost je při studiu osobnosti klíčová, a proto na ni byl kladen důraz i v mé práci. U hlodavců jsou k hodnocení projevů chování nejčastěji používány behaviorální testy, nejvíce bývají zastoupeny Open field test (OFT) a New object test (NOT). Opakovatelnost projevů chování u rypoše lysého byla ověřena již v mé bakalářské práci (Marková, 2022), nyní jsem na hodnocení opakovatelnosti navázala. Jedním z mých cílů bylo ověřit opakovatelnost projevů chování rypoše lysého v dalších laboratorních testech, a navíc otestovat i opakovatelnost projevů za delší časové období.

Získané hodnoty opakovatelnosti projevů chování jsou obecně pokládány za opakovatelné v případě, že jsou výsledky průkazné, avšak bývá zvykem hodnoty porovnat s jinými studii. Jako stěžejní se zde ukázala práce Bell a kolektivu (2009), ve které je shrnuta opakovatelnost nejrůznějších projevů chování. Práce ukazuje také průměrnou hodnotu opakovatelnosti $r = 0,37$, které bylo dosaženo zhodnocením výsledků opakovatelnosti napříč všemi studii. V této metaanalýze však vystupuje široké spektrum druhů od bezobratlých po obratlovce, s minimem prací na savcích. Z tohoto důvodu bylo na místě zacílit více na hlodavce a zaměřit se na studie, které se zabývají opakovatelností chování v čase. Rozhodla jsem se proto přinést přehled studií na hlodavcích, které se zabývají opakovatelností chování v čase. Kromě opakovatelnosti jsem se soustředila také na používání a interpretaci behaviorálních testů, a tato zjištění jsem zhodnotila a porovнала s mými výsledky u rypošů lysých.

Pokud je konzistence projevů chování ověřena, lze u testovaných jedinců přistoupit k tvorbě osobnostního modelu (Dall *et al.*, 2004). Na základě projevů chování lze pak zvířata charakterizovat různými osobnostními rysy. U zvířat je nejčastěji popisováno 5 osobnostních rysů, a to explorace, aktivita, odvaha, agrese a sociabilita, přičemž první 3 rysy jsou u hlodavců hodnoceny nejčastěji (Réale *et al.*, 2007). Vzhledem k tomu, že projevy

chování rypoše lysého byly konzistentní v čase, bylo zde na místě osobnostní model vytvořit.

Další kroky mohou směřovat k hodnocení dopadů osobnosti na život zvířat, jelikož jak se ukazuje, individuální rozdíly chování mohou souviset s rozšířením jedinců, s jejich ontogenetickým vývinem nebo například se zdravím. Individuální rozdíly v chování mohou hrát roli i v celé řadě laboratorních testů (Carere & Eens, 2005). Vzhledem k tomu, že právě rypoši lysí patří mezi modelové organismy, mohla by zjištění o jejich stabilní individuální variabilitě upoutat pozornost těch výzkumníků, kteří je pro své pokusy využívají.

1.1. Zvířecí osobnost

Zvířecí osobnost, pro kterou je někdy užíván výraz *personalita* (z angl. *personality*), je často vnímána jako trend poslední doby, nicméně pravdou je, že se lidé touto problematikou zabývají již více než 50 let, a zájem o ni jen roste. Osobnost je všeobecně chápána jako individuální rozdíly v chování, které jsou konzistentní v průběhu času a napříč různými kontexty (Dall *et al.*, 2004, Dosmann & Mateo, 2014). Znamená to, že se u stejného druhu mohou objevit jedinci, kteří jsou trvale odvážnější, agresivnější nebo například více společenší, a to i v situacích, kde se jejich chování jeví jako neadaptivní (Kaiser & Müller, 2021).

1.1.1. Historie výzkumu

Stabilní individuální variabilita chování je dobře popsána u lidí, kde výzkum osobnosti patří mezi jedno z hlavních témat lidské psychologie (Carere & Eens, 2005, Goldberg, 1992).

Individuální rozdíly v chování nebo osobnost se u zvířat začaly více zkoumat v sedmdesátých letech. Jednou z prvních studií byla ta od Buirski a kolektivu (1973) na paviánech anubi (*Papio anubis*), kde se prostřednictvím dotazníku hodnotily temperamentové charakteristiky a jejich korelace s dominancí a napozorovaným chováním (Buirski *et al.*, 1973). Primáti pak patřili po dlouhou dobu k nejčastěji studovaným druhům (Gosling 2001). Dotazníky byly použity i u makaků rhesus (*Macaca mulatta*), u kterých bylo dále v rozmezí 4 let pozorováno chování. Autoři následně ukázali, jak hodnocení prostřednictvím dotazníků souvisí právě se zaznamenaným chováním. Od primátů se následně dotazníkové hodnocení přeneslo i k vyhodnocení osobnosti u jiných druhů zvířat. Pomocí dotazníků byla hodnocena osobnost různých plemen psů (Hart & Miller,

1985), či koček (*Felis silvestris f. catus*), (Feaver *et al.*, 1986), kde byly dotazníky taktéž doplněny i o přímý záznam chování, k porovnání metod mezi sebou.

Devadesátá léta následně začala přinášet studie zabývající se individuálními rozdíly v chování, jejich stabilitou, a tedy i personalitou u široké řady druhů, včetně hlodavců. Individuální rozdíly v chování byly popsány například u laboratorních potkanů (*Rattus norvegicus*, „Sprague-Dawley“), (Murison & Skjerve, 1992), chobotnice červené (*Octopus rubescens*), (Mather & Anderson, 1993), slunečnice pestré (*Lepomis gibbosus*), (Wilson *et al.*, 1993) či užovky (*Thamnophis melanogaster*), (Herzog & Burghardt, 1998).

Vzhledem k tomu, že se v současné době objevují důkazy svědčící o stabilních individuálních rozdílech v chování, tedy o personalitě, u celé řady druhů, může být kladen důraz na hledání zákonitostí mezi stabilitou, plasticitou a variabilitou chování, a na jejich dopady na evoluci či fitness (Thompson *et al.*, 2018). U zvířat je zkoumána souvislost osobnosti se stresem (Murison & Skjerve, 1992), s geografickým rozšířením (Foster, 1999), kognicí (Rowell & Rymer, 2021) či hledáním potravy (Wirowska *et al.*, 2023). Důležité je dále se zaměřovat nejen na dopady, ale i příčiny individuálních rozdílů v chování (Wilson *et al.*, 1993).

1.1.2. Nejednotnost aneb variace na jedno téma

Pokud se rozhodneme zabývat personalitou, zjistíme, že téma je rozhodně bohaté a nejednotné. V dnešní době již existuje celá řada publikací zabývajících se individuálními rozdíly v chování a přiklánějících se k existenci personality, tyto studie jsou však rozptýleny do širokého pole vědních oborů od psychologie, behaviorální ekologie až po zoologii (Gosling, 2001).

Ani samotný pojem personalita není používán jednotně a rozhodně si s ním nelze vystačit, jelikož se ve spojitosti se zvířecí osobností setkáme s lehce odlišnými koncepty a přístupy, kterými se autoři snaží konzistentní individuální rozdíly v chování pochopit. Některé studie se navíc zabývají pouze vybranými oblastmi, a nezkoumají projevy chování komplexně. Také z obav spojených s antropomorfizací se dříve pro popis zvířecí osobnosti volily jiné termíny, které právě k diverzitě v terminologii při studiu zvířecí osobnosti přispěly. Dnes je však termín osobnosti či personality běžně přijímán (Sánchez-Tójar *et al.*, 2022). Níže bych ráda nastínila několik hlavních konceptů, se kterými se při studiu osobnosti u zvířat v literatuře setkáme.

Prvním takovým konceptem jsou behaviorální syndromy. Obecně syndrom zahrnuje sadu korelovaných znaků. V případě zkoumání korelovaného chování v různých situacích se proto používá termín behaviorální syndromy (Sih *et al.*, 2004). Ty řeší zejména konzistenci projevů chování napříč různými situacemi, které by však měly být stálé i v čase. Jednotlivé syndromy mohou navíc korelovat mezi sebou, například agresivnější jedinci mohou být i odvážnější. Například u rybek dáníí pruhovaných (*Danio rerio*) byly v aréně testovány odvážné tendence (opuštění hejna, přiblížení k modelu predátora skvrnivce kanárského (*Etroplus canarensis*), latence ke krmení), aktivita (počet překřížených čtverců) a agrese (míra kousání do zrcadlového odrazu). U rybek byl vyhodnocen syndrom aktivity, jakožto korelace mezi vysokou aktivitou a častým přiblížením k predátorovi, a možný syndrom agrese, který byl charakterizován vysokým podílem kousání, opouštěním hejna a krátkou latencí ke krmení (Moretz *et al.*, 2007). Syndrom aktivity byl popsán také u medvěda hnědého (*Ursus arctos*), a to jen na základě vyhodnocení dat z GPS, kdy jedinci, kteří urazili vyšší vzdálenost, se také více přemísťovali, a byli více aktivní během dne (Hertel *et al.*, 2019). U hlodavců byly behaviorální syndromy popsány například u myši čtyřpruhé (*Rhabdomys pumilio*), kde byly provedeny laboratorní testy k měření aktivity, odvahy (OFT), explorační (NOT) a agrese (test s přidáním dalšího jedince), i pozorování a rádiové sledování v terénu. V terénu byla sledována aktivita, coby čas trávený aktivně, což se shoduje s předchozími pracemi, a explorační, s využitím plastové figurky (NOT). Pozorované projevy chování korelovaly mezi terénem a laboratoří, přičemž byl nalezen syndrom odvahy-explorační, kdy se nejodvážnější jedinci (OFT) nejrychleji přibližovali k novému objektu. V laboratoři poté ještě pozitivně korelovaly projevy aktivity a explorační a aktivity a odvahy (Yuen *et al.*, 2016), což se podobá syndromu aktivity u dania, který byl složen z podobných proměnných (Moretz *et al.*, 2007). A například u sysla Beldingova (*Urocitellus beldingi*) byly nalezeny korelace v antipredátorském chování, kdy byla využita aréna se zabudovanou norou, a měřen byl čas uvnitř nory. Proměnné zde skutečně korelovaly napříč různými situacemi, v přítomnosti i absenci stimulu predátora (Dosmann & Mateo, 2014). Ačkoli jsou behaviorální syndromy popsány u řady druhů, jednotlivé syndromy jsou popisovány různými proměnnými, které jsou získávány z různých testů, a syndromy proto nelze mezi druhy adekvátně srovnávat.

Další přístup hodnotí tzv. styly zvládání (z angl. Coping styles). Tento koncept dává do souvislosti individuální behaviorální rozdíly a fyziologii jedince. Konkrétně se zkoumá soubor korelovaných vlastností, jakým se jedinec vyrovnává se stresem. Dle reakce

na stresovou situaci se rozlišují 2 typy, a to jedinci proaktivní a reaktivní. Zatímco proaktivní typ se vyznačuje agresí, smělostí, neofilií, reakcí boje nebo útěku (fight or flight) a jeho chování je předvídatelnější, reaktivní typy jsou vůči riziku averzní, typická je pro ně neofobie, strnulost, ale také flexibilita reakcí (Koolhaas *et al.*, 1999, Carere *et al.*, 2010). U hlodavců byl rozdíl mezi proaktivními a reaktivními jedinci patrný například u normníka rudého (*Myodes glareolus*). Hodnocena byla odvaha a neofilie pomocí NOT či flexibilita reakcí pomocí Ypsilonového bludiště, přičemž odvážnější jedinci byli skutečně méně flexibilní v učení oproti jedincům plašším (Mazza *et al.*, 2019).

Další přístup popisuje tzv. fast-slow kontinuum, se kterým se běžně setkáme při popisu životní historie. Tradičně se rozlišují 2 strategie, a to jedinci rychlí (fast) a pomalí (slow). Pro rychlé jedince je typické předčasné dospívání, kratší délka života či vyšší reprodukce, oproti tomu pomalí dospívají déle, mají nižší mortalitu a delší délku života (Stearns, 1983). Studium fast-slow kontinua lze ilustrovat na příkladu studie na okounu říčním (*Perca fluviatilis*), kde bylo pozorované chování nejen konzistentní, čímž splnilo podmínky osobnosti, ale navíc i korelovalo s konceptem životní historie. Dle předpokladu byli rychlejší jedinci mnohem aktivnější a dosahovali také vyšší reprodukce. Jedinci, kteří rychleji rostli a dříve dospěli, byli také aktivnější v dospělosti oproti těm, kteří rostli a dospívali pomaleji (Nakayama *et al.*, 2017). Podobně byly souvislosti nalezeny i u makiho trpasličího (*Microcebus murinus*), a to konkrétně mezi životní historií a odvahou jedince, přičemž mladí samci, u kterých byla vyšší reprodukce teprve očekávána, byli méně odvážní než samci starší (Dammhahn, 2012).

Aktuálně se však v oblasti zvířecí osobnosti prosazuje komplexnější přístup k jejímu hodnocení. Bylo navrženo 5 hlavních kategorií povahových rysů, které jsou v rámci zvířecí osobnosti nejčastěji hodnoceny, konkrétně jde o aktivitu, odvahu, exploraci, agresi a sociabilitu (Réale *et al.*, 2007).

1.1.3. Hlavní osobnostní rysy

Odvaha

Odvaha (boldness) je chápána jako ochota jedince zapojit se do rizikové situace (Yuen *et al.*, 2017). Nejčastěji je tento osobnostní rys hodnocen pomocí behaviorálních testů, jako je například OFT, NOT, test s nejrůznějšími stimuly (např. pach predátora) nebo test vynoření (z angl. Emergence test), (Carter *et al.*, 2012). Za využití behaviorálních testů je odvaha často hodnocena právě u hlodavců.

Odvahu je možné posuzovat například v kontextu predace. Dle předpokladu žijí v prostředí s vyšším rizikem predace spíše plašší jedinci (Foster, 1999). To bylo zkoumáno například na 2 populacích lejsčika dlouhonohého (*Petroica australis*), přičemž 1. populace žila v přítomnosti invazivních predátorů a 2. nikoli. Populace, která nežila v přítomnosti predátorů, se skutečně ukázala jako odvážnější, jelikož se rychleji a s vyšší pravděpodobností přibližovala k moučným červům. Naopak u jedinců žijících v přítomnosti predátora byla popsána značná averze k riziku (White *et al.*, 2023). Riziko predace tedy ovlivňuje osobnost u kořisti a na druhou stranu může být ovlivněno osobností predátora. Například u koljušek tříostných (*Gasterosteus aculeatus*) vedly rozdíly v odvaze predátora k rozdílnému riziku predace pakomárovitých (*Chironomidae*) larev. Odvážnější ryby rychleji postupovali nádrží, a tedy i sežraly více kořisti oproti koljuškám méně odvážným. Zároveň ale záleželo na množství přítomné kořisti, s rostoucí hustotou larev se také zvyšovalo riziko predace, jelikož ryby opět postupovaly nádrží rychleji. U ryb tedy mohlo dojít k trade-off mezi rizikem a hledáním potravy. Riziko predace pro larvy pak bylo podmíněno momentálním vnímáním rizika (Ioannou *et al.*, 2008).

Důležité je nespoléhat se při hodnocení odvahy na jediný test. V ideálním případě se jedinec sleduje v různých testech (kontextech), následně je pak vyhodnocena konzistence chování a možné korelace napříč testy či kontexty. Tímto způsobem je možné ověřit validitu testu pro daný druh. Na nedostatečnou validitu výsledků při používání jediného experimentu, coby měřítka odvahy, upozorňuje například studie na sapínech (*Pomacentrus amboinensis*). K měření odvahy se často využívá test vynoření (Emergence test), zde byly proto výsledky tohoto testu porovnány s projevy chování v domovské nádrži s úkrytem. Ačkoli byly projevy chování opakovatelné, výsledky z testu vynoření skutečně nekorelovaly s výsledky z měření v domovské nádrži. Vyvstaly proto otázky, zda test vynoření skutečně měří odvahu (Beckmann & Biro, 2013). Podobně nekorelovaly výsledky z různých testů u myši čtyřpruhé. U myši byly opakovaně měřeny odvážné tendence, v laboratoři byl proveden OFT (čas strávený ve středu arény) a test úleku (latence vynoření po vylekání), adekvátně pak byly myši měřeny i ve volné přírodě pomocí radiotelemetrie, kde byl měřen čas strávený na otevřeném prostranství a čas vynoření po vylekání. Sledované chování popisující odvahu (OFT, čas na volném prostranství) sice bylo opakovatelné a korelovalo mezi testováním v laboratoři a v terénu, avšak 2 použité laboratorní testy nekorelovaly mezi sebou. Tyto výsledky naznačují, že každý z testů hodnotí jiné osobnostní rysy, podle autorů test úleku

zřejmě vypovídá spíše o úzkosti jedince (Yuen *et al.*, 2017). Je tedy více než žádoucí používat pro hodnocení osobnosti více testů současně a porovnat jejich výsledky.

Vzhledem k tomu, že prací, které potvrzují konzistentní rozdíly související s odvahou, stále přibývá, může se výzkum zaměřit i na ekologické a evoluční dopady těchto variací v chování. Odvaha může mít vliv například na migraci, jak tomu bylo u plotice obecné (*Rutilus rutilus*), (Chapman *et al.*, 2011) či souviset s tepovou frekvencí (křížáci (*Larinioides cornutus*, *Larinioides patagiatus*), (Shearer & Pruitt, 2014). Evoluční hledisko a dědičnost chování se zaměřením na odvahu bylo hodnoceno u myši domácí (*Mus musculus domesticus*), kdy byly porovnávány izolované myši z ostrova a myši z pevniny. Ostrovní myši byly odvážnější, ale vykazovaly vyšší averzi k moči predátora oproti myším z pevniny. Pokud však byly myši kříženy mezi sebou, chování odpovídalo spíše těm pevninským. Za odvážnější chování ostrovních myší by tak mohly být zodpovědné recesivní mutace (Stratton *et al.*, 2021).

Explorace

Zvíře potřebuje prozkoumávat okolí za vidinou obstarání potravy či úkrytu, přitom ale značně riskuje (Rowell & Rymer, 2021). Průzkum by tedy měl být co nejefektivnější, čemuž ale může bránit právě přirozená individuální variabilita v exploračním chování. Tyto rozdíly mezi jedinci pak kromě nalezení potravy či úkrytu ovlivňují i jejich fitness (Thompson *et al.*, 2018).

Explorace je základním rysem hodnoceným u hlodavců, a to na základě pozorování v přirozeném prostředí, jak tomu bylo například u čipmanka východního (*Tamias stratus*), (Gharnit *et al.*, 2020), i nejrůznějších behaviorálních testů, jako například Hole test u hraboše polního (Herde & Eccard, 2013) či NOT u norníka rudého (*Myodes glaerolus*), (Perez, 2020).

Podobně jako u jiných osobnostních rysů, i zde se výzkum zaměřuje na dopady individuálních rozdílů na život zvířete. Například u krysy (*Melomys cervinipes*) byla zkoumána souvislost mezi explorační, úzkostí a schopností řešit problémy. Explorace byla typicky hodnocena pomocí OFT a NOT, úzkost pomocí Dark light testu (DLT) a schopnost řešit problémy pomocí skládačky s potravou (Trixie Activity Board). Dle očekávání se ukázalo, že explorativnější (trávili více času v centru OFT, rychleji interagovali s novým objektem) a méně úzkostní jedinci (trávili více času na světle v DLT a rychleji vstupovali na světlo) řešili problémy lépe, tedy rychleji a častěji. V přírodě nicméně stále přetrvávají

i jedinci méně explorativní a úzkostnější, mající nejspíš odlišné strategie, jako je například vyšší flexibilita reakcí (Rowell & Rymer, 2021). Dále byla zkoumána souvislost explorace s hledáním potravy. Je možné předpokládat, že průzkumnější jedinci mají vyšší pravděpodobnost nalezení potravy, což bylo testováno u plcha velkého (*Glis glis*), kdy byla nejprve zhodnocena konzistence individuálních rozdílů v chování v OFT. Test odhalil 2 hlavní složky osobnosti, a to exploraci a odvalu, avšak pouze explorace vykazovala opakovatelnost v čase, a mohla být použita k hodnocení osobnosti. Pomocí náhodně rozmístěných krmítek byla dále zkoumána pravděpodobnost nalezení potravy. Hypotéza byla potvrzena, pravděpodobnost nalezení potravy se skutečně s průzkumem zvyšovala, a to nezávisle na velikosti těla či věku jedince. Explorace je tedy v tomto kontextu vlastností, která značně ovlivní fitness jedince (Wirowska *et al.*, 2024). Explorace společně s aktivitou byla zkoumána také v souvislosti s parazitismem, konkrétně s napadením klíšťaty. Zvířata se v množství parazitů mohou významně lišit, není proto divu, že vyvstala i otázka, zda by za variabilitou nemohla stát osobnost zvířete. Pomocí proměnných v OFT a NOT byla měřena explorační aktivita u norníka rudého. Ačkoli projevy chování byly opakovatelné, nebyly nalezeny korelace mezi osobnostním rysem a množstvím napadení parazity. Explorativní jedinci by však mohli mít větší pravděpodobnost vystavení se klíšťatům, zde by bylo na místě provést další studie s důkladnějším zohledněním rozmístění klíšťat v prostoru (Perez, 2022), jelikož například u burunduka páskovaného (*Tamias sibiricus*) byli průzkumnější jedinci skutečně klíšťaty více zatíženi, a to právě z důvodu vyššího využití prostoru průzkumnějšími burunduky (Boyer *et al.*, 2010).

Aktivita

Aktivita zvířete je spojena s pohybem při hledání potravy, disperzí či migrací (Shaw, 2020). Zvíře přitom musí často vyvinout intenzivní fyzickou aktivitu, aby přežilo (Killen *et al.*, 2017). I v tomto chování se však jedinci značně liší, a je tedy prostor i zde řešit otázku personality.

Aktivita se nejčastěji měří pomocí OFT, konkrétně se hodnotí kumulativní vzdálenost, kterou jedinec během experimentu uběhl, průměrná rychlost běhu, čas, který jedinec strávil strnulostí, pobyt ve středové zóně či počet překročených čtverců. OFT byl k hodnocení aktivity použit například u podzemního hlodavce (*Eospalax baileyi*), (Yao, *et al.*, 2023), myši domácí (Küçüktaş & Guenther, 2022) či křečka dlouhoocasého (*Peromyscus maniculatus*), (Boone *et al.*, 2022). Ovšem kromě měření aktivity malých zvířat, kde je OFT snadno využitelný, je snaha hodnotit aktivitu i u zvířat větších,

a to dokonce i ve volné přírodě. Zde se osvědčuje použití GPS obojků, které poskytly dostatek informací pro hodnocení individuálních rozdílů v aktivitě například u medvěda hnědého (*Ursus arios*), (Gervasi *et al.*, 2006).

Studie na čipmancích východních (*Tamias striatus*) a myších domácích ukazuje na důležitost vhodně zvolit délku experimentu, jelikož se zvíře může ve své aktivitě v průběhu času lišit. Aktivita zde byla hodnocena jako vzdálenost, kterou jedinec urazil za časovou jednotku. Individuální rozdíly v aktivitě byly v čase konzistentní pro oba sledované druhy, navíc aktivita na začátku experimentu korelovala s aktivitou měřenou v průběhu testu, což naznačuje, že je možné používat testy kratší (Montiglio *et al.*, 2010). Na rozdělení aktivity v průběhu celého dne a jeho souvislost s osobností se zaměřila studie Kluviera a kolektivu (2023) na makacích lvích (*Macaca silenus*). Na základě pozorování byly pro makaky navrženy osobnostní rysy vytrvalost, sociabilita a úzkost. Byla patrná korelace mezi vytrvalostí, sociabilitou a časem, který jedinci trávili aktivně. Naopak odpočinek negativně koreloval s vytrvalostí. Osobnostní rysy tedy mohou aktivitu jedince ovlivnit.

Individuální variace v aktivitě by mohly souviset i se změnami prostředí. U okouna říčního (*Perca fluviatilis*) byla pozorována aktivita během roku pomocí telemetrie. Bylo pozorováno, že se zvyšující se teplotou se zvyšovaly také variace aktivity, a to v rámci jednotlivce i celé skupiny, což znamená, že opakovatelnost zůstala zachována (Nakayama *et al.*, 2016). U veverek obecných se pomocí zrcadlového testu (Mirror image simulation) a OFT ukázalo, že jedinci, kteří získali své teritorium později v sezóně, měli vyšší korelaci mezi aktivitou a agresí. I zde se tedy objevuje možný vliv prostředí na aktivitu, a potažmo celou osobnost (Kelley *et al.*, 2015).

Opakovatelnost chování souvisejícího s aktivitou se může lišit mezi jedinci chovanými v laboratořích a jedinci z volné přírody. Myši čtyřpruhé měly například vysoce opakovatelnou aktivitu v laboratorních podmínkách, ale méně v terénu (Yuen *et al.*, 2016). Autoři navíc navrhuji, že je aktivita snadněji ovlivnitelná vnějšími vlivy, a tedy i méně opakovatelná v terénu. Studie Herde & Eccard (2013) však při testování u hraboše polního přichází s jinou teorií. V této studii testovali odchycené hraboše žijící v polopřirozených venkovních výbězích a mladé hraboše žijící v laboratoři. Odchycení jedinci překvapivě vykazovali opakovatelnost aktivity oproti mladým hrabošům žijícím v laboratoři, kteří aktivitu konzistentní neměli. Vysvětlení rozdílné opakovatelnosti lze dle autorů hledat v rozdílech ve zkušenostech. Mladí jedinci žili ve stabilním prostředí s omezeným prostorem, který nejspíše dostatečně nestimuluje tvorbu konzistentních typů aktivit. Stabilitu

by tedy mohlo ovlivňovat prostředí, ve kterém se zvíře vyvíjí. Zde je však potřeba provést další studie, které by srovnávaly stejně stará zvířata z různých prostředí. Příčiny rozdílných úrovní aktivity je potřeba dále zkoumat, jelikož mohou mít souvislost s dalšími osobnostními rysy, a potažmo mohou mít i ekologické a evoluční důsledky.

Sociabilita

Sociabilita či společenskost hodnotí preference jedince sdružovat se s ostatními jedinci, a to nezávisle na reprodukci či agresí. Zvířata se ve svých sociálních tendencích mohou lišit, existují jedinci společenštější a na druhé straně i asociální (Gartland *et al.*, 2022).

Sociabilita je zpravidla měřena v přítomnosti dalšího jedince stejného druhu, přičemž se sledují sociální interakce, tedy zejména frekvence přiblížení a čas, který zvířata tráví v kontaktu. Pro takové měření je možné využít klasickou arénu na OFT, jako tomu bylo u potkana obecného nebo myši domácí, (Vestal, 1977), či například speciální tříkomorový test, kde je možné sledovat interakce s více jedinci. Takový test byl použitý při hodnocení sociability hraboše syřího (*Lasiopodomys brandtii*), (Wu *et al.*, 2022).

Další test využívá k hodnocení sociability arénu se zrcadlem, takto byly sociální tendence hodnoceny například u veverek obecných a veverek popelavých (*Sciurus carolinensis*), kde byla pomocí tohoto testu a OFT stanovena osa chování sociabilita-vyhýbání se (Mazzamuto *et al.*, 2019). Samozřejmě je možné i u malých zvířat vycházet pouze z pozorování, jak bylo k hodnocení sociability přistupováno například u agamy vodní (*Intellagama lesueurii*), (Strickland & Frère, 2018).

Sociabilita není hodnocena jen u malých zvířat včetně hlodavců, ale i u zvířat větších a stádových, například jedinci skotu (*Bos primigenius* f. *taurus* „Holstein cattle“), kteří měli vysoké latence přiblížení se ke stádu, také nejméně interagovali s ostatními, byli se stádem nejméně synchronizováni a také se neúčastnili krmení ve chvíli, kdy bylo u potravy přítomno nejvíce jedinců (Gibbons *et al.*, 2010). Dalším stádovým zvířetem, u kterého byla měřena sociabilita, je skotská černohlavá ovce (*Ovis orientalis* f. *aries* „Scottish Blackface“), u které však byla sociabilita hodnocena pomocí indexu sociability, jakožto podílu času, který jedinec trávil v kontaktu s jiným jedincem. Tímto hodnocením byly nalezeny individuální rozdíly v sociálních tendencích u 4 z 8 stád (Sibbald *et al.*, 2005).

Agrese

Při měření agrese je obvykle potřeba vystavit experimentu minimálně dva jedince. Jedním z možných testů je například standardizovaný test rezident-vetřelec. V testu je použita domovská klec testovaného jedince, v době experimentu je poté k testovanému zvířeti přidán neznámý jedinec stejného druhu. Zaznamenává se latence prvního útoku, frekvence útoků, ale i další projevy chování jako je vyhrožování, průzkum, strnulost či péče o srst. Takovému testu byli podrobeni například potkani obecní, kteří byli rozděleni dle svých agresivních tendencí. Autoři navrhli využití vysoce agresivních jedinců k dalšímu výzkumu, jelikož jak je známo, agrese souvisí se styly zvládání, či s vypořádáváním se stresem. Individuální rozdíly v agresi by také mohly napomoci blíže porozumět patologickým projevům agrese, či nemocem souvisejícím se stresem (de Boer *et al.*, 2003). Agrese byla hodnocena i u rypose lysého (*Heterocephalus glaber*), kde byli tentokrát testu s přepážkou vystaveni dva neznámí jedinci. Míra agrese se mezi jedinci sice lišila, avšak nebyla konzistentní v čase (Majelantle *et al.*, 2022).

Bezpečnější možností testování je pro zvířata test se zrcadlovým obrazem, ve kterém zvířeti nehrozí riziko zranění (Dochtermann *et al.*, 2012). Tento test byl k hodnocení agrese použit například u veverky obecné, kdy byla zjišťována souvislost mezi agresí a hustotou populace. Ukázalo se, že veverky žijící v nižších populačních hustotách jsou agresivnější a také aktivnější oproti jedincům z vyšších populačních hustot (Haigh *et al.*, 2017). Bezpečnější je také použití 3D modelu, jak tomu bylo například u různých vývojových stádií ryby rívala mramorovaného (*Kryptolebias marmoratus*). Ukázalo se, že mláďata byla v průměru agresivnější než dospělí jedinci, navíc pouze mláďata měla agresivní chování v čase opakovatelné. Vysvětlením může být rozdílný selekční tlak, který na mláďata a dospělé působí. Rozdílné životní fáze totiž mají rozdílné predátory, kteří se liší i v útoku na kořist (Fortunato & Earley, 2023).

Kromě laboratorních testů je možné jedince hodnotit i na základě pozorování. Individuální variabilita v agresi byla popsána u prasete domácího (*Sus scrofa f. domestica*), kde byla pozorována agrese prasnic v běžném chovu. Na základě pozorování agresivních tendencí byly prasnice rozděleny na submisivní, subdominantní a dominantní, které vykazovaly nejvyšší míru agrese. Práce poukázala na důležitost zohlednění těchto variací ve vztahu k welfare (Verdon *et al.*, 2016).

Individuální variace v agresivním chování jsou taktéž popsány u mnoha druhů, nyní je prostor pro pochopení zákonitostí mezi chováním a prostředím, i pro možné přenesení některých vzorců do lidské psychologie. Agrese také úzce souvisí s konceptem stylů zvládnání, konkrétně s proaktivními jedinci, pro které je vyšší agrese typická (de Boer *et al.*, 2003).

1.2. Metody hodnocení osobnosti

K hodnocení osobnosti lze využít 3 základní metody, kam patří hodnocení pomocí dotazníků, přímé pozorování v přirozeném prostředí a nejrůznější laboratorní testy.

Na základě dotazníků pozorovatelé hodnotí sledované chování zvířat. Přitom se očekává jistá zkušenost hodnotitele, který je s chováním sledovaného druhu obeznámen. Kromě dotazníků, kdy je chování hodnoceno na základě hodnocení dle přídavných jmen, jsou studie často doplněny i o pozorování (Watters & Powell, 2012). Dotazníky se využívají zejména ve studiích na primátech (např. Stevenson-Hinde *et al.*, 1980, Konečná *et al.*, 2012). Uplatnění nachzejí také při hodnocení osobnosti psů (Rayment *et al.*, 2016) či zvířat v zoo, a to ve vztahu k jejich welfare (Watters Powell, 2012). U hlodavců je pak tento typ hodnocení využíván minimálně, můžeme se s ním setkat u testovaných jedinců ze zájmových chovů, a to například u potkana obecného (Korpela, 2011).

Možné je i prosté pozorování chování bez jakéhokoliv zásahu. Výhodou je jistě pozorování v přirozeném prostředí, nevýhodou jsou pak zejména vnější podmínky, které se v čase mění a nelze je ovlivnit. V přirozeném prostředí je měřena především aktivita, a to nejčastěji jako podíl času, který zvíře tráví aktivně či jako kumulativní vzdálenost. Ve volné přírodě byla aktivita sledována například u čipmanka východního, kde byla využita radiotelemetrie (Gharnit *et al.*, 2020). Stejná metoda byla využita i u veverky obecné, kde byla taktéž hodnocena aktivita (Haigh *et al.*, 2017).

1.3. Testy pro hodnocení osobnosti u hlodavců

U hlodavců je však využívána především třetí metoda, a to behaviorální testy, ve kterých lze zvířata hodnotit za standardizovaných podmínek. Nejčastěji se můžeme setkat s OFT a jeho modifikacemi, avšak s přibývajícími studiemi se objevují i nové testy, které mají za cíl jednotlivé projevy chování lépe hodnotit. Mezi nejčastěji používané testy u hlodavců patří OFT, NOT, test vynoření či manipulační test ve vaku (Handling bag test).

1.3.1. Open field test

Open field test (OFT) prvně použil Calvin Hall v roce 1934. Kruhové pole bez jakýchkoli rušivých podnětů bylo modifikací jeho čtvercové arény, která však měla uprostřed umístěnou bariéru z pletiva. Pomocí OFT Hall měřil reakci potkanů na stres, a to na základě míry defekace, močení a aktivity (Hall, 1934).

OFT je vždy ohraničený prostor s adekvátně vysokou stěnou, která zabraňuje úniku zvířat. Aréna může mít čtvercový, obdélníkový i kruhový tvar. Zpravidla je rozdělena na jednotlivé čtverce či segmenty (Gould *et al.*, 2009). Kromě toho je u arény tradičně rozlišována bezpečná a nebezpečná zóna. Při experimentu mají totiž zvířata tendence zdržovat se především u stěn, proto je aréna v těchto místech popisována jako bezpečná zóna. Naproti tomu do středu vstupují zvířata s menší frekvencí a ochotou, a náleží mu proto označení nebezpečná zóna (Archer, 1973).

OFT slouží především k testování hlodavců, uplatnění však nachází u studií napříč širokou škálou druhů zvířat včetně skotu (Kilgour, 1975), rybek dáníí pruhovaných (Stewart *et al.*, 2012), a dokonce i u člověka (např. Waltz *et al.*, 2016).

Test je často využíván k hodnocení aktivity jedince, jak tomu bylo například u křečka dlouhoocasého (Boone *et al.*, 2022), hraboše lesního (*Myodes glareolus*), (Mazza *et al.*, 2019) nebo myši čtyřpruhé (Jäger *et al.*, 2017). Dalším osobnostním rysem hodnoceným v OFT je explorace. Ta byla měřena pomocí OFT například u hraboše polního (*Microtus arvalis*), (Mazza *et al.*, 2020, Herde & Eccard, 2013), nebo čipmanků východních (Montiglio *et al.*, 2010, Gharnit *et al.*, 2020). Pomocí OFT byla hodnocena i odvaha, například u norníka rudého (Dammhahn *et al.*, 2022) nebo křečka dlouhoocasého (Brehm & Mortelliti, 2022).

V OFT je možné sledovat celou řadu projevů chování, kam patří například celková uběhnutá vzdálenost, průměrná rychlost běhu, čas strávený aktivně a strnule či panáčkování a skákání. Využívají se i proměnné související s rozdělením arény na čtverce či bezpečnou a nebezpečnou zónu, kdy je možné sledovat počet překročených čtverců či čas strávený v jednotlivých zónách, latence vstupu do jednotlivých zón a frekvenci návštěv zón. Testování bývají obvykle opakována, aby bylo ověřeno, že jsou dané výsledky v čase konzistentní. (Gould *et al.*, 2009).

Ačkoli je test hojně využíván, je také stálým zdrojem kritiky (Walsh & Cummins, 1976, Frynta *et al.*, 2018). Důvodem je jeho nejednotnost. Velikost arény se sice odvíjí

od sledovaného druhu, problémem je však variabilita tvarů arény, zejména pokud jsou výsledky z různých studií, které samozřejmě používají různé tvary arény, srovnávány. U hranatých arén mají zvířata tendence více se zdržovat v rozích, což může výrazně ovlivnit projevy chování oproti kulaté aréně (Walsh & Cummins, 1976). Kritice neunikne ani samotný průběh experimentu. Zvíře je umístěno do neznámého prostředí, kde chybí jakýkoli další podnět. Zvíře nemá možnost volby či možnost úkrytu. Těžko se tedy rozlišuje mezi vnitřně motivovaným zkoumáním a reakcí na stres. Otázkou je i to, zda o stresu vypovídá zkoumání, a tedy zvýšená aktivita, nebo naopak strnulost zvířete (Archer, 1973, Frynta *et al.*, 2018). Tradiční OFT se může označit za test nucený, či test nucené explorační. Alternativou se stává nenucený OFT, tedy test volný, či test vynoření, kdy je zvířeti ponechán v aréně úkryt, který může dobrovolně opouštět. Takový test dle některých autorů lépe vypovídá o chování, zejména pak o míře odvahy (Hughes, 1997), která byla takto měřena například u křečka dlouhoocasého (Boone *et al.*, 2022). I přes tuto kritiku je však OFT nejrozšířenějším způsobem měření osobnostních rysů, který nechybí téměř v žádné studii chování u hlodavců.

1.3.2. Hole test

Hole test (HT) vychází z Hole board testu (HBT), ale liší se od něj počtem a umístěním otvorů v boxu. Oproti tradičnímu pojetí, kdy jsou otvory rozmístěny po dně arény, jsou u HT otvory umístěny v rozích 1 cm ode dna boxu. S takovýmto HT bylo pracováno při porovnávání průzkumných tendencí u hraboše polního (Herde & Eccard, 2013). Standardní HBT byl prvně použit Boisserem a Saimonem (1962). Šlo o modifikaci klasického OFT s cílem podpořit explorační tendence testovaného jedince. OFT byl tehdy vylepšen celkem o 16 otvorů ve dně. Test se však záhy ukázal jako nepříliš vhodný, hustota děr byla příliš vysoká, a zvíře tak nemělo šanci vyhnout se kontaktu s otvory či se mezi nimi dokázat orientovat. Došlo proto k postupnému snižování počtu otvorů až na současné čtyři.

Klíčovým chováním zvířete v této aréně je tzv. head-dipping, tedy prozkoumávání otvorů čenichem. Obvykle se měří frekvence a doba trvání zkoumání jednotlivých otvorů. Toto chování je chápáno jako projev exploračních tendencí a aktivity, ale i strachu z nového prostředí (File & Wardill, 1975). Kromě behaviorálních studií nachází HBT uplatnění také ve studiích medicíny a farmacie. Test byl použit například při studiu autismu (Meeking *et al.*, 2020) či byl pomocí něj určován vliv nejrůznějších chemických látek (např. Kliethermes & Crabbe, 2006).

Ačkoli je test obvykle vyhodnocován jako míra exploračních tendencí, projevy chování mohou být nejednoznačné. Přesněji jde o konflikt mezi explorační a strachem spojeným se snahou o únik, přičemž někteří autoři se přiklánějí spíše ke druhé interpretaci (Hughes, 2007). Nutno však podotknout, že se toto negativum týká zejména arén s velkou hustotou otvorů. Důležité je také brát v potaz další podmínky, které testování ovlivňují, například snížení intenzity osvětlení může snížit i stres testovaného jedince (Lalonde & Strazielle, 2022). Dalším řešením jsou různé modifikace tohoto testu, které mají za úkol snížit míru stresu testovaného jedince. Ve většině případů je zvíře umístěováno do středu arény, poté ovšem experiment nabývá charakteristiky nuceného průzkumu. Z tohoto důvodu je možné přidat startovací box, ze kterého zvíře do arény vstupuje dobrovolně. Takto bylo k HBT přistupováno například u potkanů obecných (Pisula *et al.*, 2021). U sociálních druhů je stres jedince spojen také s izolací od skupiny, zde může být řešením otestovat více jedinců současně, či arénu doplnit o přepážku, za kterou budou členové skupiny přítomni. U takového designu se minimalizuje stres vzniklý odloučením, navíc může být chování zvířete komplexnější, je možné sledovat více projevů chování, včetně sociálních tendencí (Ohl *et al.*, 2001). Pod otvory či přímo do nich lze navíc umisťovat stimuly od různých předmětů a pachů až po teplý proud vzduchu. Umístění stimulů může pomoci v rozlišení mezi exploračními tendencemi a snahou o únik (Lalonde & Strazielle, 2022).

1.3.3. Dark light test

Tento test byl prvně použit na myších (*Mus musculus*, NIH albino), u kterých byly zjišťovány anxiolytické účinky benzodiazepanů (Crawley & Goodwin, 1980). Takové látky snižují napětí, úzkosti či stres, není proto překvapivé, že právě na těchto projevech chování DLT stavěl (Chaouloff *et al.*, 1997). V experimentu, který trval 10 minut, byla zvířata umisťována do středu osvětlené části. Pomocí automatické detekce byly měřeny přechody mezi osvětlenou a neosvětlenou částí a čas v nich strávený (Crawley & Goodwin, 1980). Farmaceutické studie, zejména pak právě ty zabývající se anxiolytiky, tvoří podstatnou část využití tohoto testu, jelikož právě expozice intenzivnímu osvětlení je vhodným ukazatelem takovýchto účinků (např. Hascoë & Bourin, 1998, Young & Johnson 1991).

DLT je opět nadstavbou OFT, zde je pole intenzivně osvětleno a doplněno o tmavou neosvětlenou část, která by měla tvořit 1/2 celé arény (Takao & Miyakawa, 2006). Důležité je, že mezi těmito částmi může testovaný jedinec volně přecházet. Takto byl experiment proveden například u myši domácí (*Mus musculus*, CF1), (Kazlauckas, *et al.*, 2005) nebo myši pruhované (*Rhabdomys dilectus*), (Joshi & Pillay, 2016).

DLT je hojně využíván při experimentech s hlodavci, ti jsou totiž známí svým přirozeným odporem k jasně osvětlenému prostředí. Test byl dále použit například u hraboše polního (Herde & Eccard, 2013) či krysy (*Melomys cervinipes*), (Rowell & Rymer, 2021), a to k měření explorace. Pomocí DLT může být ale měřena také úzkost, jak tomu bylo například u testování inbredních linií myši domácí (*Mus musculus*, C57BL/6, 129/Sv, DBA/2), (Kuleshkaya & Voikar, 2014).

Do konfliktu se zde staví spontánní průzkumné tendence a rovnou dva stresory, a to již zmíněné světlo a nové prostředí. Chování v DLT tedy může vypovídat o exploraci, ale i o odvaze. Konkrétně jsou sledovány přechody mezi jednotlivými zónami, čas v nich strávený či aktivita v osvětlené části (Hascoë *et al.*, 2001).

Ačkoli se ve většině případů umisťují testovaní jedinci do osvětlené části (např. Joshi & Pillay, 2016, Hascoë *et al.* 1999, Rowell & Rymer, 2021), ani zde neplatí jednoznačnost. Při započetí testování v osvětlené části může mít zvíře větší motivaci k opuštění zóny, ve které startuje, navíc se ale také může prodloužit doba strávená v této osvětlené části (Kuleshkaya & Voikar, 2014). Avšak pokud je jedinec odebírán ze stinnějšího prostředí, jeví se jako vhodnější začínat experiment z tmavé části, jak tomu bylo například při studii individuálních projevů chování u hraboše polního (Herde & Eccard, 2013).

Důležité je nezaměňovat DLT s testem vynoření, kde se jedná spíše o klasický OFT, který je doplněn o úkryt, a nikoli o další stresor, který může explorační tendence spíše inhibovat. Oba tyto testy však mohou vypovídat o odvaze jedince (Hughes, 1997).

1.3.4. New object test

Test s novým či neznámým objektem (NOT) je nejpoužívanějším testem s efektem novosti. Z širšího hlediska lze sice za takový test považovat i OFT, avšak tato otevřená aréna se zpravidla vymezuje samostatně. Zde navíc můžeme narazit i na nejednoznačnost v názvu experimentu, jelikož samotný OFT bývá někdy nazýván také jako New environment test (např. Rowell & Rymer, 2023), což je však značně zavádějící, a je proto potřeba přesně znát design daného experimentu. Oba testy, OFT i NOT, jsou používány zejména k měření exploračních tendencí (Réale *et al.* 2007).

Obvykle se v tomto testu zkoumá ochota přiblížení se k novému objektu nebo například čas strávený interakcí s novým objektem, což může vypovídat o odvážných či průzkumných tendencích zvířete (File, 2001). Odvaha byla pomocí NOT hodnocena například u norníka rudého (Mazza *et al.*, 2019, Dammhahn *et al.*, 2022). V obou případech

měla zvířata k dispozici úkryt. Avšak zatímco Mazza a kolektiv (2019) testovali odvážné tendence k novému objektu v domovské ubikaci a výsledky poté samostatně hodnotili jako odvalu, Dammhahn a kolektiv (2022) využili klec, ve které se zvíře předem aklimatizovalo, a naměřená data poté spojili s daty z OFT do společné osy aktivita-odvaha, jelikož spolu proměnné korelovaly. Vyhodnocení NOT, coby měřítko explorační, bývá častější, test byl takto hodnocen u norníka rudého (Perez, 2020), myši domácí (Krebs *et al.*, 2019) či krysy (*Melomys cervinipes*), (Rowell & Rymer, 2021). Při interpretaci projevů chování záleží obvykle na literatuře, ze které autoři studie vycházejí, jelikož sledované projevy chování se obvykle nemění. Stejně jako při hodnocení odvahy i v případě hodnocení explorační u norníka rudého byla sledována latence prvního přiblížení k objektu či čas strávený čicháním (Perez, 2020). Co se ale mění, je přesný design experimentu, kdy v případě studie Pereze (2020) bylo zvíře nejprve testováno v OFT, do kterého byl po 5 min přidán nový objekt, a experiment tudíž pokračoval jako NOT po dalších 5 min.

Jak již název testu napovídá, k testování se používají nejrůznější předměty, které jsou pro zvíře neznámé, a které jsou úměrné velikosti testovaného jedince. Například u krysy (*Melomys cervinipes*) byl jako objekt použit kuliček na prádlo, guma či tenisák na trubce (Rowell & Rymer, 2021). Oblíbenými předměty v NOT bývají objekty složené z kostek lega, jak tomu bylo například při experimentech s myší domácí, myší panonskou a myšicí maloukou (Küçüktaş & Guenther, 2022, Krebs *et al.*, 2019). Problémem u tohoto typu experimentu může být opět neschopnost rozlišit mezi explorační, odvahou a snahou o únik či úzkostné chování (Réale *et al.*, 2007). Východiskem může být takový experiment, ve kterém se zvíře nebude nadbytečně stresovat. Nový objekt může být umístěn přímo do ubikace testovaného jedince, čímž se maximálně eliminuje stres vzniklý z manipulace se zvířetem a z umístění do neznámého prostředí. Takto bylo k NOT přistupováno například u norníka rudého, kdy byla plastová hračka koně či kachny umístěna přímo do klece testovaného zvířete (Mazza *et al.*, 2019). Test je možné využívat i ve farmaceutických studiích. Například u potkanů (Sprague-Dawley) byl NOT a test preference známého a neznámého povrchu využit při studii souvislosti mezi efektem novosti a užíváním alkoholu a drog, a to pomocí sledování hormonu ghrelinu, přičemž zvířata s podaným hormonem jevila o novost vyšší zájem (Hansson *et al.* 2012).

Modifikací klasického NOT je tzv. New surface test, tedy test s novým povrchem. NST, kdy jako nový povrch posloužila bublinková fólie, byl použit při výzkumu zvířecí osobnosti u rysoše Anellova (*Fukomys anelli*), konkrétně byla na základě NST honocena

explorace-neofilie (Begall *et al.* 2022). O využití obou dvou testů by se dalo uvažovat v případě práce Dammhahn a kolektivu (2022), kteří testovali kompromis mezi bezpečím a odvahou u norníka rudého. Autoři jako nový objekt využily nejprve gumovou kachničku, a poté jako druhý objekt (při opakování experimentu) plastovou desku, což by bylo možné za nový povrch považovat, přičemž napříč těmito testy byla nalezena vysoká opakovatelnost ($r = 0,99$).

U testů, ve kterých se zvířata setkávají s efektem novosti, je významné brát v potaz riziko habituace, tedy přivykání či přivyknutí na nové prostředí nebo objekt. Změna v exploraci a aktivitě u testovaného jedince může nastat s prodlužujícím se časem daného testu nebo s jeho opakováním (Leussis & Bolivar, 2006). Takováto změna byla pozorována například u čipmanků východních, kde byl pozorován pokles aktivity v OFT při 2. testování (Montiglio *et al.*, 2010). Vzhledem k nutnosti opakování testů při studiu osobnosti se efektu návyku nelze zcela vyhnout. Samozřejmě lze zvolit jiné podněty či manipulovat s délkou času mezi opakováními, což má své výhody i nevýhody. Důležité je tedy tuto skutečnost zohledňovat při sestavování experimentu a hodnocení výsledků (Leussis & Bolivar, 2006).

1.3.5. Emergence test

Test vynoření (ET) je nadstavbou klasického OFT, při kterém se zvíře zpravidla vynořuje z úkrytu. Vynořit se může například z plastového tunelu či boxu, a to buď přímo do neznámého prostředí otevřené arény, nebo do své domovské ubikace (Carter *et al.*, 2012).

Nejčastěji je v testu hodnocena odvaaha, jakožto reakce na rizikovou situaci či něco nového (Yuen *et al.*, 2017), a to především na základě latence vynoření z úkrytu a času stráveném v úkrytu. Takto byla odvaaha opakovaně hodnocena u křečka dlouhoocasého (Brehm & Mortelliti, 2022, Boone *et al.*, 2022) nebo norníka rudého (Schrimmer *et al.*, 2019). Test se samozřejmě nezaměřuje jen na hlodavce. Odvaaha na základě času vynoření z úkrytu a zkoumání nového prostředí byla hodnocena například u gambusky sítkované (*Brachyrhaphis episcopi*), (Brown & Braithwaite, 2004) nebo u křepelky japonské (*Coturnix coturnix Japonica*), (Miller *et al.*, 2005).

Jak již bylo napsáno výše, test se jeví jako přijatelnější měřítko odvahy oproti klasickému OFT. Rozdíl spočívá hlavně v možnosti volby vzhledem k pobytu v otevřené aréně, test je proto někdy nazýván jako nenucený OFT. Podobnost lze hledat ještě s DLT, kde je však experiment doplněn o další stresor v podobě intenzivního osvětlení (Hughes, 1997). Ačkoli se ET i DLT mohou označovat jako testy nenucené, ne vždy je tato podmínka

splněna. Například u hraboše polního došlo po uplynutí času experimentu k vynětí zvířete z úkrytu v případě, že úkryt samo neopustilo, a zvíře tak bylo ke vstupu do neznámého prostředí nuceno (Mazza *et al.*, 2020).

1.3.6. Handling (bag) test

Manipulační testy (Handling test, Bag test, Handling bag test) obecně odrážejí míru krotkosti (docility), (Taylor *et al.*, 2014), která je charakterizována jako reakce zvířete na přítomnost člověka.

Manipulační test byl používán například k hodnocení krotkosti dobytka, čímž se mělo zamezit zraněním na straně chovatelů i zvířat. V experimentu se hodnotila ochota zvířete oddělit se od stáda, a dále míra, s jakou byl experimentátor schopen udržet zvíře v rohu boxu. Krotkost tedy představovala snahu, s jakou se zvíře vyhýbalo člověku. Tímto způsobem se porovnávala krotkost různých druhů skotu a jiného dobytka (Boivin *et al.*, 1992).

U malých zvířat slouží k manipulačnímu testu nejčastěji vak (Bag test, Handling bag test), do kterého je zvíře uzavřeno. Vak bývá zavěšen ve vzduchu (např. Yao *et al.*, 2023, Martin & Réale, 2008), ale může být umístěn i na zemi (Taylor *et al.*, 2014). Procedura nebývá zpravidla nikterak dlouhá, testování probíhá v rámci desítek sekund až pár minut (Taylor *et al.*, 2014, Yao *et al.*, 2023, Boone *et al.*, 2022). Často se test zařazuje během rutinních manipulací se zvířetem (např. během vážení), kdy lze v čase sledovat i efekt habituace (Taylor *et al.*, 2014, Martin & Réale, 2008).

Konkrétními projevy, které jsou v testu hodnoceny, jsou čas strávený strnulostí (Boone *et al.*, 2022) či naopak míra pohybu během testu (Yao *et al.*, 2023). V současné době je tento test hojně využíván při studiu osobnostních rysů hlodavců. Opakovatelné projevy v chování byly pozorovány například u čipmanka východního (Martin & Réale, 2008), *Eospalaxe baileyi* (Yao *et al.*, 2023), čikarí červeného (*Tamiasciurus hudsonicus*), (Taylor *et al.*, 2014) či křečka dlouhoocasého (Boone *et al.*, 2022). Manipulační test, založený na přímém kontaktu se zvířetem, byl použit u rypose Ansellova (*Fukomys anseli*). Zvíře experimentátor chytil u kořene ocasu a hodnotil pokus zvířete o kousnutí, pokus o únik útekem a vokalizaci. Zjištěná míra krotkosti zde sloužila jako složka osobnosti (Begall *et al.*, 2022).

1.3.7. Testy s různými stimuly

U zvířat lze také k otestování behaviorálních reakcí přidat do experimentální arény nejrůznější stimuly. Přidat lze například pach predátora k hodnocení míry odvahy v typické rizikové situaci (Best *et al.*, 2020) či zrcadlo nebo dalšího jedince k hodnocení míry sociability nebo agrese (Mazzamuto *et al.*, 2018). Neživý stimul je často vhodnější volbou oproti přidání skutečného živého predátora či neznámého jedince stejného druhu, jelikož nehrozí žádné riziko zranění, navíc v případě zrcadlového obrazu odpadá starost s hledáním adekvátně velkého jedince (Dochtermann *et al.*, 2012).

Test se stimulem predátora je typickým měřítkem odvahy či antipredačního chování. Typicky se zde měří ochota, s jakou se zvíře k pachu přibližuje. Stimul predátora může představovat samotný pach predátora, jeho moč nebo například i kus kůže. Pach kočky bengálské (*Prionailurus bengalensis*) byl použit k hodnocení odvahy u 4 druhů hlodavců (*Mus caroli*, *Apodemus agrarius*, *Rattus losea*, *Rattus exulans*), (Best *et al.*, 2020). Predátoří moč, konkrétně lišky velkouché (*Vulpes macrotis*), byla použita při měření odvážných tendencí tarbíkomyši Merriamovy (*Dipodomys merriami*), (Dochtermann *et al.*, 2012). A nakonec kůže užovky krtčí byla použita coby stimul predátora u měření antipredační reakce, a potažmo i odvahy, u rypoše lysého (*Heterocephalus glaber*), (Majelantle *et al.*, 2022).

Test se zrcadlovým obrazem (Mirror image simulation, MIR) je vhodný zejména v případě, kdy hrozí při kontaktu dvou neznámých jedinců zranění. Základem testu je aréna, například ta na OFT, ve které je obvykle přes jednu stěnu zavedeno zrcadlo. Test se používá zejména pro hodnocení sociability a agrese (Dochtermann *et al.*, 2012). Reakce na odraz v zrcadle, jakožto měřítko sociability a agrese, byly pozorovány například u veverky popelavé (Santicchia *et al.*, 2020), veverky obecné (Mazzamuto *et al.*, 2019) nebo tarbíkomyši Merriamovy, kde tyto složky posloužily ke zhodnocení osobnostních rysů (Dochtermann *et al.*, 2012).

Při měření sociability je samozřejmě možné testovat přímo interakce mezi dvěma či více jedinci stejného druhu. V takovém testu se měří zejména latence a frekvence přiblížení a doba, kterou jedinci stráví společně. Takto byla sociabilita hodnocena například u potkana obecného, myši domácí, křečka bělonohého či křečka dlouhoocasého (Vestal, 1977). Podobně byl v aréně na OFT a s přítomným jedincem stejného druhu testován i tukotuko talarský, jelikož se však jedná o samotářský druh, který je vůči jedincům stejného

druhu značně averzní, byly projevy chování v tomto testu klasifikovány jako socioaverze (Fanjul & Zenuto, 2020).

Propracovanější je pak tzv. tříkomorový test, kde lze zkoumat různé sociální tendence. Test se skládá ze tří komor, přičemž do každé z nich může být umístěno zvíře. Tento test byl použit například ke zhodnocení sociability u hraboše syřího nebo inbredního kmenu myši domácí (*Mus musculus*, kmen C57BL/6J), (Wu et al., 2022). Pomocí tohoto testu lze hodnotit sociabilitu, tedy tendenci trávit čas se sociálním podnětem raději než o samotě, ale také sociální uznání, kdy je hodnocena tendence preference nového sociálního podnětu před známým. Takovéto preference byly hodnoceny taktéž u inbredního kmenu myši domácí (*Mus musculus*, kmen C57BL/6J), (Kaidanovich-Beilin et al., 2011).

1.4. Opakovatelnost

Opakovatelností projevů chování jsem se podrobněji zabývala ve své bakalářské práci (Marková, 2022), proto nyní pouze shrnu nejdůležitější poznatky.

Prvním krokem k hodnocení opakovatelnosti je provést opakovaná pozorování či testování zvířat, která bývají v různých časových intervalech, ale i kontextech (Schuster et al., 2017). Na základě opakovaných měření je dále možné odhadnout opakovatelnost, jakožto podíl variability mezi jednotlivci a celkovou variabilitou. Značí se r (z angl. repeatability) a nabývá hodnot od 0 do 1, 1 přitom vypovídá o absolutní shodě mezi měřeními, a tedy 100% opakovatelnosti (Lessells & Boag, 1987). V současné době je k odhadu opakovatelnosti nejrozšířeněji užívána tzv. repeatabilita (rptR), která je založena na lineárních modelech (Stoffel et al., 2017). Opakovatelnost již byla studována u celé řady druhů, od bezobratlých k obratlovcům (Bell et al., 2009).

Na opakovatelnost může mít vliv řada faktorů. Významně se opakovatelnost může lišit dle délky intervalu mezi pozorováními. U prodlev v rámci dnů až týdnů zpravidla mluvíme o krátkodobé opakovatelnosti, v případě delších intervalů je pak opakovatelnost považována za dlouhodobější či dlouhodobou. Důležité je však vztahovat délky intervalů také vzhledem k očekávané délce života testovaného druhu (Rohrer & Ferkin, 2020). Zpravidla bývá dosaženo vyšších hodnot opakovatelnosti mezi kratšími intervaly oproti těm dlouhodobějším. Vysvětlením může být například méně prostoru pro získání zkušeností, které by mohly opakovatelnost ovlivnit, či změny spojené s dospíváním (Bell et al., 2009).

Další faktor, který významně ovlivňuje zejména experimentální měření opakovatelnosti, je stres. Ten může být zapříčiněn již samotnou manipulací se zvířaty, proto

se doporučuje omezit fyzický kontakt experimentátora s testovaným zvířetem, v případě malých zvířat lze omezení docílit například používáním plastového tunelu, který slouží právě k manipulaci se zvířetem (Gouveia & Hurst, 2017). U sociálních zvířat může stres pocházet i z odloučení od skupiny, je proto důležité zvolit před testem vhodný čas aklimatizace (O'Neill *et al.*, 2018). Faktor stresu a s ním spojenou úzkost obvykle nelze z testu odstranit (Hughes, 1997), například při vystavení zvířete novému prostředí je potřeba s těmito faktory počítat, a navíc brát v potaz i možnou habituaci s opakujícími se měřeními, které mohou výsledky opakovatelnosti značně ovlivnit (Leussis & Bolivar, 2006).

Pro studium opakovatelnosti se stala stěžejní práce Bell a kolektivu (2009), která poskytuje přehled opakovatelnosti napříč živočišnými druhy a předkládá odhady opakovatelnosti nejrůznějších projevů chování od lokomotorické aktivity až po preferenci místa k hnízdění či preferenci partnera. Práce porovnává opakovatelnost jednotlivých proměnných, či shrnuje vliv pohlaví nebo původu zvířat na opakovatelnost. Nabízí také průměrnou hodnotu opakovatelnosti $r = 0,37$, které je dosaženo napříč studii (Bell *et al.*, 2009). K této práci se odkazuje většina studií, včetně mé bakalářské práce (Marková, 2022), které se zabývají opakovatelností, a potažmo i personalitou, ačkoli se nemusí nutně jednat o nejvhodnější srovnávací materiál. Jak již bylo řečeno, do práce je zahrnuté široké spektrum druhů od bezobratlých po obratlovce, avšak s minimem prací na savcích. Navíc je do práce zahrnuté také množství proměnných. Z těchto důvodů je jedním z mých cílů této práce vytvořit přehled, který cílí na hlodavce, a který poskytuje informace o opakovatelnosti projevů chování, které jsou nejčastěji hodnoceny při studiu osobnosti.

1.5. Rypoš lysý

Rypoš lysý, vskutku pozoruhodný hlodavec (*Rodentia*), je tradičně řazen do čeledi *Bathyergidae*. Druh prvně popsal E. Rüppell roku 1842. Právě kvůli svým odlišnostem byl však rypoš lysý ještě v minulém století považován jen za mládě jiného druhu, či za nemocného jedince (shrnuje Buffenstein *et al.*, 2012).

Co ho tedy od ostatních zvířat natolik odlišuje? Na první pohled je patrná velice řídké osrstěná růžová až hnědavá kůže. Pojmenování lysý je však zavádějící, celé tělo totiž pokrývají izolované hmatové chlupy, většímu výskytu se těší jen hlava a ocas. Kratšími chlupy jsou orámována ústa, oční víčka či tlapky (Jarvis & Sherman, 2002). Výrazná je také redukce ušních boltců, náhradu tvoří jen jakési drobné výstupky. Vzhledem k velikosti těla mají rypoši nápadně malé oči, které jsou překvapivě dostatečně funkční k přijímání

vizuálních podnětů z okolí. Zraková ostrost je však velice nízká, zvíře je tak schopné například lokalizovat porušení systému, kterým prochází světlo z povrchu (Jarvis & Sale, 1971, Hetling *et al.*, 2005). Na rozdíl od ostatních rypošů mají ti lysí dlouhý ocas. Tělo může měřit až 130 mm, maximální váha je asi 80 g, obvykle se však váha pohybuje kolem 40 g, což rypoše lysého řadí mezi nejmenší druhy rypošů.

Tento fosoriální hlodavec je adaptován na život strávený v podzemí aridních a semiaridních oblastech Somálska, Keni a Etiopie. K hloubení chodeb slouží masivně vyvinuté řezáky doprovázené silnými svaly (Jarvis & Sale, 1971). Vysoká síla skusu a možnost širokého rozevření čelisti jsou klíčovými adaptacemi pro kopání řezáky (Cox & Faulkes, 2014). Na procesu vzniku systému chodeb se vždy podílí vícero jedinců. Zatímco první zvíře kope, je za ním tvořen řetězec dalších, kteří posunují hromadící se substrát k povrchu. Na konci řetězce bývá obvykle starší, a tudíž větší a silnější člen rodiny, který hlínu pomocí zadních končetin vykopává na povrch (Jarvis & Sale, 1971). Hloubení tunelu tedy zahrnuje 4 různé druhy kopání, a to vyhrabávání řezáky, přenášení půdy hrabáním mezi předními a zadními končetinami, přeprava hlíny zadními končetinami a vykopávání na povrch. Ve studiích je proto potřeba jednotlivé druhy kopání rozlišovat (Yamakawa *et al.*, 2024). Kopáním vznikají nad systémy hromady hlíny, které připomínají vulkány či homole. Zvířata přitom potřebují pracovat co nejrychleji, jelikož při vykopání hlíny na povrch je systém otevřený, a hrozí tedy riziko v podobě napadení predátory, zejména hady. Chodba proto bývá po dokončení u povrchu ihned zaslepena hlínou. Značně složitý systém chodeb, který může dosahovat až stovek metrů, propojuje řadu nor. Ty bývají zpravidla hlouběji pod povrchem a mají specifický účel, od míst sloužících ke spánku, až po ta sloužící k vyprazdňování. Těsněji pod povrchem jsou pak hloubeny chodby za účelem vyhledávání potravy, kterou představují různé kořeny a hlízy. Vyprahlý tvrdý substrát má i své výhody. Díky extrémní tvrdosti substrátu téměř nedochází k zasypávání a propadání chodeb, které jsou tak zřejmě trvalé. Postupně vzniká velice rozsáhlý systém chodeb a nor doplněný o místa s rostoucími hlízami, zvířata tedy musejí vykazovat vynikající smysl pro orientaci (Jarvis & Sale, 1971).

Zde by se nabízelo zařadit rypoše lysého mezi eusociální druhy, avšak o jeho eusocialitě se stále vedou spory. Eusocialita je chápána jako systém s překrývajícími se generacemi, ve kterém se většina jedinců nerozmnožuje a pomáhá s péčí o potomstvo. (Shermen *et al.*, 1995). Někdy bývá charakteristika takového systému doplněna o rozdělení úkolů mezi stálé kasty a maximální dosažitelnou velikost skupiny, čemuž však způsob života

tohoto zvířete odporuje (Burda *et al.*, 2000, Sherman *et al.*, 1995). U rypošů lysých se sice práce mezi nemnožícími se jedinci rozděluje, avšak podmínky, jak k dělení dochází, je třeba dále zkoumat. Nemnožící jedinci navíc na úkolech spolupracují a jejich účast na úkolech je dosti plastická. Hlavním bodem popírajícím eusocialitu je pak hlavně fakt, že se jedinci permanentně nespécializují (Siegmann *et al.*, 2021). Účast na úkolech se mezi jednotlivými příslušníky rodiny liší. Starší jedinci tráví zpravidla více času odpočinkem. Není překvapením, že aktivnější jedinci, kdy je měřena aktivita mimo pracovní úkoly, také vykonávají nejrůznější úkoly s vyšší frekvencí. Účast na úkolech u jednotlivců korelovala, tento jev je popsán jako Helping syndrome (Yamakawa *et al.*, 2021). Ukazuje se, že mezi příslušníky rodiny existují i neshody a konflikty ohledně rozdělování pracovních příležitostí. Napříč kategoriemi bylo totiž v systému pozorováno specifické chování, a to tahání za ocas a následné přesunutí zvířete na jiné místo či k jiné pracovní činnosti, což naznačuje, že jedinci mohou do rozdělení kooperativních činností navzájem zasahovat (Kutsukake *et al.*, 2019).

Další rypoši specifických budiž tedy jeho sociální způsob života. V jediném systému může žít až 300 jedinců, ačkoli obvyklý počet je kolem 70 zvířat. V systému či rodině je reprodukčně aktivní pouze jedna hlavní samice, která bývá označována jako královna, a jeden až tři samci. Pokud dojde k úhynu královny, o její roli usilují některé přeživší samice, až nakonec jedna její roli převezme (Clarke & Faulkes, 1997, Jarvis, 1981). Královna může být březí i pětkrát ročně, doba březosti je přitom asi 70 dní. Vrhly bývají vcelku početné, mohou čítat i více než 12 mláďat (Jarvis *et al.*, 1994). Na ostatní členy rodiny, kteří se nerozmnožují, připadají práce spojené s chodem celého systému. Pracovní úkony se u rypošů alespoň částečně rozdělují na základě velikosti, a tudíž se s přibývajícím věkem a hmotností mění. Mladší jedinci mají za úkol udržovat chodby a pečovat o mláďata, ti starší pak brání a chrání celý systém (Burda *et al.*, 2000, Jarvis & Sherman, 2002).

Zajímavá je také jeho dlouhověkost, za kterou nejspíše vděčí chráněnému životu v podzemí i pomalému metabolismu (Sherman & Jarvis, 2002). Metabolismus je rypoš mimoto schopen ještě snížit až o 25 % v případě nepříznivého období, jak potvrdily studie při omezení podávané potravy (Goldman *et al.*, 1999). Kvůli nedostatečnému podkožnímu tuku a téměř holé kůži si stálou teplotu těla dokáže udržet jen částečně, svou teplotu však dokáže zvýšit fyzickou aktivitou nebo přesunem do teplejší části systému (Withers & Jarvis, 1980, Braude *et al.*, 2021). Rypoši jsou zkrátka unikátním druhem hlodavců, kteří

si oprávněně získávají pozornost vědců, ať už jde o jejich sociální uspořádání či fyziologické procesy.

2. Cíl práce

Cílem experimentální části práce bylo ohodnotit opakovatelnost behaviorálních projevů ve čtyřech laboratorních testech u jedinců rypošů lysých (*Heterocephalus glaber*).

Následně pak za použití analýzy hlavních komponent vyhodnotit, jak spolu jednotlivá chování souvisí a jaké hlavní osobnostní rysy popisují. Dleším cílem bylo otestovat efekt váhy, pohlaví a příslušnosti k rodině na zjištěné osobnostní rysy. V neposlední řadě měla moje práce cíl rešeršní, a to shrnout studie zabývající se hodnocením opakovatelnosti behaviorálních projevů v čase u hlodavců, a ty dále porovnat s výsledky u rypošů lysých.

3. Metody

3.1. Zvířata

Během celé studie jsem pracovala celkem se 106 rypši lysými ze 7 různých rodin, avšak ne všichni jedinci byli nakonec do práce zahrnuti. Důvodem vyřazení zvířete z testů byl například přesun jedince do jiné rodiny či na jiné pracoviště, převzetí role hlavní samice či jeho úhyn. Kritériem pro podstoupení testů bylo stáří zvířete alespoň 1 rok. Do testů nebyly zapojeny reprodukčně aktivní samice. Také jsem nepracovala s rodinami, kde byla čerstvě narozená mláďata (po dobu měsíce a půl od porodu).

Všichni testovaní jedinci pocházeli z chovu Přírodovědecké fakulty JU. Jsou zde chováni v systémech, kdy jeden systém náleží vždy jedné rodině s hlavním reprodukčním párem. Velikost systému se liší dle početnosti skupiny, vždy se skládá z několika plastových boxů, které jsou mezi sebou propojené chodbami v podobě plastového potrubí. Jako podestýlka slouží dřevěné hobliny, které jsou pravidelně obměňovány. Zvířata dostávají 3× týdně potravu, která obsahuje mrkev, brambor, řepu, banán, jablko, petržel, celer a batát. Jednou týdně jsou zvířata navíc příkrmována sušenou směsí pro hlodavce. Mezi probíhajícími experimenty byla potrava dostupná *ad libitum*. Všechny domácí systémy se nacházejí v jedné místnosti, ve které je dodržován světelný režim 12L/12D a teplota místnosti kolem 26 °C. Systémy se navíc nacházejí na topných fóliích, které udržují teplotu v systému kolem 37 °C. Každý jedinec je identifikován pomocí implantovaného čipu či pomocí vytetovaných značek.

3.2. Průběh experimentů

Každý jedinec byl 30 minut před začátkem testování odloven z domovského systému a umístěn do 10 l kbelíku, kde měl k dispozici papírový ubrousek a plastovou ruličku o délce 12 cm. Rulička byla na začátku každého testovacího dne umístěna na 30 min do systému, aby získala pach dané rodiny. Po uplynutí 30 min bylo zvíře v kbelíku přeneseno do pokusné místnosti, kde byl okamžitě zahájen daný experiment.

Pokusy probíhaly vždy mezi 8.00 a 15.00 hodinou. Během testu byl v pokusné místnosti přítomen pouze experimentátor a testované zvíře. Se zvířetem bylo obvykle manipulováno pomocí plastové ruličky, čímž se omezil kontakt mezi experimentátorem a zvířetem před začátkem testu. Po uplynutí testu bylo zvíře odloveno zpět do plastového kbelíku a následně ihned navraceno k jeho rodině. Testovací boxy byly po každém experimentu řádně vymyty 35% ethanolem a dosucha vytřeny papírovým ubrouskem.

Zvířata byla během každého experimentu nahrávána pomocí kamery Sony Cyber-shot DSC-RX0, která byla umístěna nad testovacím boxem. Kamera byla ovládána pomocí WiFi signálu skrze chytrý telefon, čímž se omezilo rušení zvířete během probíhajícího experimentu.

3.3. Experimenty

Zvířata byla vystavena celkem čtyřem různým behaviorálním testům, které proběhly minimálně ve dvou opakováních. Konkrétně se jedná o Open field test (dále jen OFT), Hole test (HT), Dark light test (DLT) a New surface test (NST), přičemž dvě série OFT a HT byly provedeny v rámci mé bakalářské práce (Marková, 2022). Pro OFT a HT byla nyní provedena ještě 3. série testování, pro získání dat s větším časovým intervalem mezi sériemi. Mezi 1. a 2. opakováním téhož testu byl přibližně čtyřměsíční interval, 3. opakování bylo pak provedeno rok po uplynutí prvního testování.

Open field test (OFT)

Prvním testem, který zvířata absolvovala, byl OFT. Byla použita čtvercová aréna o rozměrech 75×75×40 cm, která byla bílá a neprůhledná. Bylo dbáno na minimalizaci světelných odlesků na dně arény, čehož bylo dosaženo zastíněním zářivek pomocí kartonových desek. Po spuštění nahrávání bylo každé zvíře umístěno do středu arény pomocí plastové ruličky. Test byl zahájen až ve chvíli, kdy se zvíře čenichem dotklo stěny boxu. Po zahájení byla doba testování stanovena na 10 min.

Hole test (HT)

Druhým testem v pořadí byl Hole test. Časová prodleva mezi těmito testy byla přibližně deset dnů. K tomuto testu byl využit plastový box o rozměrech 36×21×15 cm, který měl v každém rohu vyvrtaný otvor o průměru 1 cm ve výšce 1 cm ode dna boxu. Box byl navíc vložen do OF arény, která byla vystlána černou fólií. Díky tomuto designu došlo ke snížení ruchů z okolí, černá folie pak zajistila lepší viditelnost otvorů v boxu během videoanalýzy. Test byl zahájen ihned po vložení jedince do středu boxu a trval 8 min. Pokud zvíře otvor ani jednou neprozkoumalo, byla mu na dané proměnné (prvně) přidělena maximální latence (32 % v 1. sérii, 29,7 % ve 2. sérii a 22,4 % ve 3. sérii). Taktéž byla přidělena maximální latence proměnné všechny v případě, že zvíře nedosáhlo na prozkoumání všech 4 otvorů (79,6 % v 1. sérii, 61,3 % ve 2. sérii, 43 % ve 3. sérii).

Dark light test (DLT)

Po ukončení 3 sérií OFT a HT byla zvířata následně vystavena DLT (s odstupem 4 měsíců). Základem tohoto testu byl tmavý čtvercový box o rozměrech 18×18×17 cm, který byl vložený do OF arény. Tmavý box měl odnímatelné víko a otvor umožňující vstup a výstup zvířete z boxu, který směřoval u všech testovaných zvířat na tutéž stranu. Celý tmavý box byl polepen černým papírem, čímž bylo zabráněno pronikání světla do boxu. Světelnost osvětlené OF arény činila 125 lx (u zbylých testů byla pouze 2 lx). Před zahájením každého testu byl vstupní otvor zahrazen pomocí neprůsvitné plastové zářky. Každé zvíře bylo vloženo do tmavého boxu, test byl následně zahájen po odstranění zářky. Experiment byl ukončen v případě, že zvíře vylezlo z tmavého boxu do osvětlené arény a poté se vrátilo zpět do tmavého boxu. Maximální doba trvání experimentu byla 10 minut. Pokud zvíře tmavý box neopustilo, byla mu přiřazena maximální latence 600 s (1,2 % jedinců v každé sérii). Stejně tak byla maximální latence přiřazena ve chvíli, kdy se zvíře nenavrátilo zpět do tmavého boxu (1,2 % jedinců v 1. sérii, 3,6 % jedinců ve 2. sérii).

New surface test (NST)

Poslední test, který zvířata absolvovala, byl test s neznámým povrchem, který byl v modifikované podobě již u rypošů použit (Begall *et al.*, 2020). Tento typ testu byl zvolen jako obdoba testu nového předmětu, který se pro studium osobnosti běžně využívá. Na tento experiment byl použit obdélníkový plastový box o rozměrech 52×32 cm. Uprostřed boxu byl pomocí oboustranné lepicí folie připevněn pruh bublinkové fólie o šíři 17 cm, který příčně překryl celé dno boxu. Nalevo od bublinkové fólie bylo dno boxu čisté, napravo od předělu fólií byla umístěna nízká miska s hoblinami z domovského systému studovaných zvířat, což sloužilo jako jistá motivace pro přejití přes nový povrch. Na začátku testování bylo zvíře vždy vloženo do levé části boxu. Test skončil ve chvíli, kdy zvíře přešlo přes bublinkovou fólii na druhou stranu boxu, maximální latence byla stanovena na 10 min. Pokud zvíře na nový povrch nevstoupilo, byla mu přidělena maximální latence 600 s (1,2 % jedinců z obou sérií). Stejně tak byla přidělena maximální latence v případě, že zvíře nepřešlo na druhou stranu boxu (1,2 % jedinců z obou sérií).

3.4. Analýza videozáznamu

Pořízené videozáznamy testů jsem analyzovala ve dvou programech, OFT byl kódován v programu EthoVision XT 15 (Noldus *et al.*, 2001), data pro zbylé 3 testy (HT, DLT, NST) byla získána v programu Solomon Coder (Péter, 2017).

Při kódování OFT byla v programu aréna rozdělena na středovou (nebezpečnou) a okrajovou (bezpečnou) zónu, přičemž okrajová zóna velikostně přibližně odpovídala délce těla zvířete. Byly zaneseny skutečné rozměry arény, dále byl nastaven čas startu experimentu a maximální latence. V tomto programu byla získána následující data pro každého testovaného jedince: průměrná rychlost běhu (rychlost [cm/s]), uběhnutá vzdálenost (vzdálenost [cm]), frekvence vstupů do jednotlivých zón (středfrekv, okrajfrekv), čas strávený v zónách (okrajčas, středčas [s]), čas prvního návratu do nebezpečné zóny (středprvně [s]) a doba strávená strnulostí (strnulost [s]).

Zbylé testy byly analyzované v programu Solomon Coder, který umožňuje ruční kódování frekvence a času jednotlivých prvků chování. U HT byly sledovány 3 proměnné, a to konkrétně latence prvního strčení čenichu do otvoru (prvně [s]), latence prozkoumání všech 4 otvorů (všechny [s]) a frekvence prozkoumaných otvorů (frekvence). Pokud zvíře otvory nezkoumalo, či pokud nedosáhlo na prozkoumání všech 4 děr, byla dané proměnné přiřazena maximální latence, tedy 480 s. U DLT byla měřena latence vyjití z tmavého boxu (výlez [s]), latence návratu do tmavého boxu (zález [s]) a čas strávený v osvětlené aréně (venku [s]). Pro NST byly analyzovány dvě proměnné, a to latence vstupu na nový povrch (vstup [s]) a latence přejití na druhou stranu boxu (přejití [s]). Taktéž u těchto dvou testů byla přiřazena maximální latence (600 s) v případě, že zvíře danou aktivitu nestihlo po stanovenou dobu vykonat.

Veškeré měřené proměnné jsou zaneseny a vysvětleny v tabulce (Tab. 1).

Tab. 1: Definice sledovaných proměnných z jednotlivých testů.

test	proměnná	definice
Open field test (OFT)	rychlost	průměrná rychlost běhu [cm/s]
	vzdálenost	celková uběhnutá vzdálenost [cm]
	strnulost	čas strávený strnulostí [s]
	středfrekv	frekvence vstupů do středové (nebezpečné) zóny
	středčas	čas strávený ve středové (nebezpečné) zóně [s]
	středprvně	čas prvního návratu do středové (nebezpečné) zóny [s]
	okrajfrekv	frekvence vstupů do okrajové (bezpečné) zóny
	okrajčas	čas strávený v okrajové bezpečné zóně [s]

Hole test (HT)	frekvence	počet prozkoumání otvorů čenichem (head-dipping)
	prvně	latence prvního prozkoumání čenichem [s]
	všechny	latence prozkoumání všech 4 otvorů [s]
Dark/light test (DLT)	výlez	latence vstupu na osvětlenou část [s]
	zález	latence návratu do tmavého boxu [s]
	venku	čas strávený v osvětlené části [s]
New surface test (NST)	vstup	latence vstupu na nový povrch všemi 4 končetinami [s]
	přejítí	latence přejítí přes nový povrch

3.5. Statistické zpracování

Veškeré statistické zpracování proběhlo v programu R, verze 4.3.2 (RCore Team, 2023).

3.5.1. Opakovatelnost

Pro jednotlivé chování bylo potřeba stanovit opakovatelnost napříč sériemi testování. Za tímto účelem byl využit balíček rptR (Stoffel et al., 2017), konkrétně byla použita funkce rpt: odhad opakovatelnosti s možností výběru rozložení i pro negaussovská data na základě zobecněných lineárních mixovaných modelů.

3.5.2. Osobnostní model

Dále bylo pracováno s průměry hodnot proměnných (Tab. 1) z 1. a 2. série testování, které byly převedeny na z-skóre. Nejprve byla zkonstruována korelační matice proměnných pomocí funkce corr.test. Pro určení počtu komponent byla použita paralelní analýza (Dinno, 2009) a komponenty byly následně extrahovány prostřednictvím PCA, z balíčku psych (Revelle, 2024).

K otestování adekvátnosti dat pro PCA byly použity 2 testy: Kaiser Meyer Olkin a Bartlettův test sféricity.

Dále bylo potřeba vytvořit individuální skóre pro každý osobnostní rys, což bylo provedeno prostřednictvím tzv. unit-weighted scores (Gorsuch, 2014).

K otestování vlivu dalších charakteristik jedince na osobnostní skóre byly provedeny 3 lineární modely. Jako vysvětlovaná proměnná bylo použito skóre dané komponenty a jako vysvětlující proměnné pohlaví, váha a rodina jedince. K ověření průkaznosti byla použita funkce drop.1, pokud byl prokázán vliv příslušnosti k rodině, byl proveden ještě posthoc test, který porovnal jednotlivé rodiny mezi sebou.

4. Výsledky

4.1. Literární rešerše

Celkem bylo z 283 prací vybráno 44 studií, které odpovídaly daným kritériím, a které měly uvedeny hodnoty opakovatelnosti chování. Dohromady bylo zaznamenáno 338 odhadů opakovatelnosti. Tyto hodnoty pokrývaly celou možnou škálu, od nuly až po hodnotu $r = 0,994$ při měření agresivních tendencí, konkrétně frekvence očichávání mláďat u norníka rudého, (Korpela *et al.*, 2011). Průměrná hodnota opakovatelnosti napříč všemi studiemi dosáhla na hodnotu $r = 0,414$, do tohoto průměru jsou zahrnuty i neprůkazné hodnoty opakovatelnosti tak, jak je uváděli autoři.

4.1.1. Studované druhy

Vybrané studie sledovaly celkem 31 druhů, z toho byl nejvíce zastoupen norník rudý, který se objevil v 9 studiích (např. Perez, 2022, Dammhahn *et al.*, 2022, Schrimmer *et al.*, 2020). Vzhledem k velkému počtu prací není překvapivé, že byly pro tento druh charakterizovány osobností rysy agrese, odvahy, aktivity i explorační. U norníka rudého je patrná také nejvyšší průměrná opakovatelnost $r = 0,504$. Čtyřikrát byl zastoupen křeček dlouhoocasý (např. Morris & Palmer, 2023, Brehm & Mortelliti, 2022, Boone *et al.*, 2022), který zároveň dosáhl druhé nejvyšší průměrné opakovatelnosti $r = 0,496$. Po čtyřech pracích byli zastoupeni ještě myš domácí (např. Küçüktaş & Guenther, 2022, Peña-Villalobos *et al.*, 2020, Krebs *et al.*, 2019), s průměrnou opakovatelností $r = 0,319$ a čipmank východní (např. Gharnit *et al.*, 2020, St-Hilaire *et al.*, 2017, Careau *et al.*, 2015), který dosáhl na průměrnou opakovatelnost $r = 0,306$. Třikrát byla zastoupena myšice temnopásá (Schrimmer *et al.*, 2020, Mazza & Guenther, 2021, Best *et al.*, 2020), s průměrnou opakovatelností 0,369 a myš panonská (Küçüktaş & Guenther, 2022, Rangassamy *et al.*, 2016, Rangassamy *et al.*, 2015), s průměrnou opakovatelností 0,28, což je z těchto více zastoupených druhů nejnižší hodnota.

Překvapivě převažovaly studie testující zvířata z volné přírody (30 ze 44) oproti těm laboratorním. U laboratorních zvířat byla průměrná opakovatelnost nižší ($r = 0,363$) než u zvířat z volné přírody ($r = 0,43$). Laboratorní zvířata jsou v tabulce (Tab. 2) označena hvězdičkou. Velikost vzorku byla od 8 jedinců Tarbíkomyši Ordovy (*Dipodomys merriami*), (Jenkins, 2011), až po 601 jedinců čipmanka východního (St-Hilaire *et al.*, 2017).

4.1.2. Počet opakování testů

Celkem 27 studií provedlo testování ve 2 opakováních. Průměrná hodnota opakovatelnosti při použití 2 sérií testů činila $r = 0,421$. Jen 4 studie pak testovaly zvířata 3krát, zde pak průměrná opakovatelnost činila $r = 0,327$. Dále už byl počet opakování různý, nejvíce opakování bylo provedeno u čipmanka východního, kde manipulační test ve vaku (Handling bag test) podstoupili jedinci až 30krát (St-Hilaire *et al.*, 2017).

Interval mezi testy

Krátkodobou opakovatelnost do 14 dnů testovalo 18 prací, průměrná hodnota opakovatelnosti napříč těmito studii činila $r = 0,363$. Pokud bychom hodnotili krátkodobou opakovatelnost jakožto interval do jednoho měsíce, našli bychom studii v přehledu celkem 29, s průměrnou opakovatelností $r = 0,413$. Dlouhodobější interval, v rozmezí 15 dnů až 3 měsíců byl použitý u 20 studií, zde byla pozorována průměrná opakovatelnost $r = 0,415$. Méně zastoupené byly studie hodnotící dlouhodobější opakovatelnost (6 studií), s intervalem mezi 1 – 8 měsíci byla průměrná opakovatelnost $r = 0,39$. Další studie hodnotily opakovatelnost průběžně v rámci několika let, a to v různých intervalech.

4.1.3. Použité testy

Co se testů a sledovaného chování týče, byl nejpočetněji zastoupen OFT, který byl použit v 28 studiích. Nejčastější proměnné, které jsou v tomto testu hodnocené, jsou průměrná rychlost běhu, uběhnutá vzdálenost, čas strávený strnulostí, latence vstupu do středu, frekvence vstupů do středu, čas strávený ve středu či počet přejitých čtverců. OFT byl využitý k hodnocení aktivity, odvahy i explorační. Průměrná hodnota opakovatelnosti chování z OFT byla $r = 0,431$.

Druhým nejčastěji používaným testem byl test s novým objektem (NOT), a to v 11 studiích. V takovém testu se nejčastěji hodnotí latence přiblížení k objektu, čas strávených interakcí s objektem nebo frekvence interakcí. Na základě těchto proměnných je pak hodnocena odvaha či explorační. Průměrná hodnota opakovatelnosti napříč testy s novým objektem dosáhla na hodnotu $r = 0,318$.

V 8 studiích bylo testováno chování jedince ve vaku, což je tzv. manipulační test (Handling bag test). S pomocí tohoto testu je měřena krotkost jedince, a to na základě míry strnulosti a pohybu. Průměrná hodnota opakovatelnosti v tomto testu byla $r = 0,511$.

Tři studie pak použily test vynoření, kde byla měřena latence vynoření a čas strávený na konci tunelu, coby měřítko odvahy. Průměrná opakovatelnost zde činila $r = 0,573$. Další testy a celkový přehled jsou uvedeny v tabulce (Příloha Tab. 2).

4.2. Opakovatelnost u rypošů lysých

Celkem bylo ve 4 testech hodnoceno 16 projevů chování (proměnných). Všechny proměnné byly průkazně opakovatelné, a mohly být proto použity k další analýze. Nejvyšší průměrnou opakovatelnost měly projevy chování v OFT, naopak nejnižší hodnoty byly pozorovány u DLT (Tab. 3). Z hlediska intervalu mezi testováním bylo chování nejvíce opakovatelné mezi 2. a 3. sérií s intervalem 8 měsíců (Tab. 4).

Tab. 3: Průměrné hodnoty opakovatelnosti v rámci daného testu a série.

série	průměrná opakovatelnost
OFT1+OFT2	0.536
OFT1+OFT3	0.380
OFT2+OFT3	0.636
HT1+HT2	0.493
HT1+HT3	0.345
HT2+HT3	0.5
DLT1+DLT2	0.291
NST1+NST2	0.303

Tab. 4: Průměrná opakovatelnost vzhledem k intervalu mezi testy.

interval (měsíce)	opakovatelnost
4	0.452
8	0.599
12	0.371

4.2.1. Opakovatelnost: Open field test

U hodnocení opakovatelnosti v rámci 3 sérií testování jsou patrné vyšší hodnoty opakovatelnosti jednotlivých proměnných v kratším časovém rozmezí (4 a 7 měsíců). Mezi projevy chování, které vykazovaly napříč všemi sériemi nejvyšší hodnoty opakovatelnosti, patří rychlost běhu, uběhnuté vzdálenost, čas strávený strnulostí a frekvence vstupů do nebezpečné středové zóny (Tab. 5).

Tab. 5: Hodnoty opakovatelnosti jednotlivých proměnných OFT v dané sérii experimentů.

série	prodleva (měsíce)	počet jedinců	proměnná	R	SE	CI	P (Permut)
OFT1+OFT2	4	94	rychlost	0.77	0.044	[0.668, 0.845]	0.001
OFT1+OFT2	4	94	vzdálenost	0.782	0.04	[0.693, 0.849]	0.001
OFT1+OFT2	4	94	strnulost	0.638	0.062	[0.509, 0.746]	0.001
OFT1+OFT2	4	94	středfrekv	0.508	0.079	[0.35, 0.657]	0.001
OFT1+OFT2	4	94	středčas	0.427	0.081	[0.261, 0.571]	0.001
OFT1+OFT2	4	94	středprvně	0.254	0.095	[0.059, 0.439]	0.013
OFT1+OFT2	4	94	okrajfrekv	0.51	0.078	[0.344, 0.653]	0.001
OFT1+OFT2	4	94	okrajčas	0.395	0.089	[0.206, 0.552]	0.001
OFT2+OFT3	8	77	rychlost	0.801	0.042	[0.705, 0.866]	0.001
OFT2+OFT3	8	77	vzdálenost	0.801	0.044	[0.693, 0.871]	0.001
OFT2+OFT3	8	77	strnulost	0.774	0.047	[0.668, 0.845]	0.001

						0.846]	
OFT2T+OFT3	8	77	středfrekv	0.798	0.043	[0.704, 0.871]	0.001
OFT2+OFT3	8	77	středčas	0.544	0.081	[0.364, 0.684]	0.001
OFT2+OFT3	8	77	středprvně	0.021	0.075	[0, 0.247]	0.362
OFT2+OFT3	8	77	okrajfrekv	0.8	0.043	[0.7, 0.869]	0.001
OFT2+OFT3	8	77	okrajčas	0.548	0.08	[0.364, 0.677]	0.001
OFT1+OFT3	12	74	rychlost	0.613	0.073	[0.457, 0.744]	0.001
OFT1+OFT3	12	74	vzdálenost	0.647	0.071	[0.481, 0.759]	0.001
OFT1+OFT3	12	74	strnulost	0.589	0.075	[0.43, 0.72]	0.001
OFT1+OFT3	12	74	středfrekv	0.349	0.103	[0.15, 0.543]	0.002
OFT1+OFT3	12	74	středčas	0.249	0.112	[0.015, 0.448]	0.017
OFT1+OFT3	12	74	středprvně	0	0.07	[0, 0.238]	1
OFT1+OFT3	12	74	okrajfrekv	0.347	0.1	[0.131, 0.528]	0.002
OFT1+OFT3	12	74	okrajčas	0.249	0.105	[0.02, 0.43]	0.02

Vysvětlení proměnných: rychlost = průměrná rychlost běhu, vzdálenost = uběhnutá vzdálenost, strnulost = čas strávený strnulostí, středfrekv = frekvence vstupů do (nebezpečné) středové zóny, středčas = čas strávený v (nebezpečné) středové zóně, středprvně = latence prvního návratu do (nebezpečné) středové zóny, okrajfrekv = frekvence vstupů do (bezpečné) okrajové zóny, okrajčas = čas strávený v (bezpečné) okrajové zóně.

Vysvětlení podbarvení: Hodnoty opakovatelnosti $r > 0,4$ jsou označeny světle zeleně, hodnoty opakovatelnosti $r > 0,7$ jsou označeny tmavě zeleně.

4.2.2. Opakovatelnost: Hole test

Také u HT jsou patrné nejvyšší hodnoty opakovatelnosti při porovnávání proměnných 2. a 3. série testování. Frekvence, tedy počet prozkoumaných otvorů, a latence prvního zkoumání otvoru vykazují dostatečné hodnoty opakovatelnosti napříč všemi sériemi, naopak latence prozkoumání všech otvorů dosahuje pouze nízkého opakování, a to u všech testovaných sérií (Tab. 6).

Tab. 6: Hodnoty opakovatelnosti jednotlivých proměnných HT v dané sérii experimentů.

série	prodleva (měsíce)	počet jedinců	proměnná	R	SE	CI	P (Perm.)
HT1+HT2	4	93	frekvence	0.551	0.071	[0.393, 0.674]	0.001
HT1+HT2	4	93	prvně	0.566	0.071	[0.415, 0.691]	0.001
HT1+HT2	4	93	všechny	0.361	0.089	[0.182, 0.517]	0.002
HT2+HT3	8	73	frekvence	0.647	0.071	[0.477, 0.76]	0.001
HT2+HT3	8	73	prvně	0.633	0.068	[0.487, 0.756]	0.001
HT2+HT3	8	73	všechny	0.22	0.112	[0, 0.441]	0.014
HT1+HT3	12	73	frekvence	0.475	0.091	[0.268, 0.632]	0.002
HB1+HB3	12	73	prvně	0.462	0.094	[0.272, 0.632]	0.001
HB1+HB3	12	73	všechny	0.097	0.099	[0, 0.329]	0.117

Vysvětlení podbarvení: Hodnoty opakovatelnosti $r > 0,4$ jsou označeny světle zeleně

4.2.3. Opakovatelnost: Dark light test

Hodnoty opakovatelnosti zde sice dosahují oproti předchozím testům nižších hodnot, i tak jsou však statisticky průkazné, a tedy využitelné k další analýze (Tab. 7).

Tab. 7: Hodnoty opakovatelnosti jednotlivých proměnných DLT.

série	prodleva (měsíce)	počet jedinců	proměnná	R	SE	CI	P (Perm.)
DLT1+DLT2	4	83	výlez	0.346	0.099	[0.14, 0.532]	0.016
DLT1+DLT2	4	83	zález	0.287	0.102	[0.088, 0.473]	0.011
DLT1+DLT2	4	83	venku	0.239	0.104	[0.017, 0.441]	0.022

4.2.4. Opakovatelnost: New surface test

Také v posledním použitém testu byly získány průkazné hodnoty opakovatelnosti u obou zkoumaných projevů chování, konkrétně u vstupu na nový povrch a u přejití přes nový povrch (Tab. 8).

Tab. 8: Hodnoty opakovatelnosti jednotlivých proměnných NST.

série	prodleva (měsíce)	počet jedinců	proměnná	R	SE	CI	P (Perm.)
NST1+NST2	4	komplet	vstup	0.298	0.102	[0.071, 0.477]	0.029
NST1+NST2	4	komplet	přejití	0.307	0.104	[0.092, 0.495]	0.011

4.3. Osobnostní model

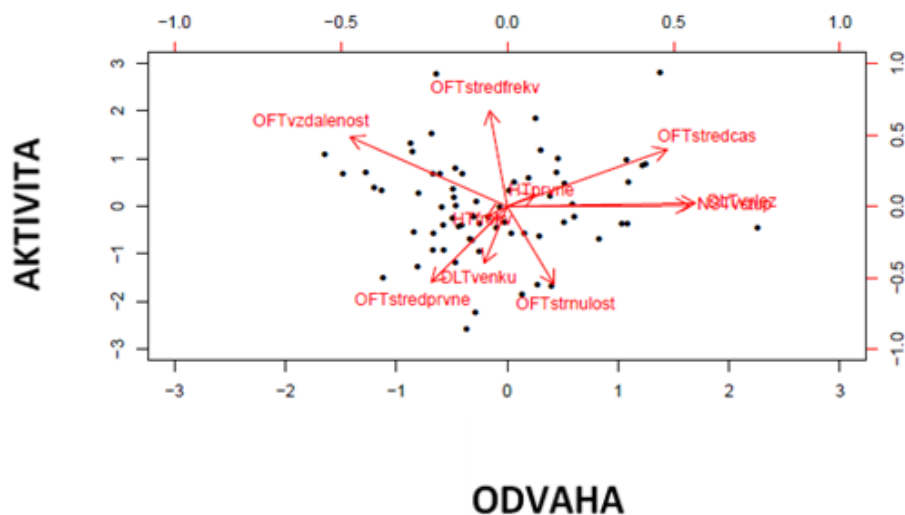
Přítomnost většího počtu silně korelovaných proměnných vedla k nevhodné matici pro PCA analýzu. Pomocí výsledků z korelační matice všech proměnných byl zredukován jejich počet z původních 16 na 10. Vyřazena byla vždy jedna proměnná ze dvojice, která průkazně silně korelovala ($r > 0,80$). Paralelní analýza (Dinno, 2009) doporučila zachování 3 komponent, které byly následně extrahovány prostřednictvím PCA, v balíčku psych (Revelle, 2024). K otestování adekvátnosti dat pro PCA byly použity 2 testy. Hodnota Kaiser Meier Olkin testu byla 0,44, což je hodnota nižší než ta obecně doporučována jako adekvátní (0,5- 0,6), ale Bartletův test sféricity byl signifikantní ($p < 0,001$), což podporuje faktoriabilitu dat.

Tři výsledné komponenty vysvětlily 62,7 % celkové variability (Tab. 9). První komponenta (PCA1) zahrnovala proměnné související s aktivitou, konkrétně tuto osu charakterizovala vysoká uběhnutá vzdálenost, čas strávený aktivně, vysoká frekvence vstupů do středové zóny a nízká latence prvního vstupu do středové zóny v OFT a krátký pobyt na osvětlené části v DLT. Tuto komponentu jsem tedy nazvala Aktivita. Zvířata mající vysoké skóre na této ose byla aktivnější. Pro druhou komponentu (PCA2) byl charakteristický dlouhý pobyt v nebezpečné středové zóně v OFT, dlouhá latence vstupu na osvětlenou část v DLT a dlouhá latence vstupu na nový povrch v NST. Tuto komponentu jsem nazvala Odvaha. Zvířata, která měla vysoké skóre na této ose, byla méně odvážná, avšak pro další analýzu byly hodnoty tohoto skóre vynásobeny -1. Třetí komponenta (PCA3) byla nazvána Explorace. Souvisela s projevy v HT, a to konkrétně s nízkou frekvencí prozkoumaných otvorů a vysokou latencí prozkoumání prvního otvoru. Jedinci s vysokým skóre na této ose byli méně explorativní, avšak pro další analýzu bylo i toto skóre (PCA3) vynásobeno -1. V obou případech byla data takto násobena za účelem snadnější interpretace vzájemných vztahů vzhledem k pojmenování komponent. Podrobně jsou jednotlivé komponenty a jejich souvislost s proměnnými zaznamenány v tabulce (Tab. 9). Souvislosti mezi proměnnými jsou navíc znázorněny i graficky, a to pro komponentu Aktivitu a Odvahy (Obr. 1) a Aktivitu a Explorace (Obr. 2)

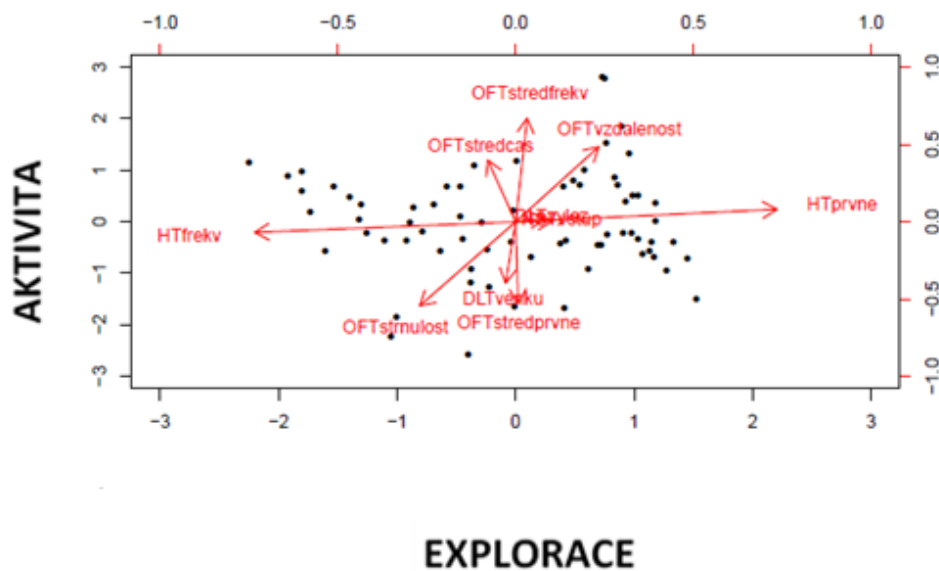
Tab. 9: Analýza hlavních komponent 10 prvků chování získaných na základě 4 testů.

test	proměnná	PC1	PC2	PC3
OFT	vzdálenost	0.606	-0.59	0.292
OFT	strnulost	-0.679	0.176	-0.337
OFT	středfrekv	0.836		
OFT	středčas	0.497	0.601	
OFT	středprvně	-0.661	-0.284	
HT	frekvence			-0.918
HT	prvně	0.101	0.103	0.919
DLT	vstup		0.706	-0.102
DLT	venku	-0.495		
NST	vstup		0.684	-0.129

variabilita		25,2 %	18,1 %	19,4 %
-------------	--	--------	--------	--------



Obr. 1: Grafické znázornění mezi jednotlivými proměnnými u PCA1 (Aktivita) a PCA2 (Odvaha).



Obr. 2: Grafické znázornění mezi jednotlivými proměnnými u PCA1 (Aktivita) a PCA3 (Explorace).

Vysvětlení zkratk testů a jednotlivých proměnných: OFT = Open field test: rychlost = průměrná rychlost běhu, vzdálenost = uběhnutá vzdálenost, strnulost = čas strávený strnulostí, nebezfrekv = frekvence vstupů do nebezpečné středové zóny, nebečas = čas strávený v nebezpečné středové zóně, nebezprvně = latence prvního návratu do nebezpečné zóny, HT = Hole test: frekvence = frekvence prozkoumání otvorů, prvně = latence prvního průzkumu otvoru, DLT = Dark light test: vstup = latence vstupu na osvětlenou část, venku = čas strávený na osvětlené části, NST = New surface test: vstup = latence vstupu na nový povrch.

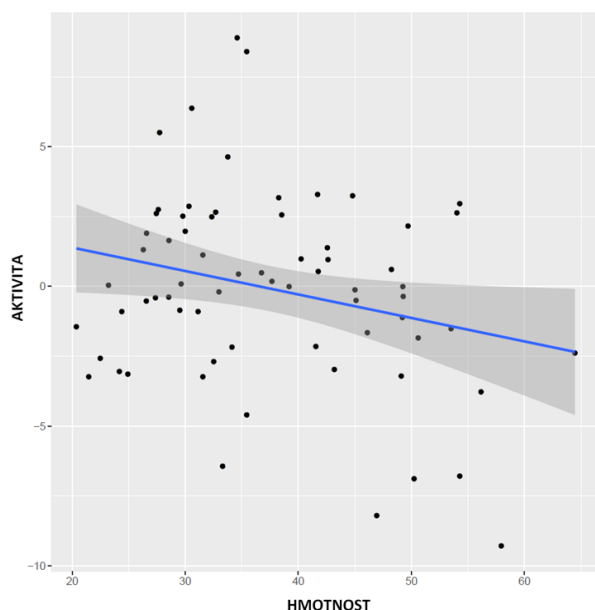
Vysvětlení podbarvení: Zelená pole znázorňují charakteristické proměnné pro danou komponentu.

4.3.1. Vliv charakteristik jedince na osobnostní skóre

Na skóre Aktivitu (PCA1) měla průkazný vliv váha ($Df = 1$, Sum of Sq = 46,175, $p = 0,038$), přičemž lehčí jedinci byli aktivnější, což je patrné také z grafu (Obr. 3). Naopak pohlaví ($Df = 1$, Sum of Sq = 1,231, $p = 0,731$) a příslušnost k rodině ($Df = 4$, Sum of Sq = 34,393, $p = 0,522$) neměly na skóre Aktivitu průkazný vliv. Výsledky LM jsou zaznamenány v tabulce (Tab. 10)

Tab. 10: Efekt pohlaví, příslušnosti k rodině a váhy na skóre Aktivitu (PCA1).

PCA1	estimate	st. error	t value	pr
intercept	1.464	2.06	0.711	0.48
pohlavíM	0.28	0.858	0.326	0.746
HG2	2.314	1.793	1.291	0.202
HG3	2.927	1.931	1.515	0.135
HG6	1.69	1.821	0.928	0.357
HG9	1.466	1.699	0.863	0.391
váha	-0.089	0.044	-1.996	0.05

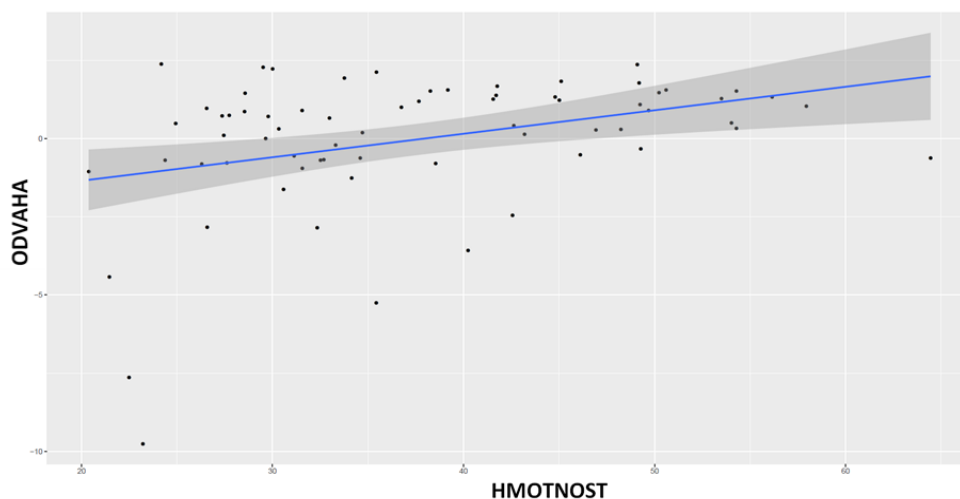


Obr. 3: Graf závislosti skóre Aktivity (PCA2) na hmotnosti jedince ($p = 0,05$).

Na skóre Odvahy (PCA2) měla taktěž signifikantní vliv váha ($Df = 1$, Sum of Sq = 61,989, $p < 0,001$), kdy těžší jedinci byli odvážnější, tato závislost je znázorněna v grafu (Obr. 4). Zde byl však nalezen také efekt rodiny ($Df = 4$, Sum of Sq = 41,503, $p = 0,027$), nicméně následný posthoc test ukázal jen trend rozdílu mezi rodinami HG9 a HG2, přičemž rodina HG9 byla méně odvážná oproti rodině HG2 ($p = 0,078$), (Tab. 12), tento trend je pro názornost také zanesen v grafu (Obr. 5). Vliv pohlaví neměl na hodnoty PCA2 průkazný vliv ($Df = 1$, Sum of Sq = 0,06, $p = 0,896$). Výsledky lineárního modelu (Tab. 11) a posthoc testu (Tab. 12) jsou zaznamenány v tabulkách.

Tab. 11: Efekt pohlaví, příslušnosti k rodině a váhy na skóre Odvahy (PCA2).

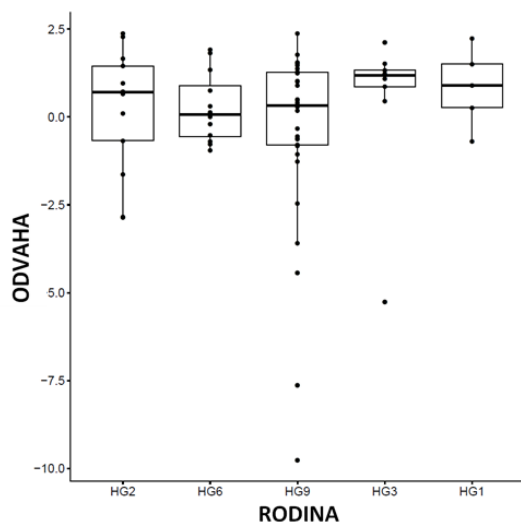
PCA2	estimate	st. error	t value	pr
intercept	-2.406	1.192	-2.017	0.048
pohlavíM	-0.062	0.497	-0.124	0.902
HG2	-0.443	1.039	-0.427	0.671
HG3	-1.115	1.118	-0.997	0.322
HG6	-0.961	1.054	-0.912	0.365
HG9	-2.31	0.984	-2.348	0.022
váha	0.103	0.026	3.993	< 0.001



Obr. 4: Znázornění závislosti skóre Odvahy na hmotnosti jedince ($p < 0,001$).

Tab. 12: Porovnání jednotlivých rodin z hlediska skóre Odvahy.

PCA2	estimate	st. error	t value	pr
HG2- HG1	-0.443	1.038	-0.427	0.993
HG3- HG1	-1.115	1.118	-0.997	0.851
HG6- HG1	-0.961	1.054	-0.912	0.888
HG9- HG1	-2.31	0.984	-2.348	0.139
HG3- HG2	-0.671	0.889	-0.756	0.94
HG6- HG2	-0.517	0.802	-0.646	0.966
HG9-HG2	-1.867	0.715	-2.609	0.078
HG6- HG3	0.154	0.881	0.175	1
HG9- HG3	-1.194	0.749	-1.596	0.496
HG9- HG6	-1.349	0.694	-1.943	0.298



Obr. 5: Znázornění trendu rozdílu mezi rodinami HG9 a HG2 ($p = 0,078$).

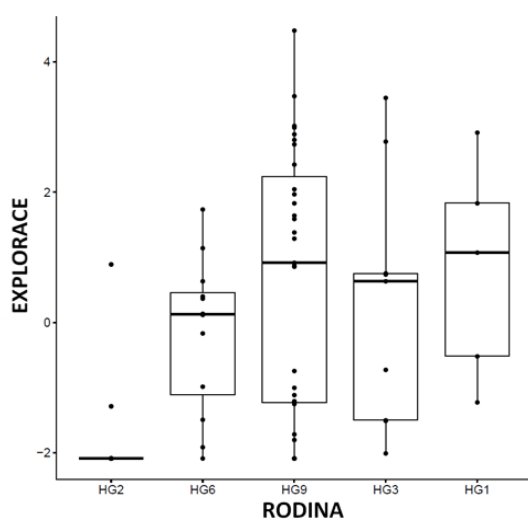
Na skóre Explorace (PCA3) nemělo signifikatní vliv pohlaví ($Df = 1$, Sum of Sq = 1,424, $p > 0,05$) ani váha ($Df = 1$, Sum of Sq = 0,001, $p > 0,05$). Byl však průkazný efekt příslušnosti k rodině ($Df = 4$, Sum of Sq = 49,86, $p = 0,003$), který je také znázorněn graficky (Obr. 6). Konkrétně se značně lišila rodina HG2, a to od rodiny HG1 ($p = 0,042$), HG3 ($p = 0,071$) a HG9 ($p = 0,003$) oproti kterým byli jedinci z HG2 méně explorativní. Konkrétní výsledky hodnotící efekt pohlaví, rodiny a váhy (Tab. 13) a porovnávající jednotlivé rodiny mezi sebou (Tab. 14) jsou uvedeny v tabulkách níže.

Tab. 13: Efekt pohlaví, příslušnosti k rodině a váhy na skóre Explorace (PC3).

PCA3	estimate	st. error	t value	pr
intercept	0.947	1.05	0.902	0.371
pohlavíM	-0.301	0.438	-0.687	0.494
HG2	-2.614	0.914	-2.858	0.006
HG3	-0.543	0.985	-0.551	0.583
HG6	-0.959	0.928	-1.033	0.306
HG9	-0.22	0.866	-0.254	0.801
váha	< -0,001	0.023	-0.017	0.987

Tab. 14: Porovnání jednotlivých rodin z hlediska skóre Explorace (PC3).

PCA3	estimate	st. error	t value	pr
HG2-HG1	-2.614	0.914	-2.858	0.042
HG3- HG1	-0.543	0.985	-0.551	0.981
HG6- HG1	-0.959	0.928	-1.033	0.834
HG9- HG1	-0.22	0.866	-0.254	0.999
HG3-HG2	2.071	0.782	2.646	0.071
HG6- HG2	1.655	0.706	2.344	0.14
HG9-HG2	2.394	0.63	3.801	0.003
HG6- HG3	-0.416	0.775	-0.537	0.982
HG9- HG3	0.323	0.659	0.49	0.987
HG9- HG6	0.739	0.611	1.21	0.739



Obr. 6: Znázornění rozdílů mezi rodinami vzhledem k Exploraci ($p = 0,006$).

5. Diskuze

V této práci jsem ověřila, že je 16 behaviorálních parametrů sledovaných ve 4 standardních testech u rypošů lysých průkazně opakovatelných, a to v poměrně dlouhém časovém intervalu. Analýza hlavních komponent zahrnovala 3 faktory, které vysvětlily 62,7 % variability. Komponenty byly pojmenovány jako Aktivita, Odvaha a Explorace. Právě tyto 3 osobnostní rysy bývají u hlodavců popisovány nejčastěji (např. Fanjul & Zenuto, 2020, Rohrer & Ferkin, 2020, Mazzamuto *et al.*, 2019, Rowell & Rymer, 2021, Morris & Palmer, 2023, Réale *et al.*, 2007). Hodnoty Aktivity souvisely negativně s hmotností jedince, těžší jedinci byli méně aktivní, naopak hodnoty Odvahy souvisely s hmotností pozitivně, kdy byli těžší jedinci odvážnější. Příslušnost k rodině měla vliv na hodnoty Odvahy a Explorace, efekt pohlaví nebyl prokázán ani u jedné z komponent.

5.1. Opakovatelnost a její hodnoty

Všechny sledované proměnné byly signifikantně opakovatelné, a tedy konzistentní v čase. Vzhledem k tomu, že právě konzistence individuálních projevů chování v čase anebo kontextu je základní definicí personality (Dall *et al.*, 2004), mohly být všechny hodnocené projevy chování použity k další analýze osobnosti. Opakovatelnost proměnných ovšem není samozřejmostí, například u tukotuka tatarského bylo v čase konzistentních jen 55 % sledovaných projevů (Fanjul & Zenuto, 2020), podobně například u krysy (*Melomys cervinipes*) nevykazovaly opakovatelnost proměnné hodnocené v OFT (Rowell & Rymer, 2023).

Průměrná opakovatelnost individuálních rozdílů v chování napříč provedenými testy a sériemi v mojí práci činila $r = 0,47$, což je mírně vyšší hodnota oproti často uváděnému a srovnávanému průměru $r = 0,37$ z metaanalýzy opakovatelnosti chování (Bell *et al.*, 2009). Je však nutné podotknout, že se tato analýza od Bell a kolektivu (2009) zabývala všemi živočišnými druhy od obratlovců až po hmyz. Navíc zahrnuje opakovatelnost velmi širokého spektra projevů chování včetně výběru partnera či výběru místa hnízdění. Většina publikovaných studií srovnává výsledky opakovatelnosti právě s touto publikovanou metaanalýzou. Pro svou práci jsem se nicméně rozhodla analyzovat opakovatelnost chování uváděnou jen ve studiích na hlodavcích a na menším spektru studovaného chování (Tab. 2). Z mé analýzy vyšla průměrná hodnota opakovatelnosti $r = 0,414$, průměrná hodnota opakovatelnosti rypošů lysých byla $r = 0,47$, což se tedy nijak nevymyká hodnotám dosaženým v dřívějších studiích na hlodavcích.

5.2. Opakovatelnost v jednotlivých testech

Z hlediska provedených testů u rypošů lysých se jako nejlépe opakovatelné jevíly proměnné získané v OFT, kde byla průměrná opakovatelnost odhadnuta na $r = 0,517$. V tomto testu byla hodnocena například uběhnutá vzdálenost, rychlost běhu, čas strávený strnulostí nebo frekvence vstupů do středové zóny. Většina těchto proměnných úzce souvisela s aktivitou zvířete. Ta byla v minulosti hodnocena jako jedno z nejméně opakovatelných projevů chování (Bell *et al.*, 2009), avšak podíváme-li se mezi hlodavčí studie, zjistíme, že projevy související s aktivitou bývají často spíše těmi nejlépe opakovatelnými. Průměrná rychlost běhu byla nejlépe opakovatelnou proměnnou u křečka dlouhoocasého, a to hned ve dvou studiích ($r = 0,424$ v Boone *et al.*, 2022, $r = 0,447$ v Brehm *et al.*, 2022) nebo také u norníka rudého $r = 0,60$ (Maiti *et al.*, 2019). Celková aktivita byla nejvíce konzistentní vlastností také u křečička džungarského (*Phodopus sungorus*), kde byly projevy chování hodnoceny pomocí OFT a tunelového bludiště. Vzhledem ke stabilitě proměnných souvisejících s aktivitou ji lze považovat za stabilní individuální rys hlodavců, který je možné použít jako jednu ze složek jejich personality (Kanda *et al.*, 2012). Příčiny rozdílných úrovní aktivity je potřeba dále zkoumat, jelikož mohou mít souvislost s dalšími osobnostními rysy, a potažmo mohou mít i ekologické a evoluční důsledky.

Naopak nejméně opakovatelné byly proměnné v DLT, kde byla průměrná opakovatelnost $r = 0,29$. Chování v DLT je nejčastěji dáváno do souvislosti s úzkostí, jelikož v testu je přidáno silné osvětlení coby stresor (Crawley & Goodwin, 1980). Úzkost byla pomocí DLT hodnocena také u krysy (*Melomys cervinipes*), kde byla opakovatelnost projevů chování velice podobná jako v mé práci, $r = 0,302$ (Rowell & Rymer, 2021). Kromě úzkosti je ještě možné interpretovat test jako měřítko odvahy. Vzhledem k tomu, že zvířata v mém testu začínala v tmavém boxu, dovolím si zde srovnání s testem vynoření (Emergence test), kde sice není přítomen další stresor, avšak i v něm mají zvířata možnost volby, zda startovací box opustí (Huhges, 1997). Odvaha byla pomocí testu vynoření hodnocena například u křečka dlouhoocasého, kde opakovatelnost projevů dosáhla hodnot nižších ($r = 0,25$), (Brehm & Mortelliti, 2022).

V mé práci se taktéž přikláním k hodnocení projevů chování v DLT jakožto měřítko odvahy, čili takového typu chování, který se uplatňuje v rizikové situaci (Yuen *et al.*, 2017). U hlodavců je znám přirozený odpor k jasně osvětlenému prostředí (Hascoë T *et al.*, 2001), DLT by tedy mohl být považován za dostatečně rizikovou situaci. Je třeba brát v potaz také

míru rizikové situace, pokud totiž zvíře vyhodnotí příliš vysoké riziko, osobnostní rysy mohou být upozaděny (Kowalski *et al.*, 2019). Z 84 testovaných rypošů se v každé sérii vynořilo 83 jedinců. Úspěšnost vynoření ze všech provedených testů tedy byla 97,6 %, což by mohlo svědčit buď o vyšší odvaze u rypošů lysých nebo naopak nedostatečné stresovosti podmínek. První vysvětlení by mohlo být podpořeno i předpokladem, že přítomnost predátora vede k nižší odvaze jedinců v populaci kořisti, jako tomu bylo například u lejsčíka dlouhonohého (*Petroica australis*), kde byla míra odvahy kořisti ovlivněna geografickým rozložením populace invazivního predátora, přičemž odvážnější jedinci žili v místě bez invazivních predátorů (White *et al.*, 2023). Za tohoto předpokladu by tedy v laboratoři měli být jedinci odvážnější oproti těm z volné přírody.

Nabízí se ale i druhé vysvětlení vysoké míry vynoření u laboratorně chovaných rypošů, a to nízká úroveň stresoru v testu. Oproti volné přírodě byli tito chováni v průhledných systémech, a byli tedy na denní bázi vystavováni mnohonásobně vyšší intenzitě osvětlení. Test pro ně nemusel obsahovat žádný negativní nebo potenciálně nebezpečný prvek, který by museli svou odvahou překonat. Toto vysvětlení by bylo možné ověřit porovnáním chování v DLT u jedinců, kteří jsou chováni za nižší intenzity osvětlení. Nicméně vysoké procento vynoření z tmavého boxu není výjimkou ani u divokých zvířat. Například čerstvě odchycení hraboši polní taktéž vykazovali vysoké procento vynoření (93 %) v DLT (Mazza *et al.*, 2020). Není tedy možné říci, zda vysoká míra vynoření z DLT byla důsledkem nízké stresovanosti či vysoké odvahy u laboratorně chovaných rypošů lysých. Na jedince v testu nejspíš působí směs podnětů a motivací, a zůstává otázkou, jak rychlost vynoření interpretovat.

5.3. Časové intervaly mezi testy

Rypoši lysí byli vystaveni 2 až 3 sériím testování. Opakovatelnost byla hodnocena v časovém intervalu 4, 8 a 12 měsíců. Klasicky se rozlišuje krátkodobá a dlouhodobá opakovatelnost. Za měření krátkodobé opakovatelnosti jsou považovány intervaly v rozmezí dnů až týdnů, u dlouhodobější opakovatelnosti pak může jít o intervaly v rámci měsíců až roků. Důležité je také vždy vztahovat interval mezi testy k očekávanému věku testovaného zvířete. Rypoši lysí jsou dlouhověká zvířata (Sherman & Jarvis, 2002), bylo tedy nutné i pro krátkodobou opakovatelnost zvolit delší časový interval.

Opakovatelnost s dlouhodobějšími intervaly je u hlodavců hodnocena minimálně, což je však dáno i průměrným věkem těchto zvířat. Pokud je hodnocena opakovatelnost po delší

dobu, jedná se obvykle spíše o více po sobě jdoucích měření, do kterých jsou navíc zapojena mláďata i dospělí jedinci. Typicky je pak dodržován kratší interval mezi měřeními u mláďat a delší u dospělých zvířat. Takto byly měřeny projevy chování v OFT, HT, DLT a bariérovém testu (Barrier-test) u hraboše polního. Konkrétně byl použit týdenní interval u mláďat a tříměsíční interval u dospělců, přičemž vyšší opakovatelnost byla patrná u kratší prodlevy (Herde & Eccard, 2013). V rámci 1 roku byla opakovatelnost projevů chování v NOT hodnocena u hraboše pensylvánského, opět však v rámci vícero po sobě jdoucích 60denních intervalů. Konzistence jednotlivých rysů osobnosti se zde lišila. Zatímco opakovatelnost explorační se s přibývajícím věkem zvyšovala, opakovatelnost odvážných tendencí se naopak snižovala. Každopádně byly všechny proměnné průkazné a konzistentní po celý sledovaný rok (Rohrer & Ferkin, 2020). Od 1 do 6 měsíců života, tedy před i po dospělosti, byla hodnocena opakovatelnost chování u myšky drobné (*Micromys minutus*). Mladé myšky byly testovány v rozmezí 1 týdne, kdežto dospělé pak s delší časovou prodlevou 3 měsíců. Odvaha byla více opakovatelná u mladých myšek oproti dospělým (mladá $r = 0,57$, dospělé $r = 0,20$). Oproti předchozí studii však byly mladší myšky opakovatelnější i v exploraci (mladá $r = 0,40$, a dospělé $r = 0,18$), naopak v aktivitě byly opakovatelnější dospělí jedinci ($r = 0,69$ a $r = 0,16$), (Schuster et al., 2017).

Obecně se předpokládají vyšší hodnoty opakovatelnosti s kratšími intervaly mezi testy (např. Rohrer & Ferkin, 2020). S prodlužujícími se intervaly se zvyšuje také věk zvířete, kterému navíc přibývají i zkušenosti, což může jeho osobnost ovlivnit. Snižující se konzistence projevů chování v čase proto bývá považována za normální jev (Bell et al., 2009). I přes tento poznatek nebyly v předloženém přehledu opakovatelnosti (Tab. 2) patrné markantní rozdíly mezi krátkodobou (do 15 dnů) a dlouhodobější (v rámci měsíců) opakovatelností. Ukázal se však nedostatek studií hodnotících opakovatelnost dlouhodobou. O dlouhodobé opakovatelnosti svědčí například čipmank východní, kde byla hodnocena explorace v OFT s časovým rozmezím 1 roku, s hodnotou $r = 0,41$ ($p < 0,001$), (Gharnit et al., 2020), což odpovídá i průměrné opakovatelnosti získané z předloženého přehledu studií u hlodavců ($r = 0,414$).

5.4. Vliv habituace

Efekt návyku, či habituace, se projevuje v případě opakované expozice testu či s prodlužujícím se časem v testu. Následkem jsou zpravidla slábnoucí reakce zvířete, které již nemá potřebu intenzivně zkoumat či již není vystaveno takovému stresu. (Leussis, & Bolivar, 2006). Efekt habituace, konkrétně klesající aktivita s prodlužujícím se pobytem

v experimentu (OFT), byl popsán například u různých kmenů myši domácích a čipmanků východních. U čipmanků byl navíc patrný i pokles aktivity mezi 1. a 2. testováním (Montiglio et al., 2010).

V mé práci se objevily vyšší hodnoty opakovatelnosti mezi 2. a 3. sérií oproti porovnání 1. a 2. série. Efekt habituace tak nelze zcela vyloučit. Dalo by se spekulovat, že při druhém absolvování testu si na něj zvířata již zvykla, test pro ně nebyl ničím novým, a proto při porovnání 2. a 3. série vyšla vyšší opakovatelnost, z důvodu ustálení chování v daném prostředí. K ověření tohoto vysvětlení bych nicméně potřebovala opakovat test ještě alespoň jednou, ideálně vícekrát, abych ověřila, zda nešlo o náhodu. Pokud by při několikadenním opakovaném vystavování docházelo ke zvyšování opakovatelnosti projevů, znamenalo by to, že si zvíře na test skutečně navyká (Rudeck *et al.*, 2020). V mé práci však byla zvířata vystavena testu maximálně 3krát a v rozmezí několika měsíců, tyto relativně dlouhé intervaly by tedy měly pravděpodobnost habituace snížit.

Potřeba je však zmínit i druhý jev habituace, tedy snižování explorativních tendencí či aktivity. Explorativní projevy v HT měly tendence v čase narůstat, například frekvence prozkoumaných otvorů vzrostla v průměru ze 4 na 8 ve 2. sérii a na 11 ve 3. sérii a latence průzkumů se ve všech sériích zkracovaly, což je v rozporu s předpokladem, že habituace snižuje exploraci jedince, jak tomu bylo například u čipmanka východního, kde se explorace a aktivita (pohyb, head-dipping) v HBT s opakovanými měřeními skutečně snižovaly. Kromě explorace a aktivity však autoři sledovali také úzkost či stres jedince (latence vstupu do HBT, míra močení a defekace), které měly taktéž tendenci v čase klesat vlivem návyku (Martin & Réale, 2008). V mé práci byly proměnné v HBT hodnoceny jen jako míra explorace, mohly však skrývat i další dimenze osobnosti. Zvyšující se explorace tedy mohla být způsobena i snižující se mírou stresu právě v důsledku habituace. Naproti tomu proměnné v OFT měly odlišný trend. Projevy chování, jako je rychlost běhu, uběhnutá vzdálenost či čas strávený strnulostí, taktéž narůstaly mezi 1. a 2. sérií, avšak všechny tyto proměnné klesly ve 3. sérii. Vzhledem k tomuto zjištění a faktu, že mezi 2. a 3. sérií byly hodnoty opakovatelnosti nejvyšší, je na místě o habituaci uvažovat, s nutností provedení dalšího měření pro ověření.

5.5. Osobnostní model

Osobnostní model vytvořen za pomoci PCA odhalil 3 osobnostní rysy, Aktivitu, Odvahu a Exploraci. U hlodavců, ale i jiných živočichů, je nejčastěji popisováno 5 hlavních

osobnostních rysů (Réale *et al.*, 2007), a to explorace, aktivita, odvaha, agrese a sociabilita. Nejčastěji jsou tyto rysy hodnoceny na základě sledovaných projevů chování. Někteří autoři analyzují vždy jen proměnné v rámci jednoho konkrétního testu, a až poté hledají souvislosti s dalšími projevy z jiných testů (např. Mazza *et al.*, 2019, Rowell & Rymer, 2021), jiní autoři se přiklánějí k PCA s využitím dat napříč všemi provedenými testy, čímž se získají informace o souvislostech mezi proměnnými a jednotlivými testy (Rohrer & Ferkin, 2020, Morris & Palmer, 2022, Fanjul & Zenuto, 2020).

Podobně jako v mé práci byl vytvořen osobnostní model například pro tukotuka tatarského, kde byly do PCA zahrnuty proměnné z 3 testů (OFT, OFT s pachem predátora, Test s jiným jedincem stejného druhu). Analýza poskytla celkem 4 dimenze osobnosti, které vysvětlily 89 % variability chování. Většina variability (63 %) byla popsána komponentou Aktivita, stejně jako v mé práci (Marková, 2024). Aktivita souvisela s proměnnými v OFT, a to například s uběhnutou vzdáleností nebo dobou pohybu. Další komponenty byly pojmenovány jako Socioaverze, Odvaha (čas ve středu OFT, čas v blízkosti pachu predátora) a Explorace (vstup do OFT, počet návštěv OFT), (Fanjul & Zenuto, 2020). Stejně osobnostní rysy jako v mé práci, tedy aktivita, explorace a odvaha, byly popsány u hraboše pensylvánského. Na základě NOT byl vytvořen osobnostní model, který vysvětlil 73 % variability. Největší podíl variability připadl na složku Explorace (29 %), která byla charakterizována zejména brzkým přiblížením k novému objektu (zde pro zvíře neznámá potrava) či časem zkoumání objektu. Aktivita byla definována dle vysoké frekvence přiblížení k objektu a dlouhou latencí k přiblížení k objektu, avšak tato interpretace proměnných nebývá častá, většina studií se přiklání spíše k rysu explorace (např. Krebs *et al.*, 2019, Rowell & Rymer, 2021). Poslední složku pak tvořila Odvaha, která byla vyhodnocena jako brzká latence zahájení pohybu (Rohrer & Ferkin, 2020).

Osobnostní rys explorace je u hlodavců vyhodnocen poměrně často, avšak základ tvoří různé proměnné. Zatímco v předchozím příkladu popsali Rohrer a Ferkin (2020) různé proměnné v NOT rovnou 3 komponentami, Rowell a Rymer (2021) si vystačili s rysem Explorace (70,5 % variability) pro celý NOT i OFT, konkrétně byla tato komponenta popsána časem v centru otevřené arény či interakcemi s novým objektem. Kromě tohoto modelu proběhla však ještě analýza druhá, a to pro DLT, který se stal měřítkem úzkosti (krátký čas na světle, nízká aktivita na světle, dlouhá latence vstupu na světlo). Až poté následovalo zhodnocení ovlivnění mezi komponentami, které nebylo prokázáno. Zvláště pro každý test byla analýza provedena také Mazzou a kolektivem (2019), kteří vystavili

norníky rudé OFT a NOT. Na základě OFT byla stanovena osa aktivity, osa odvahy náležela NOT, ani v tomto případě spolu osobnostní rysy nekorelovaly (Mazza et al., 2019).

5.5.1. Aktivita

Komponenta Aktivita byla charakterizována zejména proměnnými z OFT, a to například uběhnutou vzdáleností nebo časem, který zvíře trávilo aktivně. Jelikož jsou proměnné související s aktivitou popsány jako jedny z nejlépe opakovatelných u hlodavců (např. Boone *et al.*, 2022, Brehm *et al.*, 2022, Kanda *et al.*, 2012), není překvapivé, že je aktivita považována za stabilní osobnostní rys, který vystupuje v mnoha osobnostních studiích hlodavců.

Aktivita, jako jeden z osobnostních rysů, byla popsána například u hraboše pensylvánského (Rohrer & Ferkin, 2020), tukotuka talarského (Fanjul & Zenuto, 2020), veverky obecné a veverky popelavé (Mazzamuto *et al.*, 2019) nebo křečka křovinného (Malange *et al.*, 2016). Nejčastěji je hodnocena na základě proměnných z OFT, konkrétně například pomocí počtu překročených čtverců, času stráveného v OFT nebo času stráveného aktivně (Fanjul & Zenuto, 2020), průměrné rychlosti běhu, míry průzkumu (Brehm & Mortelliti, 2022) nebo latence vstupu do středu arény (Mazza *et al.*, 2018). Aktivita byla charakterizována také na základě testu s neznámým objektem (NOT), konkrétně dle latence přiblížení k objektu a frekvence přiblížení k objektu (Rohrer & Ferkin, 2020). Uběhnutou vzdálenost lze měřit i přímo v ubikaci, rychlost běhu zase na běhacím kole (Agnani & Careau, 2023).

Ovlivnění aktivity

V mé práci se rypoši nelišili ve své aktivitě vzhledem k pohlaví nebo příslušnosti k rodině. Efekt rodiny jsem nepředpokládala u žádné komponenty, jelikož jednotlivé rodiny jsou mezi sebou příbuzné, a i podmínky chovu jsou podobné. Ani rozdíly mezi pohlavími nebyly očekávány, jelikož do experimentů byli zařazeni pouze nerozmnožující se členové rodin, jejichž role v rodině nejsou určeny pohlavím (Siegmann *et al.*, 2021). Rozdíly v aktivitě mezi pohlavími nebyly patrné ani u hraboše pensylvánského (Rohrer & Ferkin, 2020), u hlodavců jsou však celkově popisovány jako aktivnější samice (shrnuto v Lightfoot 2008).

Naproti tomu měla na skóre Aktivity vliv tělesná hmotnost jedince, kdy byli aktivnější lehčí jedinci. Tuto závislost je možné vztáhnout i na život rypošů lysých v systému, kde jsou lehčí zvířata popisována jako ta aktivnější, a naopak těžší a starší jedinci

bývají méně aktivní a tráví více času odpočinkem. Aktivnější zvířata se také více podílejí na úkolech v systému, což bylo popsáno jako tzv. pomáhající syndrom (Helping syndrome), (Yamakawa *et al.*, 2024). Zde by se tedy nabízelo přidat další experiment, který by tento jev otestoval, jelikož rozdělování úkolů mezi členy systému je zatím věcí ne zcela objasněnou, která by jistě uvítala jakékoli nové poznatky (Kutsukake *et al.*, 2019, Siegmann *et al.*, 2021), a to i ze strany individuálních rozdílů v chování.

Hmotnost naopak neměla vliv na skóre Aktivity a Explorace v OFT a NOT u norníků rudých (Perez, 2022) nebo na aktivitu u křečka bělonohého, kde byla aktivita měřena v různých testech (běh na kole, OFT, domovská ubikace), (Agnani & Careau, 2023) či na skóre Aktivity u veverek obecných a popelavých měřených v OFT (Mazzamuto *et al.*, 2019).

5.5.2. Odvaha

Druhá komponenta Odvaha byla charakterizována latencí vstupu na osvětlenou část DLT, latencí vstupu na nový povrch a časem stráveným v nebezpečné zóně OFT. Souhrnně se jedná o proměnné, které měří ochotu zapojení se do rizikové situace (Yuen *et al.*, 2017).

Odvaha bývá stejně jako aktivita často hodnocena na základě OFT, a to zejména v souvislosti se vstupem a pobytem ve středové zóně, která je u zvířat obvykle považována za zdroj rizika (Archer, 1973). Pomocí těchto proměnných byla odvaha hodnocena například u křečka dlouhoocasého (Boone *et al.*, 2022) nebo myši čtyřpruhé (Jäger *et al.*, 2017). Odvaha byla měřena také pomocí testu vynoření (Emergence test), kde je měřena především latence vynoření. Takový test byl k měření odvahy využit například u křečka dlouhoocasého (Boone *et al.*, 2022, Brehm & Mortelliti, 2022). Jako odvaha bylo vyhodnoceno i chování v testu s novým objektem, konkrétně byla u makiho trpasličího (*Microcebus murinus*) hodnocena latence přiblížení k objektu a doba trvání kontaktu s objektem (Dammhahn, 2012).

Ovlivnění odvahy

Stejně jako u Aktivity ani u Odvahy nebyly u rypošů lysých předpokládány rozdíly mezi pohlavími a rodinami. Rozdíly mezi pohlavími v odvaze nebyly zjištěny u hraboše pensylvánského (Rohrer & Ferkin, 2020) nebo tarbíkomyši Merriamovy (Dochtermann, 2012). Obecně jsou ale rozdílné odvážné tendence mezi pohlavími předpokládány, a to zejména z důvodů rozdílných selekčních tlaků (Schuett *et al.*, 2010). Rozdíly se však často liší vzhledem k sledovanému druhu zvířete a znaku chování (Schuster *et al.*, 2017).

Odlišnosti mezi pohlavími byly pozorovány například u makiho trpasličího, kde byly zejména starší samci výrazně odvážnější než samice (Dammhahn, 2012). Také u křečička džungarského vykazovali vyšší míru odvahy samci (Kanda *et al.*, 2017). Naopak ale u myšky drobné byly odvážnější samice (Schuster *et al.*, 2017).

U rypošů lysých byl prokázán vliv váhy na skóre Odvahy, kdy se jako odvážnější jeví těžší jedinci. Tento jev je možné opět vysvětlit způsobem života rypoše v rodinném systému. Těžší jedinci, a tedy ti větší a starší, mají za úkol celý systém bránit, podílejí se také například na vyhrabávání substrátu na povrch, přičemž je potřeba pohybovat se u otevřeného systému, kde je jistě odvaha také potřeba (Jarvis & Sale, 1971, Jarvis & Sherman, 2002). U některých testovaných rypošů nebyl známý přesný věk, a proto byla použita hmotnost jako přibližné, ač nepřesné měřítko věku. Do experimentů však byla zařazena pouze zvířata starší 1 roku, proto nelze předložit klasické srovnání mláďat a dospělců. Jedna z hypotéz předpokládá, že opatrnější, a tedy méně odvážní jedinci, mají vyšší šance na přežití. Zejména pro mladé jedince by tedy měla být vyšší opatrnost výhodou. Nižší odvaha u mláďat oproti dospělým jedincům byla pozorována například u myšky drobné, (Schuster *et al.*, 2017). Avšak naopak u křečička džungarského byli odvážnější starší dospělí jedinci oproti mláďatům. A do třetice u tarbíkomyši Meriamovy, (Dochtermann *et al.*, 2012) či hraboše pensylvánského (Rohrer & Ferkin, 2020) nebyl prokázán efekt hmotnosti, respektive věku.

Průkazný byl ještě efekt rodiny, lišila se rodina HG9 a HG2, přičemž rodina HG9 byla méně odvážná. Celá rodina HG9 byla převezena ze ZOO Plzeň, a byla tedy méně příbuzná ostatním rodinám. U této rodiny není znám hlavní pár, jelikož se rodina nerozmnožuje. Pokud se v rodině objeví březí samice, jsou mláďata nebo i samice zabity. Na druhou stranu je však tato rodina také oproti HG2 větší. Vzhledem k četným rozdílům mezi uvedenými rodinami proto nelze spolehlivě určit, co za rozdílem stojí.

5.5.3. Explorace

Pro poslední komponentu Explorace byly charakteristické proměnné z HT, konkrétně frekvence prozkoumaných otvorů a latence k prozkoumání prvního otvoru. Hole test, který vychází z klasického Hole board testu, slouží především k měření exploračních tendencí (Boisser & Saimon, 1962). Nicméně ani v tomto testu nelze zcela vyloučit i rozdílné příčiny těchto projevů chování, a to především strach z nového prostředí a s ním spojenou snahu o únik (File & Wardill, 1975).

Explorace je nejčastěji hodnoceným rysem osobnosti u hlodavců. Také pro hodnocení tohoto osobnostního rysu se velice často využívá OFT. Explorační tendence byly pomocí tohoto testu hodnoceny například u křečka dlouhoocasého, norníka rudého (Brehm & Mortelliti, 2022), pišťuchy černolícího (*Ochotona curzoniae*), (Qu *et al.*, 2022), čipmanka východního (Gharnit *et al.*, 2020) nebo tukotuka talarského (Fanjul & Zenuto, 2020). Pozměněný OFT, do kterého byl přidán i úkryt a neznámý objekt byl použit u norníka rudohřbetého, křečka dlouhoocasého či myšivky labradorské, konkrétní sledované proměnné byly frekvence skoků či počet přejitých čtverců (Morris & Palmer, 2023). K hodnocení explorace byl použit také HBT, a to například u krysy mnohobradavkové (Vanden Broecke *et al.*, 2019) nebo křečka křovinného (Malange *et al.*, 2016). Explorace je měřena také pomocí NOT, kde je sledována latence přiblížení se k objektu, jak tomu bylo například u hraboše pensylvánského (Rohrer & Ferkin, 2020).

Ovlivnění explorace

Na skóre explorace neměly u rypošů průkazný vliv pohlaví ani hmotnost. Rozdíly v exploraci vzhledem k pohlaví či věku nebyly prokázány ani u myšky drobné (Schuster *et al.*, 2017) či krysy (*Melomys cervinipes*), (Rowell & Rymer, 2021).

Ovlivnění explorace vzhledem k váze jedince, respektive věku, by se dalo očekávat, avšak zde nebyla srovnávána mláďata a dospělci, kde by byl rozdíl pravděpodobnější. Vyšší explorativní tendence se mnohdy předpokládají u mláďat, u kterých je potřeba nabírat zkušenosti nebo dispergovat do okolí. Každopádně jsou vzhledem k vývinu jedince v čase individuální rozdíly v chování předpokládány, a to nejen kvůli získávání zkušeností, ale i rozdílným selekčním tlakům (Rödel *et al.*, 2015). Dospíváním a stárnutím by se mělo chování měnit, upřednostňována by měla být spíše averze k novosti, jak ukazuje například studie u myši panonské, kde byla mláďata skutečně průzkumnější než dospělci, avšak s přibývajícím věkem zvířat se průzkum opět navyšoval (Lafaille & Féron, 2014). Naopak při srovnání jedinců hraboše pensylvánského před a po dopívání se jako průzkumnější jevíli dospělí jedinci. Autoři navíc uvádějí vzhledem k exploraci hypotézu maximalizované fitness (dle Réale, 2007), která uvažuje o souvislostech mezi temperamentními rysy a fitness. Osobnost by se měla vyvíjet společně s chováním tak, aby splňovala potřeby jedince, a tím maximalizovala fitness (Rohrer & Ferkin, 2020). V případě rypošů by tak bylo zajímavé srovnat explorativní tendence laboratorních zvířat a těch z volné přírody, jelikož u jedinců ve volné přírodě, by se dala předpokládat vyšší míra explorace vzhledem k limitovaným zdrojům.

Výrazně odlišná byla v tomto testu rodina HG2. Nízké skóre jedinců z této rodiny bylo patrné již z hrubých dat. Explorace byla charakterizována na základě HT, konkrétně dle frekvence prozkoumaných děr a latence prvního zkoumání. Většina jedinců z této rodiny měla nulové frekvence, otvory tedy vůbec nezkoumala, a byla jim proto přidělena i maximální latence prvního prozkoumání. Rodina HG2 je odlišná zejména hlavním samcem, který je na první pohled rozeznatelný od ostatních členů rodiny. Zvíře je velice vyhublé, v takovém stavu však bylo již při příchodu do chovu v roce 2010, přičemž je otázkou, zda má tento fyzický stav zvířete reálné dopady na život celé skupiny, přinejmenším se v době testování rodina aktivně nerozmnožovala, avšak jiné markantní rozdíly, které by mohly nízké skóre Explorace vysvětlit, pozorovány nebyly. U sociálně žijících druhů je uvažována tzv. skupinová osobnost (z angl. Group personality), která byla popsána například u kosmanů bělovousých (*Callithrix jacchus*). Při skupinové osobnosti jsou v rámci skupiny pozorovány podobné úrovně individuálních rozdílů v chování, které nejsou závislé na příbuznosti (Koski & Burkart, 2015). U rypošů sice nebyly nalezeny významné rozdíly mezi ostatními rodinami, avšak vzhledem ke způsobu života rypoše by bylo zajímavé tento fenomén více zkoumat.

5.6. Problémy s interpretací

Z výše uvedeného výčtu behaviorálních testů, které jsou charakteristické pro daný osobnostní rys, vyplývá značná rozporuplnost. OFT se ukazuje jako univerzální test, který je používán pro hodnocení aktivity (Fanjul & Zenuto, 2020, Brehm & Mortelliti, 2022), odvahy (Boone *et al.*, 2022, Jäger *et al.*, 2017), explorace (Qu *et al.*, 2022, Gharnit *et al.*, 2020) i úzkosti (Brehm & Mortelliti, 2022, Boone *et al.*, 2022). A tak ačkoli jsou proměnné zpravidla dané, u prázdné arény ani nelze vymýšlet nekonečně mnoho možných projevů chování, průměrná rychlost, uběhnutá vzdálenost či frekvence vstupů do středové zóny mohou být u křečka dlouhoocasého interpretovány jako aktivita a úzkost (Brehm & Mortelliti, 2022) a stejně tak u myši čtyřpruhé jako odvaha (Jäger *et al.*, 2017).

OFT byl pro nejednoznačnost interpretace sledovaných proměnných kritizován (Walsh & Cummins, 1976, Archer, 1973, Frynta *et al.*, 2018). U testovaného jedince je vždy neznámá míra úzkosti a stresu, kterou dané zvíře během pobytu v aréně prožívá. Experimentátor tak není schopen odhalit, zda jsou vysoké míry pohybu či naopak strnulosti v aréně způsobeny touhou prozkoumat neznámé prostředí, či spíše úzkostí a s ní spojenou snahou o únik (Archer, 1973, Frynta *et al.*, 2018). Celkově lze pro jednoznačnější

interpretaci doporučit specifickěji zaměřené testy jako například Test vymoření, DLT či pouhé měření aktivity při běhu na kole.

Jak je patrné, po sjednocení nevolá pouze terminologie osobnosti (např. Réale *et al.*, 2007), ale i užívání jednotlivých testů. V současné době je těžké srovnávat jednotlivé práce, pokud jsou stejné testy rozdílně interpretovány. Nejproblematictější se z tohoto hlediska jeví právě OFT. Podobný problém vystává i s analýzou jednotlivých osobnostních rysů, ke které autoři přistupují taktéž rozdílně.

6. Závěr

Tato práce poskytuje důkazy o opakovatelnosti projevů chování rypoše lysého (*Heterocephalus glaber*) na základě 4 laboratorních testů. Pomocí analýzy hlavních komponent byl vytvořen osobnostní model, který vysvětlil 62,7 % celkové variability. Analýza odhalila 3 osobnostní rysy, a to aktivitu, odvahu a exploraci, přičemž u aktivity a odvahy byl pozorován průkazný vliv hmotnosti na osobnostní skóre jedince. Jak ale vyplývá z výsledků předchozích studií, jednotlivé druhy hlodavců jsou v efektech tělesné hmotnosti, věku, pohlaví či příslušnosti k rodině na osobnostní rysy specifické, a nelze tak vyvodit jednotný závěr. Kromě zhodnocení projevů chování u rypoše lysého byl předložen přehled 44 studií, který se zabýval opakovatelností chování v čase u hlodavců. Na základě tohoto přehledu byla vypočtena průměrná opakovatelnost ($r = 0,414$), které je napříč studiemi u hlodavců dosahováno. Práce poukazuje na ohromnou variabilitu a nejednotnost interpretací jednotlivých testů, které značně ztěžují srovnávání mezi jednotlivými pracemi. Do budoucna je tedy na místě dále usilovat o sjednocení interpretace projevů chování v behaviorálních testech.

7. Zdroje

- Agnani, P., & Careau, V.** (2023). The fast and the curious III: speed, endurance, activity, and exploration in mice. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, *77*(2), 26.
- Agnani, P., Thomson, J., Schradin, C., & Careau, V.** (2020). The fast and the curious II: performance, personality, and metabolism in Karoo bush rats. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, *74*, 1-14.
- Archer, J.** (1973). Tests for emotionality in rats and mice: a review. *Animal behaviour*, *21*(2), 205-235.
- Beckmann, C., & Biro, P. A.** (2013). On the validity of a single (boldness) assay in personality research. *Ethology*, *119*(11), 937-947
- Bednarz, P. A., & Zwolak, R.** (2022). Body mass and sex, but not breeding condition and season, influence open-field exploration in the yellow-necked mouse. *Ecology and Evolution*, *12*(3), e8771.
- Begall, S., Bottermann, L., & Caspar, K. R.** (2022). Self-domestication underground? Testing for social and morphological correlates of animal personality in cooperatively-breeding Ansell's mole-rats (*Fukomys anelli*). *Frontiers in Ecology and Evolution*, *10*, 862082.
- Braude, S.** (2000). Dispersal and new colony formation in wild naked mole-rats: evidence against inbreeding as the system of mating. *Behavioral Ecology*, *11*(1), 7-12.
- Bell, A. M., Hankison, S. J., & Laskowski, K. L.** (2009). The repeatability of behaviour: a meta-analysis. *Animal behaviour*, *77*(4), 771-783.
- Best, I. N., Shaner, P. J. L., Lo, H. Y., Pei, K. J. C., & Kuo, C. C.** (2020). Bigger doesn't mean bolder: behavioral variation of four wild rodent species to novelty and predation risk following a fast-slow continuum. *Frontiers in Zoology*, *17*, 1-15.
- de Boer, S. F., van der Vegt, B. J., & Koolhaas, J. M.** (2003). Individual variation in aggression of feral rodent strains: a standard for the genetics of aggression and violence?. *Behavior genetics*, *33*, 485-501.
- Boissier, J. R., Simon, P.** (1962). La reaction d'exploration chez la souris. *Therapie*, *17*, 1225-1232.

- Boivin, X., Le Neindre, P., Chupin, J. M., Garel, J. P., & Trillat, G.** (1992). Influence of breed and early management on ease of handling and open-field behaviour of cattle. *Applied Animal Behaviour Science*, 32(4), 313-323.
- Boone, S. R., Brehm, A. M., & Mortelliti, A.** (2022). Seed predation and dispersal by small mammals in a landscape of fear: effects of personality, predation risk and land-use change. *Oikos*, 2022(2).
- Boyer, N., Réale, D., Marmet, J., Pisanu, B., & Chapuis, J. L.** (2010). Personality, space use and tick load in an introduced population of Siberian chipmunks *Tamias sibiricus*. *Journal of Animal Ecology*, 79(3), 538-547.
- Braude, S., Holtze, S., Begall, S., Brenmoehl, J., Burda, H., Dammann, P., ... & Hildebrandt, T. B.** (2021). Surprisingly long survival of premature conclusions about naked mole-rat biology. *Biological Reviews*, 96(2), 376-393.
- Brehm, A. M., & Mortelliti, A.** (2022). Small mammal personalities generate context dependence in the seed dispersal mutualism. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 119(15), e2113870119.
- Brehm, A. M., Tironi, S., & Mortelliti, A.** (2020). Effects of trap confinement on personality measurements in two terrestrial rodents. *PLoS One*, 15(1), e0221136.
- Brown, G. R., & Nemes, C.** (2008). The exploratory behaviour of rats in the hole-board apparatus: is head-dipping a valid measure of neophilia?. *Behavioural processes*, 78(3), 442-448.
- Buffenstein, R., Park, T., Hanes, M., & Artwohl, J. E.** (2012). Naked mole rat. In *The laboratory rabbit, guinea pig, hamster, and other rodents* (pp. 1055-1074). Academic Press.
- Buirski, P., Kellerman, H., Plutchik, R., Weininger, R., & Buirski, N.** (1973). A field study of emotions, dominance, and social behavior in a group of baboons (*Papio anubis*). *Primates*, 14, 67-78.
- Buirski, P., Plutchik, R., & Kellerman, H.** (1978). Sex differences, dominance, and personality in the chimpanzee. *Animal Behaviour*, 26, 123-129.
- Burda, H., Honeycutt, R. L., Begall, S., Locker-Grütjen, O., & Scharff, A.** (2000). Are naked and common mole-rats eusocial and if so, why?. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 47(5), 293-303

- Careau, V., Montiglio, P. O., Garant, D., Pelletier, F., Speakman, J. R., Humphries, M. M., & Réale, D.** (2015). Energy expenditure and personality in wild chipmunks. *Behavioral ecology and sociobiology*, 69, 653-661.
- Carere, C., & Eens, M.** (2005). Unravelling animal personalities: how and why individuals consistently differ. *Behaviour*, 1149-1157.
- Carere, C., Caramaschi, D., & Fawcett, T. W.** (2010). Covariation between personalities and individual differences in coping with stress: converging evidence and hypotheses. *Current Zoology*, 56(6), 728-740.
- Carter, A. J., Marshall, H. H., Heinsohn, R., & Cowlshaw, G.** (2012). How not to measure boldness: novel object and antipredator responses are not the same in wild baboons. *Animal Behaviour*, 84(3), 603-609.
- Caruso, M. J., McClintock, M. K., & Cavigelli, S. A.** (2014). Temperament moderates the influence of periadolescent social experience on behavior and adrenocortical activity in adult male rats. *Hormones and behavior*, 66(3), 517-524.
- Chapman, B. B., Hulthén, K., Blomqvist, D. R., Hansson, L. A., Nilsson, J. Å., Brodersen, J., ... & Brönmark, C.** (2011). To boldly go: individual differences in boldness influence migratory tendency. *Ecology letters*, 14(9), 871-876.
- Chaouloff, F., Durand, M., & Mormède, P.** (1997). Anxiety-and activity-related effects of diazepam and chlordiazepoxide in the rat light/dark and dark/light tests. *Behavioural brain research*, 85(1), 27-35.
- Chock, R. Y., Wey, T. W., Ebensperger, L. A., & Hayes, L. D.** (2017). Evidence for a behavioural syndrome and negative social assortment by exploratory personality in the communally nesting rodent, *Octodon degus*. *Behaviour*, 154(5), 541-562
- Clarke, F. M., & Faulkes, C. G.** (1997). Dominance and queen succession in captive colonies of the eusocial naked mole-rat, *Heterocephalus glaber*. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: biological sciences*, 264(1384), 993-1000.
- Cox, P. G., & Faulkes, C. G.** (2014). Digital dissection of the masticatory muscles of the naked mole-rat, *Heterocephalus glaber* (Mammalia, Rodentia). *PeerJ*, 2, e448.
- Crawley, J., & Goodwin, F. K.** (1980). Preliminary report of a simple animal behavior model for the anxiolytic effects of benzodiazepines. *Pharmacology Biochemistry and Behavior*, 13(2), 167-170.

- Dall, S. R., Houston, A. I., & McNamara, J. M.** (2004). The behavioural ecology of personality: consistent individual differences from an adaptive perspective. *Ecology letters*, 7(8), 734-739.
- Dammhahn, M.** (2012). Are personality differences in a small iteroparous mammal maintained by a life-history trade-off?. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 279(1738), 2645-2651.
- Dammhahn, M., Lange, P., & Eccard, J. A.** (2022). The landscape of fear has individual layers: an experimental test of among-individual differences in perceived predation risk during foraging. *Oikos*, 2022(6), e09124.
- Dinno, A.** (2009). Implementing Horn's parallel analysis for principal component analysis and factor analysis. *The Stata Journal*, 9(2), 291-298.
- Dochtermann, N. A., Jenkins, S. H., Swartz, M. J., & Hargett, A. C.** (2012). The roles of competition and environmental heterogeneity in the maintenance of behavioral variation and covariation. *Ecology*, 93(6), 1330-1339.
- Dosmann, A., & Mateo, J. M.** (2014). Food, sex and predators: animal personality persists with multidimensional plasticity across complex environments. *Animal behaviour*, 90, 109-116
- Fanjul, M. S., & Zenuto, R. R.** (2020). Personality underground: evidence of behavioral types in the solitary subterranean rodent *Ctenomys talarum*. *PeerJ*, 8, e8490.
- Feaver, J., Mendl, M., & Bateson, P.** (1986). A method for rating the individual distinctiveness of domestic cats. *Animal Behaviour*, 34(4), 1016-1025.
- File, S. E., & Wardill, A. G.** (1975). Validity of head-dipping as a measure of exploration in a modified hole-board. *Psychopharmacologia*, 44, 53-59.
- File, S. E.** (2001). Factors controlling measures of anxiety and responses to novelty in the mouse. *Behavioural brain research*, 125(1-2), 151-157.
- Fortunato, J. A., & Earley, R. L.** (2023). Age-dependent genetic variation in aggression. *Biology letters*, 19(1), 20220456.
- Foster, S. A.** (1999). The geography of behaviour: an evolutionary perspective. *Trends in Ecology & Evolution*, 14(5), 190-195.

- Frynta, D., Kaftanová-Eliášová, B., Žampachová, B., Voráčková, P., Sádlová, J., & Landová, E.** (2018). Behavioural strategies of three wild-derived populations of the house mouse (*Mus m. musculus* and *M. m. domesticus*) in five standard tests of exploration and boldness: Searching for differences attributable to subspecies and commensalism. *Behavioural Processes*, *157*, 133–141. doi:10.1016/j.beproc.2018.09.
- Gan, L., Tian, S., Wang, D., & Liu, W.** (2023). Boldness suppresses foraging behavior in food hoarding season and reduces over-wintering survival in a social rodent.
- Gartland, L. A., Firth, J. A., Laskowski, K. L., Jeanson, R., & Ioannou, C. C.** (2022). Sociability as a personality trait in animals: methods, causes and consequences. *Biological Reviews*, *97*(2), 802-816.
- Gervasi, V., Brunberg, S., & Swenson, J. E.** (2006). An individual-based method to measure animal activity levels: A test on brown bears. *Wildlife Society Bulletin*, *34*(5), 1314-1319.
- Gharnit, E., Bergeron, P., Garant, D., & Réale, D.** (2020). Exploration profiles drive activity patterns and temporal niche specialization in a wild rodent. *Behavioral Ecology*, *31*(3), 772-783
- Gould, T. D., Dao, D. T., & Kovacsics, C. E.** (2009). The open field test. Mood and anxiety related phenotypes in mice: Characterization using behavioral tests, 1-20.
- Gibbons, J. M., Lawrence, A. B., & Haskell, M. J.** (2010). Measuring sociability in dairy cows. *Applied Animal Behaviour Science*, *122*(2-4), 84-91
- Goldberg, L. R.** (1992). The development of markers for the Big-Five factor structure. *Psychological assessment*, *4*(1), 26.
- Goldman, B. D., Goldman, S. L., Lanz, T., Magaurin, A., & Maurice, A.** (1999). Factors influencing metabolic rate in naked mole-rats (*Heterocephalus glaber*). *Physiology & behavior*, *66*(3), 447-459
- Gorsuch, R. L.** (2014). *Factor analysis: Classic edition*. Routledge.
- Gosling, S. D.** (2001). From mice to men: what can we learn about personality from animal research?. *Psychological bulletin*, *127*(1), 45.
- Gould, T. D., Dao, D. T., & Kovacsics, C. E.** (2009). The open field test. *Mood and anxiety related phenotypes in mice: Characterization using behavioral tests*, 1-20.

- Gouveia, K., & Hurst, J. L.** (2017). Optimising reliability of mouse performance in behavioural testing: the major role of non-aversive handling. *Scientific reports*, 7(1), 44999.
- Haigh, A., O’Riordan, R., & Butler, F.** (2017). Variations in aggression and activity levels amongst squirrels inhabiting low and high density areas. *Ecological research*, 32(6), 931-941.
- Hall, C. S.** (1934). Emotional behavior in the rat. I. Defecation and urination as measures of individual differences in emotionality. *Journal of Comparative Psychology*, 18(3), 385–403. doi:10.1037/h0071444
- Hansson, C., Shirazi, R. H., Näslund, J., Vogel, H., Neuber, C., Holm, G., ... & Skibicka, K. P.** (2012). Ghrelin influences novelty seeking behavior in rodents and men. *PloS one*, 7(12), e50409.
- Hart, B. L., & Miller, M. F.** (1985). Behavioral profiles of dog breeds. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 186(11), 1175-1180.
- Hascoë T, M., & Bourin, M.** (1998). A new approach to the light/dark test procedure in mice. *Pharmacology Biochemistry and Behavior*, 60(3), 645-653.
- Hascoë T, M., Colombel, M. C., & Bourin, M.** (1999). Influence of age on behavioural response in the light/dark paradigm. *Physiology & behavior*, 66(4), 567-570.
- Hascoë T, M., Bourin, M., & Dhonnchadha, B. Á. N.** (2001). The mouse light-dark paradigm: a review. *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry*, 25(1), 141-166.
- Herde, A., Eccard, J. A.** (2013). Consistency in boldness, activity and exploration at different stages of life. *BMC Ecol* 13(49), doi.org/10.1186/1472-6785-13-49
- Hertel, A. G., Leclerc, M., Warren, D., Pelletier, F., Zedrosser, A., & Mueller, T.** (2019). Don't poke the bear: using tracking data to quantify behavioural syndromes in elusive wildlife. *Animal Behaviour*, 147, 91-104.
- Herzog Jr, H. A., & Burghardt, G. M.** (1988). Development of antipredator responses in snakes: III: Stability of individual and litter differences over the first year of life. *Ethology*, 77(3), 250-25

- Hetling, J. R., Baig-Silva, M. S., Comer, C. M., Pardue, M. T., Samaan, D. Y., Qtaishat, N. M., ... & Park, T. J.** (2005). Features of visual function in the naked mole-rat *Heterocephalus glaber*. *Journal of Comparative Physiology A*, *191*, 317-330.
- Hughes, R. N.** (1997). *Intrinsic exploration in animals: motives and measurement*. *Behavioural Processes*, *41*(3), 213–226. doi:10.1016/s0376-6357(97)00055
- Hughes, R. N.** (2007). Neotic preferences in laboratory rodents: issues, assessment and substrates. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *31*(3), 441-464.
- Ioannou, C. C., Payne, M., & Krause, J.** (2008). Ecological consequences of the bold–shy continuum: the effect of predator boldness on prey risk. *Oecologia*, *157*, 177-182.
- Jäger, J., Schradin, C., Pillay, N., & Rimbach, R.** (2017). Active and explorative individuals are often restless and excluded from studies measuring resting metabolic rate: Do alternative metabolic rate measures offer a solution?. *Physiology & behavior*, *174*, 57-66.
- Jarvis, J. U. M.** (1981). Eusociality in a Mammal: Cooperative Breeding in Naked Mole-Rat Colonies. *Science*, *212*(4494), 571–573. doi:sci-hub.se/10.2307/1686202
- Jarvis, J. U., & Sale, J. B.** (1971). Burrowing and burrow patterns of East African mole-rats *Tachyoryctes*, *Heliophobius* and *Heterocephalus*. *Journal of Zoology*, *163*(4), 451-479.
- Jarvis, J. U. M., & Sherman, P. W.** (2002). *Heterocephalus glaber*. *Mammalian species*, *2002*(706), 1-9. doi.org/10.1644/1545-1410(2002)706
- Jarvis, J. U., O'Riain, M. J., Bennett, N. C., & Sherman, P. W.** (1994). Mammalian eusociality: a family affair. *Trends in Ecology & Evolution*, *9*(2), 47-51.
- Jenkins, S. H.** (2011). Sex differences in repeatability of food-hoarding behaviour of kangaroo rats. *Animal Behaviour*, *81*(6), 1155-1162.
- Jolly, C. J., Webb, J. K., Gillespie, G. R., Hughes, N. K., & Phillips, B. L.** (2019). Bias averted: personality may not influence trappability. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, *73*, 1-11.
- Joshi, S., & Pillay, N.** (2016). Association between personality and stereotypic behaviours in the African striped mouse *Rhabdomys dilectus*. *Applied Animal Behaviour Science*, *174*, 154-161.

- Kaidanovich-Beilin, O., Lipina, T., Vukobradovic, I., Roder, J., & Woodgett, J. R.** (2011). Assessment of social interaction behaviors. *JoVE (Journal of Visualized Experiments)*, (48), e2473.
- Kaiser, M. I., & Müller, C.** (2021). What is an animal personality?. *Biology & Philosophy*, 36(1), 1.
- Kanda, L. L., Louon, L., & Straley, K.** (2012). Stability in activity and boldness across time and context in captive Siberian dwarf hamsters. *Ethology*, 118(6), 518-533.
- Kazlauckas, V., Schuh, J., Dall'Igna, O. P., Pereira, G. S., Bonan, C. D., & Lara, D. R.** (2005). Behavioral and cognitive profile of mice with high and low exploratory phenotypes. *Behavioural brain research*, 162(2), 272-278.
- Kelley, A. D., Humphries, M. M., McAdam, A. G., & Boutin, S.** (2015). Changes in wild red squirrel personality across ontogeny: activity and aggression regress towards the mean. *Behaviour*, 152(10), 1291-1306.
- Kilgour, R.** (1975). The open-field test as an assessment of the temperament of dairy cows. *Animal Behaviour*, 23, 615-624.
- Killen, S. S., Calsbeek, R., & Williams, T. D.** (2017). The ecology of exercise: mechanisms underlying individual variation in behavior, activity, and performance: an introduction to symposium. *Integrative and Comparative Biology*, 57(2), 185-194.
- Kliethermes, C. L., & Crabbe, J. C.** (2006). Pharmacological and genetic influences on hole-board behaviors in mice. *Pharmacology Biochemistry and Behavior*, 85(1), 57-65.
- Kluiver, C. E., de Jong, J. A., Massen, J. J., & Bhattacharjee, D.** (2022). Personality as a predictor of time-activity budget in lion-tailed macaques (*Macaca silenus*). *Animals*, 12(12), 1495.
- Konečná, M., Weiss, A., Lhota, S., & Wallner, B.** (2012). Personality in Barbary macaques (*Macaca sylvanus*): Temporal stability and social rank. *Journal of Research in Personality*, 46(5), 581-590.
- Koolhaas, J. M., Korte, S. M., De Boer, S. F., Van Der Vegt, B. J., Van Reenen, C. G., Hopster, H.,... & Blokhuis, H. J.** (1999). Coping styles in animals: current status in behavior and stress-physiology. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 23(7), 925-935.

- Korpela, K.** (2011). Sex influences rat personality more than geographical origin. *Applied animal behaviour science*, 133(1-2), 95-100.
- Korpela, K., Sundell, J., & Ylönen, H.** (2011). Does personality in small rodents vary depending on population density?. *Oecologia*, 165, 67-77.
- Koski, S. E., & Burkart, J. M.** (2015). Common marmosets show social plasticity and group-level similarity in personality. *Scientific reports*, 5(1), 8878.
- Kowalski, G. J., Grimm, V., Herde, A., Guenther, A., & Eccard, J. A.** (2019). Does animal personality affect movement in habitat corridors? Experiments with common voles (*Microtus arvalis*) using different corridor widths. *Animals*, 9(6), 291.
- Krebs, R., Linnenbrink, M., & Guenther, A.** (2019). Validating standardised personality tests under semi-natural conditions in wild house mice (*Mus musculus domesticus*). *Ethology*, 125(11), 761-773.
- Kuleshkaya, N., & Voikar, V.** (2014). Assessment of mouse anxiety-like behavior in the light–dark box and open-field arena: role of equipment and procedure. *Physiology & behavior*, 133, 30-38.
- Kutsukake, N., Inada, M., Sakamoto, S. H., & Okanoya, K.** (2019). Behavioural interference among eusocial naked mole rats during work. *Journal of Ethology*, 37, 101-109.
- Küçüktaş, F. M., & Guenther, A.** (2022). Does Living in Human-Altered Environments Affect Life-History and Personality of Wild Mice?. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 10, 892752.
- Lafaille, M., & Féron, C.** (2014). U-shaped relationship between ageing and risk-taking behaviour in a wild-type rodent. *Animal behaviour*, 97, 45-52.
- Lalonde, R., & Strazielle, C.** (2022). The Hole-Board Test in Mutant Mice. *Behavior Genetics*, 52(3), 158-169.
- Lightfoot, J. T.** (2008). Sex hormones' regulation of rodent physical activity: a review. *International journal of biological sciences*, 4(3), 126.
- Lessells, C. M., & Boag, P. T.** (1987). *Unrepeatable Repeatabilities: A Common Mistake*. *The Auk*, 104(1), 116–121. doi:10.2307/4087240

- Leussis, M. P., & Bolivar, V. J.** (2006). Habituation in rodents: a review of behavior, neurobiology, and genetics. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *30*(7), 1045-1064.
- Schirmer, A., Herde, A., Eccard, J. A., & Dammhahn, M.** (2019). Individuals in space: personality-dependent space use, movement and microhabitat use facilitate individual spatial niche specialization. *Oecologia*, *189*, 647-660.
- Maiti, U., Sadowska, E. T., ChrzAścik, K. M., & Koteja, P.** (2019). Experimental evolution of personality traits: open-field exploration in bank voles from a multidirectional selection experiment. *Current Zoology*, *65*(4), 375-384.
- Malange, J., Izar, P., & Japyassú, H.** (2016). Personality and behavioural syndrome in *Necromys lasiurus* (Rodentia: Cricetidae): notes on dispersal and invasion processes. *acta ethologica*, *19*, 189-195.
- Malange, J., Izar, P., & Japyassú, H.** (2016). Personality and behavioural syndrome in *Necromys lasiurus* (Rodentia: Cricetidae): notes on dispersal and invasion processes. *acta ethologica*, *19*, 189-195
- Marková, M.**, 2022: Stabilita individuálních rozdílů v chování u rypošů lysých. [Stability of individual differences in behavior in naked mole-rats. Bc. Thesis, in Czech.] – 53 p., Faculty of Science, University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic.
- Martin, J. G., & Réale, D.** (2008). Animal temperament and human disturbance: implications for the response of wildlife to tourism. *Behavioural Processes*, *77*(1), 66-72.
- Mather, J. A., & Anderson, R. C.** (1993). Personalities of octopuses (*Octopus rubescens*). *Journal of comparative psychology*, *107*(3), 336.
- Mazza, V., Dammhahn, M., Eccard, J. A., Palme, R., Zaccaroni, M., & Jacob, J.** (2019). Coping with style: individual differences in responses to environmental variation. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, *73*, 1-11.
- Mazza, V., Dammhahn, M., Lösche, E., & Eccard, J. A.** (2020). Small mammals in the big city: Behavioural adjustments of non-commensal rodents to urban environments. *Global Change Biology*, *26*(11), 6326-6337.

- Mazzamuto, M. V., Cremonesi, G., Santicchia, F., Preatoni, D., Martinoli, A., & Wauters, L. A.** (2019). Rodents in the arena: a critical evaluation of methods measuring personality traits. *Ethology Ecology & Evolution*, *31*(1), 38-58.
- Meeking, M. M., MacFabe, D. F., Mepham, J. R., Foley, K. A., Tichenoff, L. J., Boon, F. H., ... & Ossenkopp, K. P.** (2020). Propionic acid induced behavioural effects of relevance to autism spectrum disorder evaluated in the hole board test with rats. *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry*, *97*, 109794.
- Miller, K. A., Garner, J. P., & Mench, J. A.** (2005). The test–retest reliability of four behavioural tests of fearfulness for quail: a critical evaluation. *Applied Animal Behaviour Science*, *92*(1-2), 113-127.
- Montiglio, P. O., Garant, D., Thomas, D., & Réale, D.** (2010). Individual variation in temporal activity patterns in open-field tests. *Animal Behaviour*, *80*(5), 905-912.
- Moretz, J. A., Martins, E. P., & Robison, B. D.** (2007). Behavioral syndromes and the evolution of correlated behavior in zebrafish. *Behavioral ecology*, *18*(3), 556-562.
- Morris, D. W., & Palmer, S.** (2023). Do animal personalities promote species coexistence? A test with sympatric boreal rodents. *Ecology*, *104*(2), e3913.
- Murison, R., & Skjerve, A.** (1992). Individual behavioral characteristics and extent of stress-induced gastric ulceration in rats. *Acta Physiologica Hungarica*, *80*(1-4), 127-133.
- Nakayama, S., Laskowski, K. L., Klefoth, T., & Arlinghaus, R.** (2016). Between-and within-individual variation in activity increases with water temperature in wild perch. *Behavioral Ecology*, arw090.
- Nakayama, S., Rapp, T., & Arlinghaus, R.** (2017). Fast–slow life history is correlated with individual differences in movements and prey selection in an aquatic predator in the wild. *Journal of Animal Ecology*, *86*(2), 192-201.
- Noldus, L. P., Spink, A. J., & Tegelenbosch, R. A.** (2001). EthoVision: a versatile video tracking system for automation of behavioral experiments. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, *33*, 398-414.
- Ohl, F., Holsboer, F., & Landgraf, R.** (2001). The modified hole board as a differential screen for behavior in rodents. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, *33*(3), 392-397.

- O'Neill, S. J., Williamson, J. E., Tosetto, L., & Brown, C.** (2018). Effects of acclimatisation on behavioural repeatability in two behaviour assays of the guppy *Poecilia reticulata*. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, *72*, 1-11.
- Peña-Villalobos, I., Casanova-Maldonado, I., Lois, P., Palma, V., & Sabat, P.** (2020). Costs of exploratory behavior: the energy trade-off hypothesis and the allocation model tested under caloric restriction. *Scientific Reports*, *10*(1), 4156.
- Perez, G.** (2022). Role of bank vole (*Myodes glareolus*) personality on tick burden (*Ixodes* spp.). *Folia Parasitologica*, 2022, Vol. 69, No. 014 ref. 76 ref.
- Péter, A.** (2017). Solomon coder (beta 17.03.22) [Computer software], <https://solomoncoder.com>
- Pisula, W., Modlinska, K., Goncikowska, K., & Chrzanowska, A.** (2021). Can the Hole-Board Test Predict a Rat's Exploratory Behavior in a Free-Exploration Test?. *Animals*, *11*(4), 1068.
- Qu, J., Wang, Y., Kong, Y., Zhu, H., Yu, Y., & Zhong, L.** (2022). Effect of chronic traffic noise on behavior and physiology of plateau pikas (*Ochotona curzoniae*). *Frontiers in Ecology and Evolution*, *10*, 1065966.
- Rangassamy, M., Athari, S. K., Monclús, R., Boissier, M. C., Bessis, N., & Rödel, H. G.** (2016). Personality modulates proportions of CD4+ regulatory and effector T cells in response to socially induced stress in a rodent of wild origin. *Physiology & behavior*, *167*, 255-264.
- Rangassamy, M., Athari, S. K., Monclús, R., Boissier, M. C., Bessis, N., & Rödel, H. G.** (2016). Personality modulates proportions of CD4+ regulatory and effector T cells in response to socially induced stress in a rodent of wild origin. *Physiology & behavior*, *167*, 255-264.
- R Core Team.** (2023). R: a language and environment for statistical computing. Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Réale, D., Reader, S. M., Sol, D., McDougall, P. T., & Dingemans, N. J.** (2007). Integrating animal temperament within ecology and evolution. *Biological reviews*, *82*(2), 291-318.

- Revelle, W.** (2024). *psych: Procedures for Psychological, Psychometric, and Personality Research*. Northwestern University, Evanston, Illinois. R package version 2.4.3, <https://CRAN.R-project.org/package=psych>.
- Rödel, H. G., Zapka, M., Talke, S., Kornatz, T., Bruchner, B., & Hedler, C.** (2015). Survival costs of fast exploration during juvenile life in a small mammal. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, *69*, 205-217.
- Rohrer, K. N., & Ferkin, M. H.** (2020). Long-term repeatability and stability of three personality traits in meadow voles. *Ethology*, *126*(8), 791-802.
- Rowell, M. K., & Rymer, T. L.** (2021). Exploration influences problem solving in the fawn-footed mosaic-tailed rat (*Melomys cervinipes*). *Ethology*, *127*(7), 592-604.
- Rowell, M. K., & Rymer, T. L.** (2023). The consistency of exploration behaviours across life stages in a native Australian rodent, the fawn-footed mosaic-tailed rat *Melomys cervinipes*. *Behavioural Processes*, *207*, 104857.
- Rudeck, J., Vogl, S., Banneke, S., Schönfelder, G., & Lewejohann, L.** (2020). Repeatability analysis improves the reliability of behavioral data. *PloS one*, *15*(4), e0230900.
- Sánchez-Tójar, A., Moiron, M., & Niemelä, P. T.** (2022). Terminology use in animal personality research: a self-report questionnaire and a systematic review. *Proceedings of the Royal Society B*, *289*(1968), 20212259.
- Santicchia, F., Wauters, L. A., Dantzer, B., Westrick, S. E., Ferrari, N., Romeo, C., ... & Martinoli, A.** (2020). Relationships between personality traits and the physiological stress response in a wild mammal. *Current Zoology*, *66*(2), 197-204.
- Schirmer, A., Hoffmann, J., Eccard, J. A., & Dammhahn, M.** (2020). My niche: individual spatial niche specialization affects within-and between-species interactions. *Proceedings of the Royal Society B*, *287*(1918), 20192211.
- Schuett, W., Tregenza, T., & Dall, S. R.** (2010). Sexual selection and animal personality. *Biological Reviews*, *85*(2), 217-246.
- Schuster, A. C., Carl, T., & Foerster, K.** (2017). Repeatability and consistency of individual behaviour in juvenile and adult Eurasian harvest mice. *The Science of Nature*, *104*, 1-14.

- Sibbald, A. M., Elston, D. A., Smith, D. J. F., & Erhard, H. W.** (2005). A method for assessing the relative sociability of individuals within groups: an example with grazing sheep. *Applied Animal Behaviour Science*, *91*(1-2), 57-73.
- Siegmann, S., Feitsch, R., Hart, D. W., Bennett, N. C., Penn, D. J., & Zöttl, M.** (2021). Naked mole-rats (*Heterocephalus glaber*) do not specialise in cooperative tasks. *Ethology*, *127*(10), 850-864.
- Sih, A., Bell, A., & Johnson, J. C.** (2004). Behavioral syndromes: an ecological and evolutionary overview. *Trends in ecology & evolution*, *19*(7), 372-378.
- Shaw, A. K.** (2020). Causes and consequences of individual variation in animal movement. *Movement ecology*, *8*(1), 12.
- Shearer, T. A., & Pruitt, J. N.** (2014). Individual differences in boldness positively correlate with heart rate in orb-weaving spiders of genus *Larinioides*. *Current Zoology*, *60*(3), 387-391.
- Sherman, P. W., Lacey, E. A., Reeve, H. K., & Keller, L.** (1995). The eusociality continuum. *Behavioral Ecology*, *6*(1), 102-108.
- Sherman, P. W., & Jarvis, J. U.** (2002). Extraordinary life spans of naked mole-rats (*Heterocephalus glaber*). *Journal of Zoology*, *258*(3), 307-311.
- Stearns, S. C.** (1983). The influence of size and phylogeny on patterns of covariation among life-history traits in the mammals. *Oikos*, 173-187.
- Stevenson-Hinde, J., Stillwell-Barnes, R., & Zunz, M.** (1980). Subjective assessment of rhesus monkeys over four successive years. *Primates*, *21*(1), 66-82.
- Stewart, A. M., Gaikwad, S., Kyzar, E., & Kalueff, A. V.** (2012). Understanding spatio-temporal strategies of adult zebrafish exploration in the open field test. *Brain research*, *1451*, 44-52.
- St-Hilaire, E., Reale, D., & Garant, D.** (2017). Determinants, selection and heritability of docility in wild eastern chipmunks (*Tamias striatus*). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, *71*, 1-13.

- Stoffel, M. A., Nakagawa, S., & Schielzeth, H.** (2017). rptR: Repeatability estimation and variance decomposition by generalized linear mixed-effects models. *Methods in ecology and evolution*, 8(11), 1639-1644.
- Stratton, J. A., Nolte, M. J., & Payseur, B. A.** (2021). Evolution of boldness and exploratory behavior in giant mice from Gough Island. *Behavioral ecology and sociobiology*, 75, 1-11.
- Strickland, K., & Frère, C. H.** (2019). Individual variation in the social plasticity of water dragons. *The American Naturalist*, 194(2), 194-206.
- Takao, K., & Miyakawa, T.** (2006). Light/dark transition test for mice. *JoVE (Journal of Visualized Experiments)*, (1), e104.
- Taylor, R. W., Boutin, S., Humphries, M. M., & McAdam, A. G.** (2014). Selection on female behaviour fluctuates with offspring environment. *Journal of Evolutionary Biology*, 27(11), 2308-2321.
- Thompson, S. M., Berkowitz, L. E., & Clark, B. J.** (2018). Behavioral and neural subsystems of rodent exploration. *Learning and motivation*, 61, 3-15.
- Vanden Broecke, B., Bongers, A., Mnyone, L., Matthysen, E., & Leirs, H.** (2021). Nonlinear maternal effects on personality in a rodent species with fluctuating densities. *Current Zoology*, 67(1), 1-9.
- Verdon, M., Morrison, R. S., Rice, M., & Hemsworth, P. H.** (2016). Individual variation in sow aggressive behavior and its relationship with sow welfare. *Journal of animal science*, 94(3), 1203-1214.
- Vestal, B. M.** (1977, February). Sociability and individual distance in four species of rodents. In *Proceedings of the Oklahoma Academy of Science* (pp. 98-102).
- Walsh, R. N., & Cummins, R. A.** (1976). The open-field test: a critical review. *Psychological bulletin*, 83(3), 482.
- Walz, N., Mühlberger, A., & Pauli, P.** (2016). A human open field test reveals thigmotaxis related to agoraphobic fear. *Biological psychiatry*, 80(5), 390-397.
- Watters, J. V., & Powell, D. M.** (2012). Measuring animal personality for use in population management in zoos: suggested methods and rationale. *Zoo biology*, 31(1), 1-12.

- White, R., Rossignaud, L., & Briskie, J. V.** (2023). The bold bird gets the worm? Behavioural differences of South Island robins (*Petroica australis*) in relation to differing predation risk. *New Zealand Journal of Zoology*, 1-16.
- Wilson, R. C., Vacek, T., Lanier, D. L., & Dewsbury, D. A.** (1976). Open-field behavior in muroid rodents. *Behavioral biology*, 17(4), 495-506.
- Wilson, D. S., Coleman, K., Clark, A. B., & Biederman, L.** (1993). Shy-bold continuum in pumpkinseed sunfish (*Lepomis gibbosus*): An ecological study of a psychological trait. *Journal of comparative psychology*, 107(3), 250.
- Wirowska, M., Iwińska, K., Borowski, Z., Brzeziński, M., Solecki, P., & Boratyński, J. S.** (2024). Explorative behavior allows the successful finding of ephemeral food resources in the wild. *Mammal Research*, 69(1), 89-98
- Withers, P. C., & Jarvis, J. U. M.** (1980). *The effect of huddling on thermoregulation and oxygen consumption for the naked mole-rat. Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology*, 66(2), 215–219. doi:10.1016/0300-9629(80)90154
- Wu, R., Jiang, X., Wu, X., Pang, J., Tang, Y., Ren, Z., ... & Wei, W.** (2022). Interspecific differences in sociability, social novelty preference, anxiety-and depression-like behaviors between Brandt's voles and C57BL/6J mice. *Behavioural Processes*, 197, 104624.
- Yamakawa, M., Miura, K., & Kutsukake, N.** (2024). Helping syndrome is partially confirmed in the eusocial naked mole-rat. *Animal Behaviour*.
- Yao, B., Hegab, I. M., Kang, Y., Tan, Y., Zhang, D., & Su, J.** (2023). Underground environment increases the differentiation of personality traits between male and female plateau zokors (*Eospalax baileyi*). *acta ethologica*, 26(1), 21-30.
- Young, R., & Johnson, D. N.** (1991). A fully automated light/dark apparatus useful for comparing anxiolytic agents. *Pharmacology Biochemistry and Behavior*, 40(4), 739-743.
- Yuen, C. H., Pillay, N., Heinrichs, M., Schoepf, I., & Schradin, C.** (2016). Personality traits are consistent when measured in the field and in the laboratory in African striped mice (*Rhabdomys pumilio*). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 70, 1235-1246.

Yuen, C. H., Schoepf, I., Schradin, C., & Pillay, N. (2017). Boldness: are open field and startle tests measuring the same personality trait?. *Animal behaviour*, 128, 143-151.

Žampachová, B., Landová, E., & Frynta, D. (2017). Methods for measuring mammalian personalities: In which animals and how accurately can we quantify it?. *Lynx, series nova*, 48.

8. Přílohy

Tab. 2: Přehled studií zabývajících se opakovatelností chování v čase u hlodavců.

č.	autor	druh	n	opakování	interval	test	testované chování	r	p
1	Rowell & Rymer, 2023	<i>Melomys cervinipes</i> (mláďata) *	21	3	10 dní	OFT	latence návratu do středu	0.3	p = 0.014
						OFT	čas ve středu	0.17	p = 0.117
						OFT	čas aktivně ve středu	0.18	p = 0.101
						OFT	překročení	0.16	p = 0.12
						NOT	latence přiblížení k objektu	0.39	p = 0.002
						NOT	čas interakce s objektem	0.36	p = 0.004
						NOT	frekvence interakcí s objektem	0.44	p = 0.007
						NOT	čas aktivně ve středu	0.27	p = 0.027
		<i>Melomys cervinipes</i> (dospělí jedinci) *	2	1 měsíc	OFT	latence návratu do středu	0.09	p = 0.343	
					OFT	čas ve středu	0	p = 0.999	
					OFT	čas aktivně ve středu	0.13	p = 0.276	
					OFT	překročení	0.11	p = 0.312	
					NOT	latence přiblížení k objektu	0.45	p = 0.014	
					NOT	čas interakce s objektem	0.46	p = 0.014	
NOT	frekvence interakcí s	0.17	p = 0.25						

						objektem			
						NOT	čas aktivně ve středu	0.41	p = 0.024
						NOT	překročení	0.16	p = 0.265
2	Yao <i>et al.</i> , 2023	<i>Eospalax baileyi</i> - samice	48	2	14 dní	Manipulační test ve vaku	trvání pohybu	0.92	p < 0.001
		<i>Eospalax baileyi</i> - samci				Manipulační test ve vaku	trvání pohybu	0.76	p = 0.012
		<i>Eospalax baileyi</i> - samice				OFT	pohyb	0.93	p < 0.001
		<i>Eospalax baileyi</i> - samci				OFT	pohyb	0.76	p = 0.012
		<i>Eospalax baileyi</i> - samice				OFT	strnulost	0.49	p = 0.011
		<i>Eospalax baileyi</i> - samci				OFT	strnulost	0.85	p = 0.001
		<i>Eospalax baileyi</i> - samice				OFT	šplhání	0.52	p = 0.007
		<i>Eospalax baileyi</i> - samci				OFT	šplhání	0.21	p = 0.287
		<i>Eospalax baileyi</i> - samice				OFT	čichání	0.37	p = 0.055
		<i>Eospalax baileyi</i> - samci				OFT	čichání	0.50	p = 0.076
		<i>Eospalax baileyi</i> - samice				OFT	průzkum	0.68	p = 0.001
		<i>Eospalax baileyi</i> - samci				OFT	průzkum	0.77	p = 0.005
3	Agnani & Careau, 2023	křeček bělonohý (<i>Peromyscus leucopus</i>) *	51	3	32 dní	Běh na kole (dobrovolný)	běh na kole	0.804	p < 0.05
						Aktivita v ubikaci	aktivita	0.931	p < 0.05
						OFT	překročení	0.465	p < 0.05

						(explorace)		
					Běh	běh	0.464	p < 0.05
					Plavání	plavání	0.364	p < 0.05
4	Morris & Palmer, 2023	131	2	okamžitě	modifikovaný OFT s úkrytem a novým objektem	explorace	0.47	p = 0.03
	norník rudohřbetý (<i>Myodes gapperi</i>), hraboš pensylvánský (<i>Microtus pennsylvanicus</i>), křeček dlouhoocasý (<i>Peromyscus maniculatus</i>), myšivka labradorská (<i>Zapus hudsonius</i>)				modifikovaný OFT s úkrytem a novým objektem	ostražitost	0.52	p = 0.02
					modifikovaný OFT s úkrytem a novým objektem	úzkost	0.68	p = 0.02
5	Qu et al., 2022	28	2	30 dní	Test tepové frekvence	tepová frekvence	0.333	p < 0.01
	pišťucha černolící (<i>Ochotona curzoniae</i>)				OFT	explorace	0.324	p < 0.01
					Rychlost klidového metabolismu	spotřeba kyslíku za hodinu	0.333	p < 0.01
					Koncentrace fekálního kortizolu	fekální kortizol	0.322	p < 0.01

6	Perez, 2022	norník rudý (<i>Myodes glareolus</i>)	26	2	14 dní	OFT, Novel object	aktivita, explorace	0.4	p < 0.1
7	Küçüktaş & Guenther, 2022	myš domácí (<i>Mus musculus</i>) *	208	2	3/4 týdny	OFT	vzdálenost	0.19	p = 0.047
						OFT	střed	0.4	p < 0.001
						Vyvýšené plusové bludiště	vzdálenost	0.27	p = 0.001
						Vyvýšené plusové bludiště	čas v ramenech	0.27	p = 0.014
						NOT	latence přiblížení k objektu	0.005	p = 0.98
						NOT	dotyk objektu	0	p = 0.72
						NOT	interakce s objektem	0.27	p = 0.001
		myšice malooká (<i>Apodemus uralensis</i>), myš panonská (<i>Mus spicilegus</i>)	24	2	3/4 týdny	OFT	vzdálenost	0.27	p = 0.001
						OFT	střed	0.29	p = 0.004
						Vyvýšené plusové bludiště	vzdálenost	0.27	p = 0.001
						Vyvýšené plusové bludiště	čas v ramenech	0.27	p = 0.013
						NOT	latence přiblížení k objektu	0	p = 0.36
						NOT	dotyk objektu	0.18	p = 0.13

					NOT	interakce s objektem	0.27	p = 0.001	
8	Begall <i>et al.</i> , 2022	<i>Fukomys anselli</i> *	51	2	min týdny	4 Kontrola	latence přechodu tunelu bez dotyku folie	0.11	p = 0.49
						NST	latence dotknutí se folie	0.4	p = 0.008
						NST	latence vstupu na folii všemi packami	0.47	p = 0.0013
						OFT	vzdálenost	0.48	p = 0.0017
						OFT	čas ve středu	0.13	p = 0.4417
						Agresivní setkání	čas strávený u mřížky	0.51	p = 0.0017
						Agresivní setkání	čas strávený v kontaktu s neznámým druhem	0.48	p = 0.0033
						Agresivní setkání	frekvence kontaktů s mřížkou	0.48	p = 0.003
						Agresivní setkání	čas strávený u mřížky	0.46	p = 0.003
						Agresivní setkání	čas strávený v kontaktu s neznámým druhem	0.18	p = 0.274
						Agresivní setkání	kolikrát byla zvířata v kontaktu s mřížkou	0.49	p = 0.0015

					Manipulační test	manipulační skóre	0.75	p = 0.00001	
9	Dammhahn <i>et al.</i> , 2022	norník rudý (<i>Myodes glareolus</i>)	26	2	max 56 dní	OFT	aktivita	0.26	CI = [0,03, 0,50]
						NOT	odvaha	0.99	CI = [0,97, 1,00])
						Jednotná distribuce jídla	hustota vzdávání se	0.112	CI = (0.000, 0.258)
						Jednotná distribuce jídla	frekvence návštěv	0.326	CI = (0.000, 0.562)
						Jednotná distribuce jídla	trvání návštěvy	0.588	CI = (0.224, 0.799)
						Jednotná distribuce jídla	kumulativní trvání návštěv	0.242	CI = (0.000, 0.578)
						Protirizikový potravinový gradient	hustota vzdávání se	0.182	CI = (0.013, 0.366)
						Protirizikový potravinový gradient	frekvence návštěv	0.022	CI = (0.000, 0.204)
						Protirizikový potravinový	trvání návštěvy	0.649	CI = (0.372,

						gradient		0.811)	
						Protirizikový potravinový gradient		CI = (0.230, 0.755)	
		21	2				kumulativní trvání návštěv	0.556	
10	Brehm, & Mortelliti 2022	křeček dlouhoocasý (<i>Peromyscus maniculatus</i>)	300	min 2	1 měsíc	OFT	průměrná rychlost (aktivita)	0.447	CI = (0.371, 0.515)
			301			OFT	míra průzkumu - aktivita, explorace	0.361	CI = (0.285, 0.445)
			301			OFT	čas strávený péčí o srst (úzkost, stres)	0.389	CI = (0.312, 0.467)
			301			OFT	čas ve středu (úzkost)	0.28	CI = (0.211, 0.368)
			268			Manipulační test ve vaku	manipulační čas (krotkost)	0.342	CI = (0.268, 0.426)
			250			Test vymoření	latence vymoření (odvaha)	0.3	CI = (0.221, 0.386)
			229			Test vymoření	čas na konci tunelu (odvaha)	0.191	CI = (0.104, 0.295)

11	Bednarz & Zwolak, 2022	myšice lesní (<i>Apodemus flavicollis</i>)	273	2	1 - 8 měsíců	OFT	překročení	0.37	p < 0.002	
12	Rowell & Rymer, 2021	<i>Melomys cervinipes</i>	34	3	min týdny	4	OFT (explorace)	latence návratu na středu	0.07	p = 0.443
							OFT (explorace)	čas strávený ve středu	0.42	p < 0.001
							OFT (explorace)	čas strávený ve středu aktivně	0.32	p = 0.003
							OFT (explorace)	překročení	0.43	p < 0.001
							NOT (explorace)	latence přiblížení k objektu	0.3	p = 0.008
							NOT (explorace)	čas interakce s objektem	0.24	p = 0.04
							NOT (explorace)	počet interakce s objektem	0.4	p < 0.001
							NOT (explorace)	čas strávený ve středu aktivně	0.23	p = 0.036
							NOT (explorace)	překročení	0.48	p < 0.001
							DLT (úzkost)	latence vstupu do tmavé části	0.19	p = 0.072
							DLT (úzkost)	latence návratu do osvětlené části	0.26	p = 0.023
							DLT (úzkost)	celkový čas na osvětlenou část	0.42	p < 0.001

					DLT (úzkost)	čas strávený aktivně v osvětlené části	0.38	p < 0.001	
					DLT (úzkost)	počet překročení osvětlené části	0.26	p = 0.019	
13	Boone <i>et al.</i> , 2022	křeček dlouhoocasý (<i>Peromyscus maniculatus</i>)	394	1 až 10	min 1 měsíc	Test vynoření	latence vynoření (odvaha)	0.419	CI (0.322, 0.527)
			356			Test vynoření	čas na konci tunelu (odvaha)	0.347	CI (0.241, 0.479)
			574			OFT	průměrná rychlost (aktivita)	0.424	CI (0.340, 0.520)
			572			OFT	čas strávený péčí (stres)	0.189	CI (0.101, 0.303)
			574			OFT	průzkumné chování (aktivita, explorace)	0.303	CI (0.212, 0.412)
			573			OFT	čas ve středu (odvaha)	0.222	CI (0.131, 0.34)
			428			Manipulační test ve vaku	čas strávený strnulostí (krotkost)	0.392	CI (0.308, 0.5)
14	Vanden	krysa mnohobradavková	50	max 4	2 týdny	HBT	explorace	0.416	p < 0.001

Broecke <i>et al.</i> , 2021	<i>(Mastomys natalensis)</i> *				HBT	citlivost na stres	0.205	p = 0.001	
15	Mazza <i>et al.</i> , 2021	myšice temnopásá (<i>Apodemus agrarius</i>)	31	2	2 týdny	DLT s OFT	aktivita	0.35	p < 0.05
							odvaha	0.85	p < 0.05
					Test řešení problémů	čas strávený explorací	0.44	p < 0.05	
						latence vyřešení	0.05	p < 0.05	
						vytrvalost	0.35	p < 0.05	
						latence přiblížení (otevřeno)	0.5	p < 0.05	
						latence přiblížení (zavřeno)	0.48	p < 0.05	
						úspěšné vyřešení	0.3	p < 0.05	
16	Best <i>et al.</i> , 2020	<i>Mus caroli</i> , myšice temnopásá (<i>Apodemus agrarius</i>), <i>Rattus losea</i> , krysa ostrovní (<i>Rattus exulans</i>)	68	2	24 h	OFT s pachem predátora	obrana	0.302	p < 0.05
							neútočné chování	0.33	p < 0.01
							explorace	0.128	p = 0.299
							shánění potravy	0.576	p < 0.001

						strnulost	0.413	p < 0.001	
						skrývání se	0.266	p < 0.05	
						péče o srst	0.104	p = 0.403	
						poměr spotřeby	0.422	p < 0.001	
						projevy spojené s hledáním potravy	0.351	p < 0.005	
						latence k hledání potravy	0.716	p < 0.001	
						skákání	0.576	p < 0.001	
17	2020	Agnani <i>et al.</i> , <i>Myotomys unisulcatus</i>	45	1 až 14	min 24 h	Manipulační test ve vaku	strnulost	0.319	p < 0.05
						OFT	vzdálenost	0.3	p < 0.05
						OFT	rychlost	0.673	p < 0.05
18	2020	Mazza <i>et al.</i> , hraboš polní (<i>Microtus arvalis</i>)	98	2	3 měsíce	DLT	latence vynoření	0.42	p < 0.01
		hraboš polní (<i>Microtus arvalis</i>)	98			OFT	explorace, aktivita	0.22	p < 0.01
		hraboš polní (<i>Microtus arvalis</i>) - město	44			DLT	latence vynoření	0.5	p < 0.01
		hraboš polní (<i>Microtus arvalis</i>) - venkov	44			OFT	explorace, aktivita	0.5	p < 0.01
		hraboš polní (<i>Microtus arvalis</i>) - venkov	54			DLT	latence vynoření	0.48	p < 0.01

	hraboš polní (<i>Microtus arvalis</i>) - venkov	54			OFT	explorace, aktivita	0.22	p < 0.01
19	Gharnit <i>et al.</i> , 2020 čipmank východní (<i>Tamias striatus</i>)	396	2	1 rok	OFT	explorace	0.41	p < 0.001
		11	2		Akcelerometrie	vzdálenost	0.16	p < 0.001
		11	2		Akcelerometrie	střední doba trvání periody aktivity (odráží rytmus denní aktivity)	0.08	p < 0.01
		11	2		Akcelerometrie	rychlost sekvencí aktivity	0.07	p < 0.05
		11	2		Akcelerometrie	latence denní aktivity pro posouzení časové diferenciace niky (závislé na průzkumu)	0.18	p < 0.001
		11	2		Akcelerometrie	čas ukončení denní aktivity	0.32	p < 0.001
20	Peña- Villalobos <i>et al.</i> , 2020 myš domácí (<i>Mus musculus</i>) *	44	2	20 dní	OFT	překročení	0.7	p < 0.001
21	Fanjul <i>et al.</i> , 2020 tukotuko talarský (<i>Ctenomys talarum</i>)	21	2	35 dní	OFT	latence vstupu (odvaha, explorace)	0.506	p = 0.019
					OFT	frekvence návštěv	0.522	p = 0.015

	(explorace)		
OFT	počet ujitých čtverců (aktivita)	0.56	p = 0.008
OFT	celkový čas	0.696	p = 0.000
OFT	čas strávený aktivně (aktivita)	0.657	p = 0.001
OFT	čas ve středu (odvaha)	0.535	p = 0.012
OFT	frekvence průzkumného chování (explorace)	0.471	p = 0.030
OFT	frekvence škrábání (explorace, aktivita)	0.173	p = 0.448
Test sociálního setkání	latence vstupu	0.416	p = 0.060
Test sociálního setkání	frekvence vstupů do neutrálních arény	0.668	p = 0.000
Test sociálního setkání	čas v neutr. aréně	0.42	p = 0.057
Test sociálního setkání	Čas strávený škrábáním pletiva	0.2	p = 0,379
Test sociálního setkání	frekvence útěku (sociálnost)	0.161	p = 0.480
Test sociálního setkání	frekvence očichání stejného druhu (sociálnost)	0.533	p = 0.012

Test sociálního setkání	strnulost (sociálnost)	0.268	p = 0.234
Test sociálního setkání	frekvence vystavování zad (sociálnost)	0.564	p = 0.007
OFT s pachem predátora	latence vstupu (explorace)	0.767	p = 0.000
OFT s pachem predátora	frekvence vstupů (odvaha, průzkum)	0.395	p = 0.075
OFT s pachem predátora	Počet přežitých čtverců (explorace, odvaha)	0.67	p = 0.000
OFT s pachem predátora	čas v OF (odvaha, explorace)	0.442	p = 0.044
OFT s pachem predátora	čas strávený chůzí (aktivita, explorace)	0.275	p = 0.223
OFT s pachem predátora	čas ve středu s pachem predátora (odvaha)	0.231	p = 0.308
OFT s pachem predátora	frekvence průzkumného chování (odvaha, explorace)	0.643	p = 0.001
OFT s pachem predátora	frekvence škrábání (odvaha, průzkum)	0.692	p = 0.000
OFT s pachem predátora	čas strávený v blízkosti/ dotykem pachu predátora (odvaha)	0.208	p = 0.361

					OFT s pachem predátora	frekvence očichávání pachu predátora (odvaha)	0.298	p = 0.185
					OFT s pachem predátora	Čas strávený čicháním pachu predátora (odvaha)	0.371	p = 0.096
Brehm <i>et al.</i> , 22 2020	křeček dlouhoocasý (<i>Peromyscus maniculatus</i>)	376	1 až 6	během 3 let	Manipulační test ve vaku	manipulační čas	0.836	CI (0.807, 0.862)
					Test vynoření	latence vynoření	0.812	CI (0.780, 0.842)
					Test vynoření	čas na konci tunelu	0.863	CI (0.841, 0.884)
		603			OFT	rychlost	0.832	CI (0.809, 0.853)
					OFT	čas strávený péčí o srst	0.762	CI (0.735, 0.792)
					OFT	míra průzkumu	0.809	CI (0.785, 0.831)
					OFT	čas ve středu	0.775	CI (0.747, 0.804)
	norník rudohřbetý (<i>Myodes gapperi</i>)	305	1 až 5		Manipulační test ve vaku	manipulační čas	0.675	CI (0.62, 0.726)
					Test vynoření	latence vynoření	0.831	CI (0.799, 0.859)
					Test vynoření	čas na konci tunelu	0.823	CI (0.791,

								0.851)	
		529			OFT	rychlost	0.792	CI (0.765, 0.818)	
					OFT	čas strávený péčí o srst	0.729	CI (0.694, 0.764)	
					OFT	míra průzkumu	0.77	CI (0.739, 0.801)	
					OFT	čas ve středu	0.827	CI (0.805, 0.850)	
23	Schirmer <i>et al.</i> , 2020	norník rudý (<i>Myodes glareolus</i>)	62	2	1 - 7 dní	Kombinovaný OFT a DLT	latence k průzkumu	0.45	p = 0.001
							latence vynoření	0.37	p = 0.003
							latence vstupu do středu	0.33	p = 0.007
							frekvence překročení	0.26	p = 0.007
							počet přejitých sekcí	0.22	p = 0.026
							skákání (frekvence)	0.08	p = 0.158
							aktivita	0.33	p = 0.009
		myšice temnopásá (<i>Apodemus agrarius</i>)	44			Kombinovaný OFT a DLT	latence k průzkumu	0.41	p = 0.001
							latence vynoření	0.43	p = 0.001
							latence vstupu do středu	0.16	p = 0.013

						frekvence překročení	0.21	p = 0.028	
						počet přejitých sekcí	0.31	p = 0.002	
						skákání (frekvence)	0.22	p = 0.059	
						aktivita	0.37	p = 0.036	
24	Mazza <i>et al.</i> , 2019	norník rudý (<i>Myodes glareolus</i>) *	70	2	15 dní	Plastová klec se síťovanou podlahou OFT NOT	koncentrace fekálních kortikosteronových metabolitů aktivita odvaha	0.21 0.74 0.67	p = 0,008 p < 0,001 p < 0,001
25	Jolly <i>et al.</i> , 2019	<i>Melomys burtoni</i>	60	3	1 hodina	OFT (modifikovaný) OFT (modifikovaný) OFT (modifikovaný)	odvaha latence vynoření reakce na nový objekt	0.67 0.73 0.61	p > 0.001 p > 0.001 p > 0.001
26	Vanden Broecke <i>et al.</i> , 2019	krysa mnohobradavková (<i>Mastomys natalensis</i>)	206	2 až 8	12 - 71 dní	HBT	explorace citlivost na stres	0.22 0.44	CI (0.15– 0.23) CI (0.40– 0.45)

27	Maiti et al, 2019	norník rudý (<i>Myodes glareolus</i>) *	191	2	1 den	OFT	vzdálenost	0.605504	p < 0.05
						OFT	čas strávený aktivně	0.54223	p < 0.05
						OFT	rychlost	0.600179	p < 0.05
						OFT	maximální rychlost	0.498417	p < 0.05
						OFT	frekvence překročení	0.53453	p < 0.05
						OFT	frekvence panáčkování u stěny	0.445589	p < 0.05
						OFT	vzdálenost u stěny	0.382979	p < 0.05
						OFT	čas strávený u stěny	0.324422	p < 0.05
						OFT	Proportion of distance in central zone on return	0.369258	p < 0.05
						OFT	čas strávený ve středu	0.28619	p < 0.05
28	Krebs et al, 2019	myš domácí (<i>Mus musculus domesticus</i>)	30	2	10 týdnů	Vyvýšené plusové bludiště	čas v tmavém rameni	0.07	p = 0.36
						Vyvýšené plusové bludiště	vzdálenost	0.292	p = 0.04
						OFT	vzdálenost	0.5	p = 0.001
						OFT	čas strávený u stěny	0.341	p = 0.039
						OFT	vzdálenost u stěny	0.453	p = 0.005
						NOT	latence přiblížení	0.464	p = 0.021
						NOT	návštěvy	0.276	p = 0.07

					NOT	vzdálenost	0.3258	p = 0.08	
<hr/>									
29	Kowalski <i>et al.</i> , 2019	hraboš polní (<i>Microtus arvalis</i>)	56	1 až 4	8 - 14 dní	Bariérový test	překročení	0.35	p < 0.001
						Bariérový test	aktivita	0.31	p < 0.001
						OFT	latence vstupu do středu	0.24	p = 0.02
						OFT	aktivita	0.39	p < 0.001
<hr/>									
30	Schirmer <i>et al.</i> , 2019	norník rudý (<i>Myodes glareolus</i>)	62	min 2	1 - 7 dní	Individuální rozdílový test	latence opuštění pasti	-1.119	p = 1.000
						Individuální rozdílový test	latence k průzkumu	0.446	p = 0.001
						Individuální rozdílový test	latence k vynoření	0.372	p = 0.003
						Individuální rozdílový test	latence překročení středu	0.325	p = 0.007
						Individuální rozdílový test	frekvence překročení středu	0.259	p = NA
						Individuální rozdílový test	počet přejitých sekcí	0.241	p = NA
						Individuální rozdílový test	frekvence skoků	0.002	p = NA
						Individuální rozdílový test	aktivita	0.329	p = NA

31	Mazza <i>et al.</i> , 2018	norník rudý (<i>Myodes glareolus</i>) *	86	2	2 týdne	OFT	aktivita	0.74	p < 0.001	
						NOT	odvaha	0.67	p < 0.001	
32	St-Hilaire <i>et al.</i> , 2017	čipmank východní (<i>Tamias striatus</i>)	601	max 30	během 5 let (od dubna do října)	Manipulační test ve vaku	krotkost	0.38	CI = 0.34-0.42	
						441 (dospělci)	Manipulační test ve vaku	krotkost	0.41	CI = 0.36-0.46
						308 (mláďata)	Manipulační test ve vaku	krotkost	0.31	CI = 0.22-0.40
						311	Manipulační test ve vaku	krotkost	0.43	CI = 0.37-0.51
						167 (dospělci)	Manipulační test ve vaku	krotkost	0.37	CI = 0.28-0.46
						165 (mláďata)	Manipulační test ve vaku	krotkost	0.52	CI = 0.43-0.63
33	Jäger <i>et al.</i> , 2017	myš čtyřpruhá (<i>Rhabdomys pumilio</i>)	37	2 až 3	28 dní	OFT	aktivita	0.11	p = 0.01	
						OFT	čas strávený ve středu (odvaha)	0.7	p = 0.003	

					NOT	explorace	0.017	p = 0.15	
34	Kanda <i>et al.</i> , 2017	křečík džungarský (<i>Phodopus sungorus</i>) *	24	2	2 týdny	Tunelové bludiště	aktivita	0.595	p = 0.05
35	Chock <i>et al.</i> , 2017	osmák degu (<i>Octodon degus</i>)	67	min 2	min 24 hodin	Past s podnětem	odvaha	0.14	p < 0.001
							explorace	0.1	p < 0.001
36	Rangassamy <i>et al.</i> , 2016	myš panonská (<i>Mus spicilegus</i>) - samci*	49	2	30 dní	NOT	latence přiblížení se a čichání nového objektu	0.437	p = 0.005
						Vyvýšené plusové bludiště	čas strávený v zavřeném rameni	0.418	CI [0.149, 0.613]
						Vyvýšené plusové bludiště	počet výstupů ze zavřených ramen	0.178	p = 0.10
						Vzorky fekálií	úzkost/neofobie	0.501	p = 0.001
37	Malange <i>et al.</i> , 2016	křeček křovinný (<i>Necromys lasiurus</i>)	9	2	1 týden	OFT, averzní OFT, HBT	neofilie	0.848	p < 0.01
						OFT, averzní OFT, HBT	explorace	0.756	p < 0.01
						OFT, averzní OFT, HBT	aktivita	0.44	p = 0.03

38	Rangassamy <i>et al.</i> , 2015	myš panonská (<i>Mus spicilegus</i>) *	36	2	30 dní	Vyvýšené plusové bludiště	čas strávený v zavřeném rameni	0.648	p = 0.001
			46			Vyvýšené plusové bludiště	počet výstupů ze zavřených ramen	0.519	p = 0.001
			36			OFT	explorace	0.510	p = 0.001
			46			OFT	explorace	0.387	p = 0.004
39	Careau <i>et al.</i> , 2015	čipmank východní (<i>Tamias striatus</i>)	299	min 2	rozmezí 2006 - 2009	- Manipulační test ve vaku	krotkost	0.258	CI = 0.223 - 0.319
			228	min 2	rozmezí 2004 - 2011	- OFT	explorace	0.397	CI = 0.320 - 0.559
40	Caruso <i>et al.</i> , 2014	potkan obecný (<i>Rattus norvegicus</i> , Sprague–Dawley) *	53	4	20 dní	Explorační aréna	lokomoce	0.75	p < 0.05
41	Dochtermann <i>et al.</i> , 2012	tarbíkomyš Merriamova (<i>Dipodomys merriami</i>)	51	min 2	mezi březnem a zářím	Test se zrcadlovým obrazem	agrese	0.609	CI = 0.461 - 0.717
			44			Přítomnost čichového podnětu od predátora	odvaha	0.415	CI = 0.216 - 0.562
42	Jenkins, 2011	tarbíkomyš Merriamova	29	2	3 měsíce	Dřevěná aréna s připojenými	hromadění potravy	0.027	CI = 0–

	<i>(Dipodomys merriami)</i> - samice				hnízdíšti		0.355		
	tarbíkomyš Merriamova <i>(Dipodomys merriami)</i> - samci	41	2	4 měsíce			0.467	CI = 201– 0.663	
	tarbíkomyš Ordova (<i>Dipodomys Ordii</i>) - samice	8	2	5 měsíců			0.068	CI = 0– 0.662	
	tarbíkomyš Ordova (<i>Dipodomys Ordii</i>) - samci	16	2	6 měsíců			0.858	CI = 0.641– 0.945	
43	Korpela <i>et al.</i> , 2011	norník rudý (<i>Myodes glareolus</i>)	192	2	3 týdny	Jednosměrné zrcadlo: agresivní chování vůči mláďatům	frekvence útoků	0.992	p = 0.001
							čas strávený útokem	0.939	p = 0.013
							míra agrese	0.64	p = 0.001
							čas strávený v kontaktu s mláďaty	0.975	p = 0.000
							počet napadených mláďat	0.639	p = 0.026
							latence k očichání mláďat	0.959	p = 0.000
							latence k napadení mláďat	0.902	p = 0.012
							čas strávený očicháváním mláďat	0.994	p = 0.027
							počet čichání	0.722	p = 0.016

					Riskování	čas strávený aktivně	0.722	p = 0.000
						latence k pohybu	0.975	p = 0.000
						latence vynoření	0.925	p = 0.000
					Dřevěné bludiště s 24 přihrádkami	latence k dosažení pilin	0.824	p = 0.000
						latence k příjmu potravy	0.767	p = 0.000
					Test značení močí	latence vynoření po úleku	0.852	p = 0.000
						strnulost	0.76	p = 0.000
						explorace	0.759	p = 0.000
						dominance	0.889	p = 0.000
Montiglio et al., 2010	myš domácí (<i>Mus musculus</i>)	396	1	během jednoho testu	OFT	aktivita	0.612	p < 0.001
	čipmank východní (<i>Tamias striatus</i>) *	426	max 2		OFT	aktivita	0.298	p < 0.001