

Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů
Katedra chemie



Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů

Reprodukce hrabáče *Orycteropus afer*
v evropských zoologických zahradách

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Simona Hejzlarová

Obor studia: Zájmové chovy, KS

Vedoucí práce: Ing. Renata Masopustová, Ph. D.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Reprodukce hrabáče *Orycteropus afer* v evropských zoologických zahradách" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucí diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 18. 04. 2024

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala mé vedoucí práce paní Ing. Renatě Masopustové Ph. D. za vedení mé práce, cenné rady a poskytnuté podklady, které mi umožnily práci vypracovat. Dále bych ráda poděkovala svým rodičům, Alexandru a Michaele Hejzlarovým, kteří mi studium umožnili a podporovali mě po celou dobu studia. Taktéž bych ráda poděkovala svému příteli Jindřichu Zuzákovi za podporu při psaní této práce.

Reprodukce hrabáče *Orycteropus afer* v evropských zoologických zahradách

Souhrn

Hrabáč *Orycteropus afer* je monotypickým taxonem čeledi Orycteropodidae a také je jediným zástupcem řádu Tubulidentata. Tento endemický africký druh obývá stanoviště od subsaharské oblasti až k JAR, ale v posledních desetiletích dochází u některých původně hojných subpopulací k devastaci jejich stanovišť, zejména na východě, západě a ve středních částech Afriky. Proto zde mohou jejich počty v důsledku ztráty potravních zdrojů klesat. Příčinou ústupu z původních lokalit jsou negativní antropogenní vlivy, zejména rozvoj zemědělství a pastevectví. Výskyt hrabáče je striktně limitován sezónní dostupností potravních zdrojů, kterými je několik druhů termitů a mravenců. Právě tato vyhraněná monofágie byla v minulosti pro jeho chov zásadním limitujícím faktorem. V Červeném seznamu ohrožených druhů IUCN je zařazen do kategorie LC - Least Concern, tedy druh málo dotčený, avšak skutečný stav volně žijící populace není znám, protože žije velmi skrytým způsobem života a terénní pozorování jsou velmi obtížná.

Problematika reprodukce hrabáče v lidské péči byla vždy řešena prioritně, protože se dlouhá léta nedařilo úspěšně odchovávat mláďata. Samice mají dvojitou dělohu a pásovitou placentu, délka březosti trvá dle zkušeností chovatelů cca 8 měsíců. Podle mnoha fyziologických a etologických adaptací patří hrabáči k tzv. K-stratégům, proto musejí energii získávanou z chudých potravních zdrojů investovat více do růstu a přežívání, než do rozmnožování. Samice hrabáče odchová za život jen několik potomků a během jedné gravidity porodí jen jedno relativně samostatné mládě. Jeho odchov však vyžaduje z její strany velké množství času a energie, kterou nemůže dělit mezi vícečetné vrhy.

Práce se prioritně zaměřila na analýzu evropského chovu hrabáče, s bližším zaměřením na reprodukci, na věkové rozložení obou pohlaví v evropské populaci a také na problematiku obtížných odchovů mláďat. Z analýzy Evropské plemenné knihy bylo zjištěno, že počátky chovů hrabáče se datují již od roku 1912. Až do roku 2012 bylo v Evropě chováno 212 jedinců. Věková pyramida všech žijících jedinců ukázala, že k roku 2012 žilo v evropských zoo celkem 48 hrabáčů - 20 samců, 27 samic a 1 jedinec s neurčeným pohlavím. Z celkového počtu chovaných jedinců bylo tedy 41,7 % samců a 56,3 % samic, což lze u takto vzácně chovaného a soliterně žijícího druhu charakterizovat jako relativně příznivý stav – poměr pohlaví byl cca 1:1.

Optimální věk pro zapojení dospívajících jedinců do reprodukce je 4 až 16 let. Výpočty bylo zjištěno, že samice jsou schopné v tomto věkovém rozmezí zabřeznout a porodit mládě. Minimální věk samice při porodu byl zaznamenán v 2,1 roku života a maximální 18,7 letech, medián byl stanoven na 8,1 let.

Do roku 2012 bylo úspěšně odchováno v Evropě 49 mláďat a 81 mláďat se narodilo mrtvých nebo uhynulo několik dní po narození. Zatímco se v 60. letech 20. století dařilo vzácně odchovat jen několik mláďat, koncem 70. let byly snahy chovatelů úspěšnější a podařilo se vychovat již 10 mláďat. Díky novým informacím o biologii druhu a lépe nastavenému managementu chovu, kde klíčové bylo sestavení optimální krmné dávky, přinesl začátek 21. století očekávané výsledky - od roku 2000 do roku 2012 se narodilo již 63 mláďat, i když 32 z nich se dožilo méně než 1 roku života. Počet porodů se oproti historii postupně zvyšoval a dospívající jedinci se začali zapojovat do reprodukce. Statistickými výpočty byla potvrzena první hypotéza, že populace hrabáče v evropském chovu měla výrazně rostoucí charakter až od

roku 2000. Z výsledků je patrný rostoucí trend chovu a také vyšší úspěšnost odchovů. Lze tedy předpokládat, že v příštích letech mohou početní stavy hrabáčů v lidské péči stoupat.

Dalšími analýzami byla zjišťována závislost věku matky při porodu na přežití mláděte. Při hodnocení vlivu věku matky na přežití mláděte byla pomocí chí- kvadrát testu zjištěna statisticky neprůkazná závislost a tato hypotéza byla zamítnuta. Je tedy možné usuzovat, že přežití mláděte není závislé na věku matky při porodu. Ke statisticky významnému výsledku by bylo však vhodné získat více dat z nově aktualizované plemenné knihy k roku 2023, která však prozatím není k dispozici, a zkoumat působení také dalších aspektů, které mohou životaschopnost mláďat ovlivnit, protože u mnoha druhů je prokázáno, že s přibývajícím věkem samice získává zkušenosti potřebné k péči o mládě.

Pro statistické vyhodnocení třetí hypotézy byl použit chí- kvadrát test. Do výpočtů bylo zařazeno z celkem 130 mláďat narozených v lidské péči jen 102 jedinců, u kterých bylo známé pohlaví – tedy 46 samců a 56 samic. Z tohoto počtu bylo 26, 5 % neúspěšně odchovaných samců a 27,5 % neúspěšně odchovaných samic. Je však nutné brát v úvahu, že data byla získána za celou dobu chovu hrabáčů - tedy za 100 let. V případě datování tak v posledních desetiletích počty porodů i úspěšně odchovaných mláďat stoupaly na rozdíl od stagnace v počátcích chovů. Chybějící zkušenosti v začátcích reprodukce hrabáčů v lidské péči zásadně ovlivňovaly, a to může celkový pohled na průběh reprodukce zkreslit. Z tohoto výsledku je možné hypotézu zamítnout a lze tedy tvrdit, že úspěšnost přežití mláděte po porodu není ovlivněná jeho pohlavím.

Z hlediska ochrany tohoto vzácného a velmi těžce chovatelného druhu je nutné jeho stavy v rámci záchranných chovných programů *ex situ* udržet co nejvíce životaschopné, i když je to náročný a složitý úkol. Zásadní podmínkou zachování kvalitních chovů se zdravými a reprodukce schopnými jedinci je vhodně nastavený management, který musí být dlouhodobě plánovaný tak, aby bylo možné efektivně využít celý genetický potenciál pokud možno co nejméně příbuzných jedinců a zapojovat do reprodukce i zvířata, která prozatím žila v jednopohlavních chovech nebo se ještě neměla možnost do rozmnožování zasáhnout.

Klíčová slova: hrabáč, *Orycteropodidae*, reprodukce, gravidita, evropské chovy

Reproduction of Aardvark *Orycteropus afer* in European zoos

Summary

Aardvark *Orycteropus afer* is a monotypic taxon of the family Orycteropodidae and is also the only species of the order Tubulidentata. This endemic African species inhabits sub-Saharan regions as far south as South Africa, but in recent decades some formerly abundant subpopulations have experienced habitat decline, especially in eastern, western and central parts of Africa. Therefore, their numbers may decrease here due to the loss of food resources. The reason for the retreat from the original locations is due to negative anthropogenic causes, especially the expansion of agriculture and pastoralism. The occurrence of this burrowing species is strictly limited by the seasonal availability of food sources, which are several species of termites and ants. It was this pronounced monophagy that was a major limiting factor in its breeding success in the past. In the IUCN Red List of Threatened Species, it is included in the LC - Least Concern category but the true state of the wild population is unknown, because it lives a very secretive way of life and field observations are very difficult.

The problem of the reproduction of the aardvarks in human care has always been addressed as a priority, because for many years it has not been possible to successfully raise cubs. Females have a double uterus and a band-shaped placenta and the length of pregnancy lasts about 8 months according to breeders' experience. According to many physiological and ethological adaptations, burrowers belong to the so-called K-strategists, therefore they have to invest the energy obtained from poor food sources more in growth and survival than in reproduction. A female shrew will raise only a few offspring in her lifetime and will give birth to only one relatively independent cub during one pregnancy. However, raising it requires a large amount of time and energy on her part, which she cannot divide between multiple litters

The work primarily focused on the analysis of the European breeding of the aardvark, with a closer focus on reproduction, on the age distribution of both sexes in the European population, and also on the issue of difficult rearing of cubs. From the analysis of the European pedigree book, it was found that the beginnings of the breeding of the aardvark date back to 1912. Until 2012, 212 adults individuals had been bred in Europe. An age pyramid of all living individuals showed that, as of 2012, there were a total of 48 aardvarks living in European zoos - 20 males, 27 females and 1 individual of indeterminate sex. Of the total number of bred individuals, 41.7% were males and 56.3% were females, which can be characterized as a favorable condition for such a rarely bred and solitary living species - the sex ratio was approximately 1:1.

The optimal age for the involvement of adolescents in reproduction is 4 to 16 years. Calculations have shown that females are able to conceive and give birth to cub within this age range. The minimum age of the female at birth was recorded at 2.1 years of life and the maximum at 18.7 years, the median was set at 8.1 years.

By 2012, 50 cubs had been successfully reared in Europe and 80 cubs were still born dead or died within days of birth. While in the 1960s it was rare to raise only a few cubs, at the end of the

1970s the breeders' efforts were more successful and they managed to raise 10 cubs. Thanks to new information about the biology of the species and better management of breeding, the key was to create an optimal feed ration and at the beginning of the 21st century it brought the exceptional results - from 2000 to 2012, 63 cubs were born, although 32 of them lived less than 1 year of life. The number of births gradually increased compared to previous years, and adolescent individuals began to engage in reproduction. The first hypothesis was confirmed by statistical calculations, that the population of ruffed grouse in European breeding had a significantly increasing character only since 2000. The results show an increasing breeding trend as well as a higher breeding success rate. It can therefore be assumed that in the coming years the number of aardvarks in human care may increase.

Further analyzes determined the dependence of the mother's age on cub survival. When evaluating it, a statistically inconclusive result was detected using the chi-square test, and this hypothesis was rejected. It is therefore possible to conclude that the surviving of the cubs does not depend on the age of the mother at time of birth. However, for a statistically significant result, it would be advisable to obtain more data from the newly updated breeding book for the year 2023, which is not yet available, and to investigate the effect of other aspects that can affect the viability of the cubs, since in many species it is proven that as the female ages, she gains the experience needed to care for the cubs.

The chi-square test was used for the statistical evaluation of the third hypothesis. Out of a total of 130 cubs born in human care, only 102 individuals whose gender was known were included in the calculations - i.e. 46 males and 56 females. Of this number, 26.5% were unsuccessfully bred males and 27.5% were unsuccessfully bred females. However, it is necessary to take into account that the data were obtained for the entire time of breeding records - i.e. for 100 years. In recent decades, the number of births and successfully reared young have risen in contrast to early breeding records. The lack of knowledge and experience in the early days affected the reproduction of aardvarks in human care, and this can distort the overall view of the course of reproduction. From this result, the hypothesis can be rejected, and it can therefore be claimed that the success rate of survival of the young after birth is not influenced by its gender.

From the point of view of the protection of this rare and difficult to breed species, it is necessary to keep its conditions as viable as possible within the ex situ rescue breeding programs, even if it is a demanding and complex task. A fundamental condition for maintaining high-quality breeding with healthy and reproductively capable individuals is appropriately set management, which must be planned for the long term so that it is possible to effectively use the entire genetic potential of as few related individuals as possible and to involve in reproduction even individuals who have lived in single-sex breeding for the time being or they have not yet had the opportunity to intervene in reproduction.

Keywords: Aadvark, *Orycteropodidae*, reproduction, gravidity, European breeds

Obsah

1	Úvod	11
2	Vědecké hypotézy a cíle práce	12
2.1	Cíle práce	12
2.1.1	Stanovené hypotézy	12
3	Literární rešerše	14
3.1	Fylogeneze řádu Tubulidentata	14
3.2	Vývoj taxonomického zařazení hrabáče	15
3.2.1	Taxonomické zařazení podle Willson and Reeder (2005).....	15
3.3	Výskyt hrabáče ve volné přírodě	17
3.3.1	Zoogeografie hrabáče.....	17
3.3.2	Obývané biotopy	18
3.3.3	Závislost výskytu hrabáče na vodním zdroji	18
3.3.4	Hustota volně žijící populace.....	19
3.4	Anatomie a morfologie hrabáče	20
3.4.1	Kosterní soustava hrabáče.....	21
3.4.2	Dentice hrabáče.....	22
3.5	Biologie hrabáče	23
3.5.1	Jacobsonův orgán.....	23
3.5.2	Potravní strategie hrabáče	24
3.6	Etologie hrabáče	25
3.6.1	Semifosoriální způsob života hrabáče	26
3.6.2	Sociální chování hrabáče	26
3.7	Reprodukce hrabáče	27
3.7.1	Březost	28
3.7.2	Porod	28
3.7.3	Složení mateřského mléka	29
3.7.4	Péče o potomky.....	29

3.7.5	Odchov v lidské péči.....	29
3.8	Ohrožení hrabáče ve volné přírodě	31
3.9	Ochrana hrabáče <i>ex situ</i>	33
3.9.1	Chov v zoologických zahradách	33
3.9.2	Enrichment podle Hamilton et al., 2020	34
3.10	Ochrana hrabáče <i>in situ</i>	36
4	Materiály	37
4.1	Vědecké hypotézy	37
4.2	Materiály použité k řešení první hypotézy	37
4.3	Materiály použité k řešení druhé hypotézy	37
4.4	Materiály použité k řešení třetí hypotézy	37
5	Metodika	38
5.1	Metodika pro první hypotézu	38
5.2	Metodika pro druhou hypotézu	38
5.3	Metodika pro třetí hypotézu	39
6	Výsledky	40
6.1	Výsledky pro první hypotézu	40
6.2	Výsledky pro druhou hypotézu.....	46
6.2.1	Věk matky při porodu	46
6.2.2	Chí-kvadrát test	47
6.3	Výsledky pro třetí hypotézu	49
6.3.1	Chí- kvadrát test.....	50
7	Diskuze	52
7.1	Diskuze k první hypotéze.....	54
7.2	Diskuze k druhé hypotéze.....	55
7.3	Diskuze k třetí hypotéze.....	56
8	Závěr	57
9	Literatura.....	58
9.1	Literární zdroje	58

9.2	Internetové zdroje	62
10	Samostatné přílohy	63

1 Úvod

Orycteropus afer je savec s úzkou potravní specializací; myrmekofágií. Jakožto potravní specialista je závislý na dostatku potravních zdrojů (Taylor et al. 2018; Bosch, 2023). Pro získávání své potravy (mravenců a termitů) se u hrabáče vyvinuly četné adaptace například: protažené rostrum, lepkavý jazyk, vyšší množství slinných žláz a mohutné přední končetiny uzpůsobené k rozhrabávání termitišť (Endo et al., 2012). Kromě narušování hnízd termitů slouží zástupcům tohoto druhu přední končetiny také k vyhrabávání nor, díky čemuž je hrabáč považován za tzv. půdního inženýra. Jeho nory poskytují úkryt nejen hrabáčům, ale opuštěné nory slouží jako útočiště pro celou řadu dalších druhů živočichů například pro: prasata bradavičnatá *Phacochoerus africanus*, hyenky hřivnaté *Proteles cristatus*, dikobrazy obecné *Hystrix cristata* a i další druhy hlodavců, dokonce pro některé druhy ptáků, plazů nebo i netopýry (Taylor & Skinner, 2003; Knöthig, 2005). Hrabáč je tedy pro přírodu přínosný v mnoha směrech: regulace populací mravenců a termitů, vytváří úkryty pro jiné druhy a také kypří půdu a napomáhá tak šíření a uchycení mnoha druhům rostlin (Hausmann et al. 2018; Taylor et al. 2018; Mapuru, 2021).

V současné době jsme svědky mnoha klimatických změn. Hrabáč je prozatím podle IUCN druh označený jako „Least concern“ ve volném překladu jako druh málo dotčený (IUCN, 2024). Toto označení je však zavádějící, jelikož přesné stavy populací hrabáče v Africe nejsou pro jeho obtížné pozorování známy. Mezi faktory, které mohou mít vliv na počet volně žijících jedinců, kromě klimatických změn patří také degradace stanovišť vlivem antropogenní činnosti a samozřejmě jako většinu volně žijících druhů ohrožuje také pytláctví za účelem získání masa či za léčitelskými účely (Wojick et al., 2018; Rey et al., 2017; Phakoago et al., 2024).

Hrabáč je oblíbeným druhem v zoologických zahradách. Počátky jeho chovu sahají až do druhé poloviny 19. století. Reprodukce hrabáče zprvu neměla velké úspěchy. Nedařilo se odchovat mláďata a docházelo často k jejich poranění či odmítnutí matkou. Tyto skutečnosti byly způsobené hlavně nevhodnými chovatelskými podmínkami (Goldman CA, 1986). Hrabáči vyžadují speciální světelný režim, jedná se totiž o soumravná až noční zvířata. Nadále vyžadují dostatek prostoru v ubikacích a správné uskupení jedinců v jednom výběhu (Knöthig, 2005; Svábik, 2022). Jedinci mohou být chováni i v párech, i když ve volné přírodě jsou solitérní. V případě uskupení více jedinců se ukázalo vhodné samici ponechat samotnou při období březosti a odchovu mláďatek. Kromě samoty matky pomohl úspěšnosti chovu také ruční odchov mláďat (Parys et al. 2012; Pohlová et al. 2014).

2 Vědecké hypotézy a cíle práce

2.1 Cíle práce

Cílem této práce bude sumarizovat dostupné informace o biologii druhu *Orycteropus afer*, které napomáhají zoologům pro vytváření co nejvhodnějších podmínek v jeho chovu v náhradní lidské péči. Práce bude obsahovat dvě části; literární rešerši a výzkumnou část.

Literární rešerše bude mít za úkol shrnout dosavadní celosvětové poznatky o biologii druhu, taxonomickém zařazení, fylogenetickém vývoji a také informace o jeho současném ohrožení a chovu hrabáče v lidské péči. Podstatnou součástí chovu hrabáče v lidské péči jsou problémy s úspěchy a neúspěchy odchodu v zoologických zahradách. Proto bude reprodukce hlavním tématem této práce. Důležité bude sumarizovat údaje o reprodukčním chování jedinců, sociálním uskupení, detekci a délce březosti a samozřejmě o porodu a odchovu mláďat.

Výzkumná část bude zaměřena na úspěšnost evropského chovu a tedy především reprodukci jedinců, chovaných v Evropě. Data budou pocházet od jedinců, kteří byli do evropského chovu hrabáče řazeni od začátku chovu- 1912 do roku 2012. Data budou graficky znázorněna a zaměřena na: počet všech chovaných jedinců, jejich začlenění do časové osy chovu, rozdělení dle pohlaví a také bude provedeno sestavení grafu žijících jedinců v roce 2012 a jejich věková struktura.

Dále se práce zaměří na počet jedinců narozených v lidské péči a na jejich úspěšnost odchovu. Získané informace budou graficky znázorněny a týkat se budou konkrétně: počtu narozených mláďat v lidské péči, poměru pohlaví narozených jedinců a jejich úspěšnost odchovu. Úspěšnosti odchovu mláďat se bude týkat také statistická část práce, která bude ověřovat aspekty, ovlivňující jejich případný odchov mláďat.

2.1.1 Stanovené hypotézy

V práci byly stanovené tři hypotézy, které se týkaly početních stavů hrabáče *Orycteropus afer* chovaných v lidské péči, konkrétně jedinců chovaných v evropských chovech.

První hypotéza byla stanovena takto:“ Lze předpokládat, že populace hrabáčů chovaná v Evropě bude mít od roku 1912 do roku 2000 velmi pomalý nárůst v důsledku minimální reprodukce v lidské péči. Do roku 2012 se však stavy budou zvyšovat na základě stoupajícího počtu úspěšně odchovaných mláďat v následujících generacích“.

Úkolem první hypotézy bylo ověřit zlepšování kvality chovatelských podmínek, ve kterých jsou hrabáči chováni. Na toto by měl dle předpokladů poukazovat nárůst populací a úspěšnost reprodukce jedinců i v lidské péči. Z počátku chovu se dařilo držet při životě pouze některé jedince přivezené z volné přírody. S postupem času se začaly chovatelské podmínky zlepšovat a dařila se i reprodukce druhu. Pro tyto skutečnosti bylo předpokládáno, že populace chovaných jedinců bude mít rostoucí trend. Mimo početnosti bylo cílem i znázornit rozdělení jedinců dle pohlaví, věku a zaměřit se na mláďata a jejich životaschopnost v historii chovu.

Druhá hypotéza byla určena takto: „Úspěšnost odchovu mláděte závisí na věku samice při porodu“.

Druhá hypotéza měla za úkol potvrdit či vyvrátit závislost věku matky na životaschopnosti jejího mláděte. V případě, že by tento vliv byl potvrzen, bylo by možné eliminovat neúspěšné odchovy. Mohl by být dalšími studii stanoven věk, ve kterém by samice ve vyšším věku byly vyřazeny z chovu.

Třetí hypotéza zněla: „Úspěšnost přežití mláděte je závislá na jeho pohlaví“.

Tato hypotéza měla za úkol ověřit, zda pohlaví mláděte ovlivňuje jeho přežití po porodu. Tento aspekt je sice člověkem neovlivnitelný, avšak může to být další poznatek ke zlepšení reprodukce tohoto druhu v lidské péči.

3 Literární rešerše

3.1 Fylogeneze řádu Tubulidentata

Zástupci řádu hrabáči Tubulidentata tvořili starobylou linii, která se patrně v křídě (145 - 65 milionů let př. n. l.) oddělila od skupiny Condylarthra (Roček, 2002). Historie tohoto řádu sahá zřejmě do časného terciéru (Špinar, 1984). Nejstarší hrabáči rodu *Myorycteropus* (viz příloha č. 1, obrázek č. 4) byli doloženi ze spodního miocénu (před 23 – 18,5 miliony let), zatímco recentní rod *Orycteropus* je známý až ze svrchního miocénu (před 11 - 4,5 miliony let). Fosilní pozůstatky prvního zástupce rodu *Orycteropus* byl *Orycteropus gaudryi* (viz příloha č. 2, obrázek č. 5) a pocházel z řeckého ostrova Samos. Další nálezy byly také z lokalit současného Íránu nebo také z Turecka (Berlioz et al. 2020).

Za archaické znaky, svědčící o jejich dávném původu, lze považovat tzv. negyriřifikovaný mozek (nezvrásněný mozek – zvrásnění mozku zvětšuje plochu a tím také počet neuronů) s malými hemisférami nebo primitivní stavbou sluchové části lebky (Roček, 2002). Původní rozšíření hrabáčů bylo oproti současnému výskytu podle objevených fosilií velmi rozsáhlé, pozůstatky byly nalézány v Africe, Evropě, jihozápadní Asii, na Madagaskaru a také v Severní Americe (Špinar, 1984). Tato rozšíření potvrzují studie Pickford (2005), které sumarizovaly fosilie nalezené nejen v mnoha jihoafrických lokalitách, ale i na zbytku afrického kontinentu, v Eurasii a na indickém subkontinentu. Pozůstatky zubů a kostí hrabáčů byly relativně často nalézány v Langebaanweg, což byla lokalita z raného pliocénu v jižní Africe. Právě díky těmto fosilním nálezům je možné tvrdit, že hrabáči pocházejí z Afriky. Lokality z pozdního miocénu až raného pliocénu (cca před 11- 3,5 miliony lety) přinesly pozůstatky menších druhů hrabáčů (Pickford, 2005). Oproti rozsáhlému výskytu hrabáče během jeho historie je jeho současný výskyt omezen pouze na Afriku jižně od Sahary. Recentní zástupci hrabáčů se vyvinuli z primitivních prakopytníků, o této příbuznosti svědčí struktura mozku, bubínkové dutiny, stavba chrupu, kostry a svalů (Špinar, 1984).

V Eurasii přežili hrabáči pravděpodobně do konce středního miocénu. Pozůstatky z oblasti Langebaanweg vykazovaly četné velikostní rozdíly. Možným vysvětlením těchto odlišností je, že fosilie patřily nejméně dvěma nebo třem druhům hrabáče a to předkovi současného *Orycteropus afer*, středně velkému *Orycteropus guilielmi* a většímu druhu známému z Lukeina. Nálezy z Evropy patřily několika vyhynulým druhům, které vyhynuly koncem miocénu, nejpozději začátkem pliocénu (před 8 - 5 miliony lety). V Africe se utvořily tři linie hrabáčů, které se ke konci miocénu sloučily do jediné (Pickford, 2005). Dalším pozoruhodným nálezem byl druh, který byl nalezen v severním Čadu a byl pojmenován *Orycteropus abundulafus*. Jednalo se o fosilii z mio-pliocénu střední Afriky. Tento zástupce se vyznačoval robustním chrupem (Lehmann et al. 2005).

3.2 Vývoj taxonomického zařazení hrabáče

Hrabáči byli původně řazeni do řádu Edentata, studie však ukázaly, že tento řád je uskupení vzájemně nepříbuzných skupin (Roček, 2002). Podle G. Cuviera 1817 byli mezi chudozubé kromě hrabáčů řazeni také lenochodi Tardigrades, Édentésordinaires (pásovci, luskouni, mravenečníci, hrabáči) a ptakořitní Monotrèmes (Cuvier, 1817). V následujícím století G. Simpson 1945 zavedl při klasifikaci nové taxonomické kategorizace jako je například nadtřída, podtřída, nadřád, podřád a další. Jeho systematika zařadila hrabáče mezi Eutheria do samostatného řádu Tubulidentata (Simpson, 1945). Na sympoziu Mammal Phylogeny, které se uskutečnilo v Sorrentu roku 2002, bylo předloženo mnoho poznatků podložených sekvenčními daty. Množství těchto sekvenčních dat dodalo konkrétní poznatky o vnitřním uspořádání samostatných řádů. Sekvence mitochondriální DNA a genomické analýzy přispěly k těmto již zmíněným sekvenčním analýzám, a v 80. letech 20. století poskytly podklady ke vzniku 4 oddělených skupin; Afrotheria, Xenarthra, Euarchontoglires a Laurasiatheria. Skupina Afrotheria zahrnuje řády savců z afrického kontinentu, kde jsou kromě Tubulidentata také Afrosoricida, Macroscelidea, Proboscidea, Hyracoidea a Sirenia (Jong et al. 1981; Fejfar, 2005; Lehmann, 2009). V posledních letech se upustilo od užívání druhového jména přívlastku „kapský“ a používá se pouze rodové jméno, jelikož se jedná o monofyletický rod a tudíž není třeba tento jediný druh dále specifikovat (Masopustová, 2014).

3.2.1 Taxonomické zařazení podle Willson and Reeder (2005)

Říše: živočichové Animalia (Linnaeus, 1758)

Kmen: strunatci Chordata (Bateson, 1885)

Třída: savci Mammalia (Linnaeus, 1758)

Řád: Tubulidentata (Huxley, 1872)

Čeleď: Orycteropodidae (Gray, 1821)

Rod: *Orycteropus* (Cuvier, 1798)

Druh: *Orycteropus afer* (Pallas, 1766)

Tento jediný recentní druh zahrnuje v současnosti celkem 17 poddruhů:

- *Orycteropus afer afer* (Pallas, 1766)
- *Orycteropus afer adametzi* (Grote, 1921)
- *Orycteropus afer aethiopicus* (Sundevall, 1843)
- *Orycteropus afer angolensis* (Zukowsky and Haltenorth, 1957)
- *Orycteropus afer erikssoni* (Loennberg, 1906)
- *Orycteropus afer faradjius* (Hatt, 1932)
- *Orycteropus afer haussanus* (Matschie, 1900)
- *Orycteropus afer kordofanicus* (Rothschild, 1927)

- *Orycteropus afer lademanni* (Grote, 1911)
- *Orycteropus afer leptodon* (Hirst, 1906)
- *Orycteropus afer matschiei* (Grote, 1921)
- *Orycteropus afer observandus* (Grote, 1921)
- *Orycteropus afer ruvanensis* (Grote, 1921)
- *Orycteropus afer senegalensis* (Lesson, 1840)
- *Orycteropus afer somalicus* (Lydekker, 1908)
- *Orycteropus afer wardi* (Lydekker, 1908)
- *Orycteropus afer Weneri* (Matschie, 1998)

Poddruhy jsou rozlišovány především na základě hustoty osrstění, zbarvení specifických oblastí těla, délkou prstů, ocasu a ušního boltce, popřípadě také kvůli odlišnému tvaru a velikosti rostra, lebky a dentice (Pohlová et al. 2014).

3.3 Výskyt hrabáče ve volné přírodě

3.3.1 Zoogeografie hrabáče

Hrabáč *Orycteropus afer* je endemickým druhem Afriky. Na tomto kontinentu je rozšířen směrem na jih od pouště Sahara. Jako vyhraněnému monofágovi je jeho výskyt striktně vázaný především na dostupnost potravy, kterou tvoří vybrané druhy mravenců a termitů. Druhy této kořisti se různí v závislosti na dané lokalitě (Van Aarde et al. 1990). Hrabáč se v rámci svých mnoha poddruhů vyskytuje v celé řadě afrických států- Angola, Benin, Botswana, Burkina, Faso, Burundi, Kamerun, Středoafrická republika, Čad, Kongo, Kongo Demokratická republika, Pobřeží slonoviny, Džibutsko, Rovnicková Guinea, Eritrea, Eswatini, Etiopie, Gabon, Gambie, Ghana, Guinea, Guinea- Bissau, Keňa, Libérie, Malawi, Mali, Mauritánie, Mosambik, Namibie, Niger, Nigérie, Rwanda, Senegal, Sierra Leone, Somálsko, Jižní Súdán, Tanzanie, Uganda, Zambie, Zimbabwe. Nepotvrzený výskyt je i v Lesothu a Súdánu. Celková plocha výskytu hrabáče je vyměřena na cca 28 000 000 km². Výskyt druhu je podmíněn nejen dostupností potravy, ale dále také dostupností vodních zdrojů a strukturou půdy, proto se zástupci druhu nevyskytují v pouštních biotopech Sahary a Namib. Objevují se však v otevřených lesech, křovinách a nově i v deštných pralesech, kde ale jejich rozšíření není tak hojné jako v jiných biotopech. Hrabáči se vyskytují v nadmořské výšce do 3 200 m. n. m., kam byli v minulosti postupně vytlačeni člověkem a našli tam odpovídající potravní zdroje (Taylor & Lehmann, 2015).



Obrázek č. 1 Znárodnění mapy výskytu hrabáče k roku 2015 *Orycteropus afer* ve volné přírodě. Zdroj: <<https://www.iucnredlist.org/species/41504/21286437#geographic-range>>

3.3.2 Obývané biotopy

Přirozená stanoviště jižní Afriky, ve kterých se hrabáč vyskytuje, jsou tvořena zejména otevřenými lesy, loukami a také křovinami. Nevyskytují se v hustých lesích, pouštích ani ve skalnatých horských oblastech (viz příloha č. 3, obrázek č. 6), (Mapuru, 2021). Jedná se o noční solitérní savce, kteří jsou podle průzkumu schopni se za jeden den (noc) přemístit nejčastěji o 2 km, avšak při nedostatku potravy jsou schopni ujít až 30 km. Informace z odlišné studie uvádí ušlou vzdálenost za jednu noc a to 4 až 7 km. Na území obývaném hrabáči se vyskytují jejich přirození predátoři, mezi které patří například lvi *Panthera leo*, leopardi *Panthera pardus* a hyeny zejména hyena skvrnitá *Crocuta crocuta*. Lovení jsou spíše slabší a starší jedinci, které mohou ohrožovat také gepardi *Acinonyx jubatus* a divocí psi *Lycaon pictus*. Bylo také hlášeno, že někteří velcí jedinci krajty *Python sebae* usmrtily hrabáče. Krajty snadno proniknou do nory hrabáčů a sežerou jejich potomky. Avšak hrabáči jsou ve volné přírodě zabíjeni spíše zřídka a to díky jejich velmi obezřetnému chování (Van Aarde et al. 1990; Knöthig, 2005; Pohlová et al. 2014; Patoka et al. 2018).

Pro svou potřebu norovat se vyhýbají oblastem se skalnatou půdou nebo oblastem, kde je vysoká hladina podzemní vody, jako jsou například mokřady (viz příloha č. 3). Vyskytují se ale na některých místech například v záplavových oblastech, které poskytují písčnou a kyprou půdu optimální k hrabání a zvířata tam mají dostatek potravy (Knöthig, 2005; Mapuru, 2021).

3.3.3 Závislost výskytu hrabáče na vodním zdroji

Výskyt hrabáče je také úzce spjat s dostupností vodních zdrojů, jedinci tohoto druhu jsou totiž závislí na pravidelném přístupu k vodě. Tyto zdroje jsou však, bohužel, ovlivňovány současnými klimatickými změnami. Suchých oblastí přibývá také ve stávajících lokalitách s výskytem hrabáče, jako jsou oblasti Karoo a Kalahari v jižní Africe. Hrabáči sice nepijí často a většinu vody přijímají z potravy, ale i tak je vodní zdroj pro ně nepostradatelný. Při pozorování ve volné přírodě bylo zjištěno, že s průměrnou denní aktivitou cca 8 hodin, pije jedinec jednou za 24 hodin. Zpozorovat hrabáče při pití je tedy poměrně vzácné. Frekvence pití u tohoto druhu závisí také na ročním období (střídání období sucha/dešťů) a také na dostupnosti a druhu potravy. Studie z polosuchých regionů ukázaly, že v Karoo dominovali v dietě mravenci, zatímco ve vyprahlejších lokalitách pouště Kalahari převládali v potravě termity, kteří představovali pro hrabáče v tomto případě více než 90 % denního příjmu vody. Nízkou frekvenci pití vykazují i jiné myrmekofágní druhy živočichů, kteří žijí v podobném biotopu. V Africe je to například hyenka hřivnatá *Proteles cristata* nebo v Panamě v Jižní Americe mravenečník dvouprstý *Cyclopes didactylus* přijímají většinu vody z mravenčí potravy. Hrabáči díky své noční aktivitě velmi efektivně hospodaří s vodou. Při nočních teplotách, které jsou nižší než za teplých dní, se z jejich těla neodpařuje přílišné množství tekutin. Během dne jsou jedinci ukryti v norách, kde mají příznivé mikroklima a odpar vody je zde také minimální. Potřeba vody se však může zvýšit při nedostatku potravy, kdy jsou hrabáči nuceni potravu vyhledávat i přes den. Fyziologicky ani anatomicky nebyly ledviny hrabáče prozatím podrobně zkoumány, ale zdá se, že postrádají struktury specifické pro zachování vody. Tato neschopnost koncentrovat moč v kombinaci s jejich málo častým pitím také naznačuje, že příjem vody z většiny pokrývá voda získaná z potravy (Bernard & Peinke, 1993; Masopustová, 2014; Taylor et al. 2018; Bosch, 2023).

3.3.4 Hustota volně žijící populace

Aktuální populační trendy hrabáčů ve volné přírodě nejsou známy (Masopustová, 2014; IUCN, 2023). Již ve studii (Masopustová, 2014) bylo podle informací z Červeného seznamu IUCN uvedeno, že stav volně žijící populace hrabáče k roku 2012 je charakterizován jako Not evaluated- „neznámý“. V současné době je tento stav v Červeném seznamu IUCN stále charakterizovaný jako „neznámý“-Unknown. V jižní Africe se předpokládá, že ke snižování počtů jedinců není mnoho důvodů, kromě přirozených odchylek v důsledku proměnlivosti stanovišť. Zatímco ve střední, západní a východní Africe by mohlo ke snižování početnosti docházet z důvodu rozšiřování lidských populací a tím úbytku přirozeného prostředí a také kvůli lovu pro maso (Masopustová, 2014; IUCN, 2023).

3.4 Anatomie a morfologie hrabáče

Hrabáč je na první pohled svým vzhledem nápadný. Jeho tělo je zavalité, s výrazným dlouhým čenichem, velkými ušními boltci a dlouhým svalnatým ocasem (viz příloha č. 5, obrázek č. 8). Prodloužený čenich je zakončen uzavíratelnými nozdrami, které jedinci zavírají pomocí chloupků a svalů, což je zřejmou adaptací na život v norách. Tělo je kryté silnou kůží, která je řídko pokrytá štětinami. Zbarvení štětín je na těle světlé, na končetinách tmavší a na hlavě a ocasu srst přechází až do barvy bílé. Na předních končetinách se nacházejí čtyři prsty, zatímco na zadních končetinách mají prstů pět. Všechny prsty na končetinách jsou zakončeny malými kopýtky. Ve velikosti těla je nevýrazný pohlavní dimorfismus, samci jsou obvykle těžší a větší než samice. Samice mají také světlejší hlavu a jejich špička ocasu je jasně bílá. Barva osrstění je však velmi individuální. Tělesné rozměry se pohybují v rozmezí; celková délka těla 140 až 220 cm, délka ocasu 44 až 71 cm, délka ušního boltce 13 až 24 cm, tělesná hmotnost 40 až 100 kg (Shoshani et al. 1988; Cilliers, S. 2002; Knöthig, 2005).



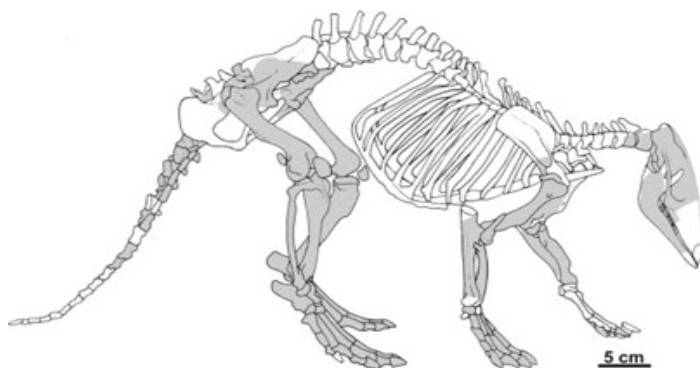
Obrázek č. 2: Znázornění morfologie dospělého hrabáče *Orycteropus afer*. Zdroj: <<https://www.zoopraha.cz/aktualne/novinky-u-zvirat/14194-v-africkem-dome-je-k-videni-nova-samice-hrabace>>

Hrabáči nemají podkožní vrstvu tuku, což je jedním z důvodů jejich života v norách, aby neměli přílišný problém s termoregulací. Tělesná teplota je proměnlivá, nejčastěji se pohybuje v rozmezí od 32,2 °C do 34 °C, v létě je to cca od 34,5 °C do 37,5 °C a v zimních měsících od 33,5 °C do 37,5 °C. Život v norách chrání hrabáče před velkými výkyvy teplot, které v jejich přirozeném prostředí jsou výrazné mezi dnem a nocí. Mláďata se rodí holá téměř bez srsti a nejintenzivnější ochlupení jim narůstá zhruba v prvním roce života. Srst je velmi hrubá, podobná štětinám. Kůže je silná a odolná proti případnému kousnutí mravenci či termity (Knöthig, 2005; Kleiman et al., 2010; Weyer, 2018).

Žaludek hrabáčů má jednoduchou stavbu a jeho stěnu tvoří silné svalstvo, sloužící ke zpracování hmyzí potravy. Oproti jiným hmyzožravým savcům mají hrabáči větší slepé střevo (Melton, 1976; Knöthig, 2005).

3.4.1 Kosterní soustava hrabáče

U kosterní soustavy *Orycteropus afer* se během evoluce vyvinula unikátní morfologická přizpůsobení. Přední končetiny zesílily kvůli hrabání a hloubení nor a podzemnímu způsobu života (viz příloha č. 4, obrázek č. 7). Hrabáči mají důmyslný mechanismus ovládnutí ocasu, který svým pohybem napomáhá při hloubení nor, které jsou pro tento druh nedělitelnou součástí života, a proto se této činnosti nepřizpůsobily pouze přední končetiny, ale také páteř, která přispívá pohybem obratlů a samozřejmě také mohutné pažní svalstvo. Svaly zapojené do hrabání nor jsou flexory ramene, extensory lokte a flexory karpu. Tento pohyb zahrnuje flexi ramene a lokte, ale ne karpu (Endo et al., 2012). Zadní končetiny jsou viditelně delší než přední. Mezi druhým, třetím a čtvrtým prstem jsou blány, které pomáhají vyhrabávání zeminy ven z nory (Knöthig, 2005; Masopustová, 2014).



Obrázek č. 3: Znárodnění kosterní soustavy hrabáče *Orycteropus afer*. Zdroj:

<<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1631068305001946>>

Jak již bylo výše zmíněno, k hrabání je přizpůsobena také páteř, která se k této namáhavé činnosti adaptovala svým členěním. Obratlový vzorec hrabáče je C 7, T 13, L 8, S 6, Ca 25 až 28, celkem tedy 62 až 65 obratlů. Zajímavá je také absence volných žeber (Shoshani et al. 1988).

3.4.2 Dentice hrabáče

Název Tubulidentata dala hrabáčům právě ojedinělá stavba dentice. Lebka hrabáče se vyznačuje protaženým rostrem. V ústní dutině je uložen dlouhý, zploštělý jazyk, který měří 25- 30 cm. Díky silně vyvinutým slinným žlázám je jazyk lepkavý a má tak adhezivní účinek potřebný při lovení potravy. Potravu hrabáči přijímají jazykem a v ústní dutině je rozmělnují třením o kožní „hřebeny“ na horním patře. Zuby těchto myrmekofágů dorůstají nepřetržitě po celý život jedince. Jsou srostlé do dentinových sloupců, které vystupují jako trubičky, rostou na základech zubů a postrádají sklovinu. Kryje je pouze cement. Dentinové trubičky vyrůstají do hustě usazených šestihranných hranolů a jsou obklopeny sloupci dentinu. Uprostřed tohoto hranolu je kanálek vyplněný zubní dřevní a celý takový zub má cementové pouzdro. Embrya a kojenci mají kompletní chrup, zatímco u dospělých jedinců jsou některé zuby zredukovány - řezáky a špičáky jsou rudimentární, jejich zubní vzorec je tedy $\frac{0023}{0023}$. Nicméně nadpočetné premoláry jsou u jedinců běžné. Premoláry a stoličky jsou uloženy v zadní části protaženého rostra a slouží k rozdrčení exoskeletů termitů a mravenců (McNab 1984; Shoshani et al. 1988; Knöthig, 2005; Masopustová, 2014; Wojick et al., 2018; Christman et al., 2022).

Onemocnění ústní dutiny či deformace zubů jsou častou příčinou morbiditativy hrabáčů chovaných v lidské péči, avšak účinná prevence není ještě příliš známá. Existuje vysoká pravděpodobnost, že u většiny jedinců tohoto druhu je během života diagnostikováno onemocnění zubů. Orální onemocnění je v chovech v zoologických zahradách poměrně časté i u mladých jedinců již od věku dvou let. Malá ústa a protáhlá lebka mohou také velmi ztěžovat intraorální zubní vyšetření. Nicméně v posledních dvou desetiletích dochází ke zlepšení kolektivních znalostí a managementu chovu hrabáčů, což přispívá i ke změnám v prevenci onemocnění a jeho případné závažnosti (Christman et al., 2022).

3.5 Biologie hrabáče

Hrabáči jsou savci s výhradně noční aktivitou. Pro tuto skutečnost bylo často diskutováno o jejich barvosleposti. Oči jsou proporcčně poměrně malé. Studie Knöthig (2005) pracuje s verzí barvosleposti hrabáčů a to na základě informace, že se sítnice skládá pouze z tyčinek, které jsou citlivé na světlo. Barvoslepost však nebyla prokazatelně potvrzena. Mozek hrabáčů je primitivní, podobný jako u kopytníků. Dominantními smysly jsou čich a sluch. Čichový lalok je zvětšený, protože citlivý čich je důležitý pro přesnou lokalizaci termitů. Dalším důležitým smyslem je sluch, který je u tohoto druhu také velmi dobře vyvinutý. Velké ušní boltce pravděpodobně přispívají k dobrému zachycení zvukových vjemů, ale také mají svou funkci při termoregulaci organismu. Jedinci se ve volné přírodě mohou dožít cca 18 let. V chovu v lidské péči jsou záznamy o samici, která se dožila 16 let a přivedla na svět 11 mládřat a samec, který se dožil 24 let a zplodil 18 mládřat (Shoshani et al. 1988; Knöthig, 2005; Berlioz et al. 2020). Podle práce Masopustová, 2014 se 11 % samců z evropského i amerického chovu dožilo věku od 18 do 29 let a tohoto věku dosáhlo také 5 % samic. V současné době lze tedy věk okolo 20 let považovat za poměrně běžný.

3.5.1 Jacobsonův orgán

Jacobsonův orgán je anatomická struktura uložená v nosních přepážkách u široké škály živočišných druhů. U většiny dnešních savců je tento orgán, také nazýván vomeronazální orgán a je rudimentární. U hrabáčů je orgán uložen v chrupavčitém pouzdře na dně nosní dutiny. Nejrozvinutější je u hlodavců, dále pak u přežvýkavců, méně pak u masožravců. U primátů se stává velmi malým a u člověka již vymizel úplně. Slouží jako sekundární čichový orgán a jeho nervy mají přímé zakončení na pomocných čichových synapsích s napojením do mozkového centra, které řídí sexuální chování. Hlavní funkcí je detekce sexuálních feromonů. Orgán je někdy nazýván také jako „šestý smysl“ nebo „Jacobsonovy varhany“ podle vzhledu své stavby (Shoshani et al. 1988; Stoddart, 2000).

Chrupavky Jacobsonova orgánu jsou u hrabáče primitivní a čichová komora je zvětšená; protože čich je vedle sluchu hlavním smyslem hrabáčů. Díky Jacobsonovu orgánu mohou jedinci přijímat pachy ústní dutinou (Shoshani et al. 1988; Masopustová, 2014).

3.5.2 Potravní strategie hrabáče

Hrabáč je úzkým potravním specialistou tzv. monofágem, konkrétně se jedná o myrmekofáguii. Téměř do konce 19. století nebyla dieta těchto velkých myrmekofágů příliš prozkoumána a byla založena na omezeném množství informací získaných z obsahů žaludku a ze složení stolice. Tyto vzorky navíc pocházely pouze od několika málo jedinců chovaných v lidské péči. Podrobné pozorování volně žijících jedinců nebylo do té doby důkladně provedeno (Shoshani et al., 1988). Pozdější studie přinesly poznatky z volné přírody o složení potravy hrabáčů. Mravenci představují dominantní složku jejich potravy, a to ve všech ročních obdobích a na všech zkoumaných stanovištích v jižním Karoo. Rodová rozmanitost mravenců je značná a je ovlivněná stanovištěm a ročním obdobím (Lindsey & Skinner, 2000). Díky studii Taylor et al. (2002) bylo zjištěno, že nejčastěji konzumovaným druhem mravenců byl *Anoplolepis custodiens* ve všech ročních obdobích a v zimě narostl počet konzumovaných termitů *Trinervitermes trinervoides*.

U hrabáče se vyvinuly morfologické adaptace k získávání potravy. První adaptací je dlouhý červovitý jazyk s lepkavými slinami, na které se mravenci a termiti přilepí. Druhou takovou adaptací jsou mohutné „drápy“ na končetinách, které pomáhají narušit hnízda mravenců a termitů a proniknout tak přímo k potravě (Masopustová, 2014; Wenker et al., 2019).

Druhá preference, jak již bylo zmíněno, se liší podle lokality a ročního období, především v závislosti na vlhkosti vzduchu. V savanách se hrabáči živí termity rodu *Trinervitermes*, *Cubitermes* a *Macrotermes* a v deštných pralesích upřednostňují *Macrotermes* a *Hodotermes*. Dále také konzumují často rody *Odontotermes*, *Microtermes* a *Pseudacanthotermes* (Knöthig, 2005). Hrabáči narušují hnízda termitů svými drápy a vytvoří v termitišti dutinu. Termiti se snaží rychle napravit škody a díky tomu je hrabáč snadno zachytí svým lepkavým jazykem (Masopustová, 2014). Tohoto způsobu lovu využívají hyenky hřivnaté *Proteles cristatus*, které se také živí termity, avšak nejsou schopné narušit strukturu termitiště. Nozdry hrabáče mohou být uzavřeny svalovou kontrakcí, aby se zamezilo vniknutí termitů do čenichu. Termiti jsou citliví na světlo, proto jsou aktivní převážně v noci, kdy mají zvýšenou aktivitu a také se rojí, to je dalším důvodem noční aktivity hrabáče. Během deštivých měsíců se hrabáči živí převážně mravenci, oblíbenými rody jsou *Anoplepis*, *Camponotus*, *Crematogaster* a *Dorylus*. V některých oblastech jsou mravenci početnější a stávají se pro hrabáče hlavní potravou. Byly popsány případy, kdy se jedinci živili i hmyzem z podřádu *Saltatoria* a brouky (řád *Coleoptera*), dokonce je hlášena i konzumace myší. Dalším zajímavým komponentem hrabáčovy diety ve volné přírodě je africký druh okurky tzv. „podzemní okurka“ *Cucumis humifructus* rostoucí pod zemí. V jižní Africe tuto plodinu nazývají „hrabáčí okurka“, která často roste v okolí nor hrabáčů. Místní obyvatelé věří, že hrabáči schválně zahrabávají jádra těchto tykví pod zem a zúrodňují tím své pole. Zahrabávání semen je však spíše náhodné, protože hrabáči zahrabávají pod zeminu své výkaly, které často obsahují nestrávená semena této rostliny (Knöthig, 2005).

3.6 Etologie hrabáče

Hrabáč je soliterní druh se soumráchnou až noční aktivitou, kdy její vrchol bývá večer a okolo půlnoci (Van Aarde et al., 1990; Knöthig, 2005; Goździewska-Harłajczuk et al. 2018). Aktivita hrabáče během dne je velmi vzácná, avšak při nedostatku potravy se na lov někdy vydává i ve dne. Studie zabývající se velikostí domovských okrsků hrabáče naznačuje, že teritorialita u tohoto druhu je nevýrazná. Jedinci si pachově značkují svá území, ale agresivní chování mezi jedinci nebylo pozorováno. Absenci teritoriality nasvědčuje i existence oblastí s poměrně vysokou hustotou jedinců, kde se jejich domovské okrsky překrývají. Pouze při nedostatku potravy byly pozorovány agresivní střety mezi jedinci. V oblastech s dobrou dostupností potravy jsou hrabáči alopatričtí a obývají domovský okrsek o rozloze 2- 4,7 km². Sledování hrabáči byli během výzkumu méně aktivní za chladného a suchého počasí, a to v měsících od května do srpna oproti teplým a vlhkým měsícům; od září do dubna (Van Aarde et al. 1990; Knöthig, 2005; Phakoago et al. 2024).

Aridní a polosuchá stanoviště se vyznačují extrémními teplotními výkyvy a nízkými srážkami. Živočichové obývající tato území mají nejrůznější strategie na vyrovnání se s těmito podmínkami. Jednou ze strategií může být například hloubení nor, jako je tomu u hrabáče. Nory mohou jedincům pomoci vyhnout se extrémním výkyvům teplot a poskytnou úkryt před predátory. Vlhkost v norách bývá vyšší oproti vlhkosti vzduchu na povrchu země. Obratlovci žijící v norách jsou tedy chráněni před přílišným odpařováním tekutiny z těla, přičemž v suchých oblastech je odpařování vody zvýšený. Také teplota je v noci v norách vyšší, zatímco na povrchu klesá teplota v některých lokalitách až k bodu mrazu (Knöthig, 2005; Weyer et al., 2020).

Hrabáči vyhrabávají dva typy nor; první noru hloubí při hledání potravy na otevřeném prostranství nebo v termištích a jedná se o tzv. dočasnou noru. Ty jsou poměrně mělké a plošně malé. Druhý typ nory je ve své podstatě hnízdo, ve kterém se hrabáči trvale usazují a samice zde odchovávají mláďata. Tyto nory mohou být delší než 12 m a mají i četné komory, více vstupních míst, boční tunely, větrací otvory apod. V takových větvených norách někdy žije i více jedinců, nejčastěji samice, které zde i rodí mláďata. Kromě těchto výjimečných případů však žije v hnízdní komoře vždy pouze jeden jedinec (Knöthig, 2005; Whittington-Jones et al., 2015; Weyer et al., 2020).

Když hrabáči opouštějí svoji noru, jsou velmi obezřetní. Nejprve se zdržují nehybně kousek od východu z nory a bedlivě naslouchají. Po opuštění nory se ještě chvíli zdržují v její těsné blízkosti a nasávají okolní pachy. To je jeden z hlavních důvodů proč je těžké je ve volné přírodě zpozorovat. Hrabáči jsou dobří plavci, bylo nahlášeno mnoho případů, kdy zvládli přeplavat velké vodní plochy i tekoucí vodu (Knöthig, 2005; Mapuru, 2021).

3.6.1 Semifosoriální způsob života hrabáče

Hrabáči jsou často považováni za tzv. ekosystémové inženýry, protože svým norováním narušují půdu, čímž potencionálně mění dostupnost zdrojů a ovlivňují životní podmínky ostatních druhů. Vyhrabané nory mohou silně ovlivňovat i místní flóru, konkrétně prostřednictvím změněných chemických a fyzikálních vlastností půdy a zlepšením jejich mikroklimatických podmínek. Druhá rozmanitost rostlin byla pozorována u starších nor vyšší než u nových nahrabaných pahorků. Nejvíce druhů rostlin bylo napočítáno u čerstvě vykopaných nor. Nejen hrabáči ale i ostatní savci, kteří budují podzemní nory, mohou zvyšovat heterogenitu v krajině. Norování může umožnit uchycení mnoha druhů rostlin, které by se jinak v krajině mohly jen stěží udržet. Zvyšuje tak druhové bohatství krajiny a podporuje se tak měnící druhové složení. Nory mohou zlepšit fyzikální vlastnosti půdy jako je provzdušněnost, teplota, textura půdy a rychlost infiltrace vody. Přehrabování půdy také mění chemické vlastnosti půdy, včetně obsahu organické hmoty a obecně živin. Jak již bylo zmíněno, nory slouží také jako rezervoár semen rostlin a vody (Hausmann et al. 2018; Mapuru, 2021).

Hrabáči si nory budují sami a také se často stěhují. Jejich opuštěných nor pak využívá celá řada dalších živočišných druhů. Nejvíce těchto opuštěných nor využívají prasata bradavičnatá *Phacochoerus africanus*, která jsou v některých oblastech na těchto opuštěných norách přímo závislá. Opuštěná doupata obývají také hyeny, šakalové, syslové, ježci, zajíci, ženetky, dikobrazi, mangusty a také některé druhy ptáků, plazi nebo i netopýři. Další ekologický význam tohoto druhu a jeho budování nor je ten, že nory poskytují úkryt živočichům například při požárech a podobných hrozbách (Taylor & Skinner, 2003; Knöthig, 2005; Bosch, 2023).

3.6.2 Sociální chování hrabáče

Ve volné přírodě jsou hrabáči striktní samotáři. Vnitrodruhová komunikace zahrnuje očichávání a občasné chrochtání. Svá území si značkují feromony, které vylučují z pachových žláz uložených u genitálií. Při nedostatku potravy se jejich domovské okrsky mohou překrývat, avšak v takových případech byla pozorována i agrese mezi jedinci a některé takové střety byly dokonce smrtelné. V případě extrémního strachu mohou jedinci tzv. „plakat“, ale většinou jsou tišší. Jsou u nich občas popisovány zvuky podobné zvukům hrocha obojživelného *Hippopotamus amphibius* avšak méně hlasitě (Knöthig, 2005; Phakoago et al. 2024). Časté je také agonistické chování, které je běžné v celé živočišné říši. Je to soubor sociálního chování, které jakkoli souvisí s formou agresivních nebo bojových interakcí. Toto chování je důležité i u soliterních druhů jako je hrabáč. Můžeme do tohoto chování řadit tři základní složky a to; hrozbu, agresi a podřízenost. Nejčastěji se toto chování vyskytuje, pokud jde o určitý zdroj. Hrabáči tedy nejčastěji agonistické chování používají u potravních zdrojů a to v různé míře (Young, 2022).

3.7 Reprodukce hrabáče

Podle publikovaných údajů o fyziologických a etologických adaptacích hrabáče, patří tento druh tzv. K-stratégům. Velká část života K-stratégů se odehrává v hustotě blízké nosné kapacitě prostředí, které je potom nazýváno jako K-selektující stanoviště (Townsend et al., 2010).

U hrabáčů byla předpokládána polygamie, protože samci ve volné přírodě vyhledávají samice pouze během období rozmnožování a po zbytek sezóny se potulují samostatně (Shoshani et al. 1988). V lidské péči dosahují jedinci pohlavní dospělosti ve věku 2 let, přičemž věk dožití může být až 27 let (Knöthig, 2005).

Děloha samice hrabáče je velmi primitivní a je párová. Říje se projevuje otokem vulvy, někdy je viditelný i výtok. Samčí pachové žlázy, uložené ve varlatech, vylučují silné pižmo. Obě pohlaví mají pachové žlázy také na předloktí a bocích. Zdá se, že ve volné přírodě se doba rozmnožování liší. V jižním Kongu se hrabáci pářili od dubna do května a v jižní Africe a v Etiopii se od května do června rodí mláďata. V době páření samci zůstávají společně se samicemi, ale jen krátce. Během této doby samec i samice sdílejí noru (Knöthig, 2005). Různým obdobím páření odpovídá i odlišnost času porodů, která se ve volné přírodě časově liší v závislosti na lokalitě; od května do července v jižní Africe, od května do srpna v Botswaně, od října do listopadu v Ugandě a od května do června v Etiopii. Porody ve střední Africe se údajně vyskytují na začátku druhého období dešťů od října do listopadu. Porody v lidské péči byly hlášeny během všech měsíců, avšak s vrcholy v únoru, březnu a červnu (Shoshani et al. 1988).

Reprodukční anatomie samců hrabáče je poměrně odlišná oproti jiným savcům (viz příloha č. 8, obrázek č. 11). Nejvýraznější odlišnosti jsou výrazné vnější pachové žlázy, které jsou často mylně zaměňovány za varlata. Varlata mohou být uložena v šourku nebo mohou být intraabdominální, a sestupují do tříselného kanálu. V případě tohoto sestoupení mohou částečně ležet v přilehlém podkožním prostoru uvnitř šourku. Varlata hrabáčů jsou tedy buď intraabdominální, nebo jsou sestoupená těsně mimo břišní dutinu. Mezi vedlejší pohlavní žlázy patří párové semenné váčky, prostata a bulbouretrální žlázy, které jsou hladké a nacházejí se na ventrální straně močové trubice. Histologicky jsou varlata, nadvarlata i prostata podobné pohlavním žlázám jiných savců. Močový měchýř je středně roztažitelný s tenkou stěnou (Wojick et al. 2018).

3.7.1 Březost

Délka březosti byla nejčastěji udávána sedm měsíců (Knöthig, 2005), avšak záznamy o délce březosti se často různí. Zoo Praha uvádí délku březosti 263 dní a například Zoo Amsterdam uvedla rozmezí ze tří pozorovaných případů březosti od 221 do 268 dní. Délka březosti se tedy nejčastěji přibližovala délce osmi měsíců v rozsahu od 210 do 266 dní, v průměru 243 dní (Reason et al. 2005). Díky záznamům ze zoologických zahrad délka březosti odpovídá průměrně osmi měsícům (Masopustová, 2014).

Tělo hrabáčů je zavalité, proto u samic může být někdy obtížné detekovat přes zakulacené břicho známky březosti. Příznaky jsou zvětšené břicho, zvětšená mléčná žláza a produkce sekretu z mléčné žlázy. Ztráta srsti na ploše kolem kořene ocasu byla zaznamenávána v různých stádiích březosti. Výskyt těchto příznaků je časově rozdílný nejen u různých samic, ale i u jedné samice v případě jiné březosti. Pro tyto skutečnosti nejsou tyto příznaky příliš směrodatné k detekci březosti a určení jejího stádia. Mezi další ukazatele patří například nárůst tělesné hmotnosti. Některé zoologické zahrady však nezaznamenaly razantní tělesné přírůstky, v některých případech se jednalo o přírůstek 7 % tělesné hmotnosti za celých 8 měsíců. Dalším úskalím je vysoký stupeň variability denní hodnoty hmotnosti březích i nebřezích samic. Zvýšení tělesné hmotnosti je tedy směrodatné pouze tehdy, pokud je nárůst konzistentní v řadě několika měsíců. Vhodné je když, ošetřovatelé zaznamenávají hmotnost samic pravidelně ve stejnou denní dobu (Reason et al. 2005).

Savčí fetální membrány a placenty se velmi druhově liší v hrubé a jemné struktuře bez zjevného vztahu k životnímu stylu. Informace o placentě hrabáče jsou spíše vzácné. Placenta hrabáčů je obvodová endoteliochoriální, stejně jako je tomu u dalších zástupců skupiny Afrotheria- u slonů a kapustňáků. Placenta se začíná vytvářet po nidaci oplodněného vajíčka (Carter et al. 2004). To, že hrabáci mají endoteliochoriální placentu potvrzuje i druhá vědecká práce Carter & Enderes, 2024.

3.7.2 Porod

Samice hrabáče nejčastěji rodí jedno mládě, dvojčata jsou velmi vzácná, v lidské péči bylo zaznamenáno několik porodů dvojčat a jejich odchov byl i úspěšný (Shoshani et al. 1988; Knöthig, 2005). Ve volné přírodě se mládě rodí s otevřenýma očima a růžovým zbarvením kůže. Novorozenci váží okolo 1,60 kg a měří okolo 55 cm. Rodí se bez srsti, ale s dobře vyvinutými kopýtky. Matka rodí v noře, kterou nijak zvlášť nepřipravuje (Knöthig, 2005; Masopustová, 2014). Tělesné přírůstky ze Zoologické zahrady Frankfurt byly hlášeny nejprve 100-150 g denně po dobu 30 dnů a poté 200- 250 g denně tak, že v 51 dnech života vážilo mládě 9 200 g a měřilo 95 cm (viz příloha č. 7, obrázek č. 10). V Zoo Praha mláďata ve třech měsících života vážila 5,9 - 6,9 kg (Parys et al. 2012, Masopustová, 2014). Byl již popsán i případ císařského řezu u hrabáče a to z důvodu nadměrně velkého plodu. Novorozené mládě potřebovalo zprvu lidskou pomoc, ale od 9. dne života již bylo schopné samo bez pomoci člověka sát mléko a bylo odchováno rodiči (Mutlow & Mutlow, 2008).

3.7.3 Složení mateřského mléka

Znalost přesného složení mateřského mléka je nezbytně nutná pro odchov mláďat v lidské péči, především pak pro umělý odchov mláďate takzvaně z ruky. Mateřské mléko savců se obecně skládá z vody, tuku, cukru, bílkovin a minerálních látek. Poměry těchto živin jsou nejen druhově specifické, ale složení i konzistence mléka se lišili během laktace nebo je také individuální. Proto znalost složení mléka konkrétního druhu a v různých stádiích laktace je pro vývoj mláďate klíčová. Samice hrabáčů mohou kojit svá mláďata i 100 dní (Wenker et al. 2019). Kojení mláďate je zachyceno na fotografii viz příloha č. 6., obrázek č. 9. Ve studii Shoshani et al. 1988 bylo uvedeno složení mateřského mléka: 68,3 % vody, 14,6 % bílkovin, 11,9 % tuku, 3,8 % cukru a 1,5 % popelovin. Novější studie o složení mateřského mléka od Wenker et al. 2019 shromažďovala data od dvou samic hrabáče chovaných v lidské péči v období po porodu, po dobu 3- 32 dní. První vzorky pocházely od samice chované v Zoo ve Filadelfii roku 1992 a druhá samice pocházela ze Zoo Cincinnati v roce 2018. Výzkum byl zaměřen na obsah makroživin (sušina, tuk, bílkoviny, cukr, popeloviny, vápník a fosfor). V průběhu laktace se zvyšovalo množství sušiny od 26 % do 38 %, zvýšil se také obsah tuku, bílkovin i popelovin. Naopak hladina cukru se mírně snížila. Obsah tuku narostl z 6 % až na 20 % a na této hodnotě zůstával konzistentní i ve 3. a 4. měsíci laktace. Podíl vápníku a fosforu stoupl z 10 % na 14 %. Cukr se během 2 měsíců snížil z 2,7 % na cca 2,2 %.

3.7.4 Péče o potomky

Po porodu zůstává mláďe hrabáče ve volné přírodě uvnitř nory cca dva týdny a poté začne matku doprovázet při vyhledávání potravy. V této době matka vyhrabává zhruba jednou týdně nový úkryt. Ve věku tří měsíců přecházejí mláďata na hmyzí dietu. Osamostatňovat se jedinci začínají ve věku 6 měsíců, kdy začínají vyhrabávat i své první nory, které na začátku jsou od té mateřské vzdálené do 25 m. Vyhledávání potravy se mláďe učí od matky, kterou po soumraku následuje při hledání potravy. Vazba mezi matkou a potomkem se uvolňuje až v následujícím období páření. S nástupem tohoto období mladí samečci matku opouštějí, zatímco mladé samičky zůstávají s matkou déle (Shoshani et al. 1988; Knöthig, 2005).

3.7.5 Odchov v lidské péči

Ještě v polovině 20. století bylo velkou vzácností odchovat v lidské péči mláďe hrabáče. Velmi často rodiče novorozence neúmyslně zalehli ve spánku nebo ho jinak poranili. Bylo to také způsobeno držením více jedinců v jedné ubikaci. Oddělení samce od samice již v době březosti vedlo k částečným úspěchům. Některé matky nechtěně mláďata stejně zranily nebo je zanedbávaly či dokonce zavrhly. Zaměstnanci zoo v takových případech novorozence odebrali a snažili se jej odchovat uměle (viz příloha č. 9, obrázek č. 12). Počet porodů s postupem času a vylepšováním chovu narůstal, ale míra přežití mláďat byla stále nízká. Byly zavedeny každodenní ranní kontroly a mláďata byla pravidelně vážena a kontrolována. Také se začaly provádět tzv. „půlnoční kontrolní návštěvy“, kdy alespoň během prvního

měsíce byla mláďata kontrolována ve spánku (viz příloha č. 10, obrázek č. 13), aby nedošlo k jejich zahrabání do podestýlky (Parys et al. 2012; Pohlová et al. 2014).

Chovné programy se začaly stávat úspěšnými až od 60. a 70. let 20. století. Nedávné chovatelské úspěchy pramení z vývoje nových chovatelských technik zahrnující střídavý kombinovaný odchov mláďat pro eliminaci rizik (odmítnutí matkou, zranění mláděte aj.). Od roku 2018 žije v lidské péči cca 100 jedinců druhu. Co se týče odchovu mláďat pomocí kombinované metody nebo zcela umělého odchovu, je jeho nezbytnou součástí znalost správného složení mléčné náhražky. Odchov mláďat z ruky a asistovaný odchov mláďat hrabáče se stal samozřejmostí a vedl k úspěchu v chovu tohoto druhu (viz příloha č. 11, obrázek č. 14). Výrazně tak přispěl k většímu přežívání mláďat (Pohlová et al. 2014; Wenker et al. 2019).

3.8 Ohrožení hrabáče ve volné přírodě

Hrabáč je podle IUCN označen jako druh „LC- Least concern“ tedy jako druh „málo dotčený“, avšak jeho konkrétní početní stavy ve volné přírodě nejsou v současnosti známy (IUCN, 2024). Je také zapsán v Úmluvě o mezinárodním obchodu s ohroženými druhy volně žijících živočichů a planě rostoucích rostlin CITES (Wojcik et al. 2018)

Přežití těchto semifosoriálních savců může ohrozit změna klimatu, a to v důsledku přímých i nepřímých účinků rostoucího oteplování a dlouhých období sucha. Teplejší a sušší stanoviště budou mít přímý dopad na subpopulace hrabáčů prostřednictvím většího tepelného vlivu prostředí a tím zvýšených požadavků organismu na dodání vody. Mezi nepřímé účinky jsou řazeny změny kvality a dostupnosti potravních a dalších zdrojů. Hrabáč se živí mravenci a termity, které by větší teplo a sucho také ovlivnilo a hrabáč by tak musel upravit svou aktivitu a vzorce chování na úkor termoregulace. Jako velcí a dlouhověcí savci se budou muset spoléhat na fyziologickou plasticitu, aby tlumili účinky klimatu (Kleiman et al., 2010; Rey et al. 2017; Phakoago et al. 2024).

Nejnovější studie Makwati et al. (2023) zkoumala, jak hrabáče vnímají místní obyvatelé žijící v jeho přirozeném prostředí. Hrabáči jsou obyvatelstvem vnímáni z hlediska jejich bezpečnosti převážně pozitivně, protože nejsou útoční, ale spíše plaší a žijí velmi skrytě. Jejich početní stavy tak jsou ohroženy hlavně pytláctvím pro maso nebo pro získání částí těla pro domácí použití či k léčitelským účelům. Lov za účelem získání masa byl ve sledované oblasti častý a polovina tázaných mužů uvedla, že jejich maso je velmi chutné. Zhruba 14 % respondentů uvedlo, že prodávají části těl tradičním léčitelům. Ulovit hrabáče není jednoduché a nejčastěji jsou k němu využíváni lovečtí psi pro vystopování jedinců a především prozkoumávání nor. Avšak i navzdory obtížím spojenými s lovem je finanční nabídka dostatečnou motivací. Kromě léčitelů jsou části těl atraktivní i pro běžné obyvatele k výrobě různých druhů léků, kouzel lásky a podobným rituálním účelům. Největším ohrožením pro hrabáče je globální nárůst lidské populace, který má za následek omezení či úplnou ztrátu životního prostoru pro zde žijící subpopulace hrabáčů, ale jsou také hrozbou pro ostatní druhy živočichů. Lidé mohou zasahovat do přírodních stanovišť chovem hospodářských zvířat, pěstováním zemědělských plodin, zvětšování obydlených stanovišť, výstavbou aglomerací aj. Hrabáči mohou být tak považováni za škůdce také kvůli hrabání nor (Cilliers, S. 2002; Makwati et al. 2023). Za jedinou noc je jeden jedinec schopen vyhloubit až 200 nor, což může způsobit rozsáhlé škody, pokud podhrabává zem v blízkosti lidských sídel nebo polí (Makwati et al. 2023). Tato studie je podložena dotazníkovým šetřením s místními obyvateli v oblasti severní KwaZulu-Natal v jižní Africe a údaj o 200 vykopaných norách není podložen jinými studiemi a toto vysoké číslo není tedy podloženo jinými výzkumy.

Ke zvýšení teploty vzduchu a větší proměnlivosti srážek dochází nejen ve velké části Afriky a sucha jsou předpovídana i do budoucna. Nepřímým důsledkem těchto klimatických změn je například změna dostupnosti potravních zdrojů a to i termitů a mravenců (Phakoago et al. 2024). V posledních letech byl tento pokles počtu mravenců a termitů v aridní zóně Kalahari zaznamenán a byl spojen s hladověním a sníženým reprodukčním výkonem u hrabáčů a luskounů. Dalším druhem dotčeným touto klimatickou změnou je také pes ušatý *Otocyon megalotis*, který má však výhodu v tom, že se mimo termitů živí i jinými bezobratlými, plazy i drobnými savci. Živočišné druhy, které podle šířky

potravního spektra lze charakterizovat jako polyfágy, mají obecně lepší šanci přizpůsobit se změnám než monofágové, jakými jsou právě hrabáči (Molete, 2021; Phakoago et al., 2024).

Úbytek populací hrabáčů by mohl mít velký dopad i na ostatní druhy. Jeho nory slouží jako úkryty pro mnoho druhů zvířat a také významně provzdušňuje půdu (Phakoago et al., 2024). Jako myrmekofágové také regulují množství termitů a mravenců v krajině a brání tak jejich případnému přemnožení (Taylor et al., 2018).

3.9 Ochrana hrabáče *ex situ*

Ochrana *ex situ* je obecně chápána jako ochrana živočišných i rostlinných druhů mimo jejich přirozená stanoviště. Zahrnuje především chov a reprodukci v lidské péči, uchování a výzkum genetického materiálu, ale také osvětu obyvatelstva mimo přirozený výskyt daného druhu v podobě vzdělávacích programů, kampaní a dokumentů.

3.9.1 Chov v zoologických zahradách

Hrabáči jsou v zoologických zahradách chováni od roku 1869, ale úspěšným mohl být chov považován až od roku 1962, kdy se v lidské péči narodilo první mládě, a to ještě s velmi nejistými výsledky. Článek Goldman CA, 1986 sumarizoval začátky chovu hrabáče v lidské péči; prvním hrabáčem byl jedinec přivezený do Londýna v roce 1869 a přežil více než 9 let, Newyorská zoologická zahrada vystavila hrabáče roku 1924, do Philadelphie byl dovezen první jedinec roku 1929, Antverpy získali prvního hrabáče v roce 1957, San Diego v roce 1961, Miami v roce 1964, San Antonio a Pittsburgh v roce 1970, Cincinnati v roce 1972. Nejčastějším neúspěchem bylo narození mrtvých mláďat, různá traumata novorozených hrabáčů nebo jejich časná úhyn. Hlavními příčinami úhynu mláďat bylo zavržení matkou nebo netečnost mláďete a tím znemožněná péče ze strany matky (Parys et al., 2012; Wenker et al., 2019). Zmínky o prvním jedinci chovaném v evropské zoologické zahradě shrnuje také práce Knöthig, 2005, která popisuje případ hrabáče, kterého v roce 1869 přivezli z jižní Afriky do ZOO Londýn. Necelých 50 let po umístění prvního hrabáče do londýnské instituce následovalo umístění dalších jedinců do ostatních zoo. Tyto jedince importované z volné přírody však bylo s tehdejšími znalostmi obtížné udržet při životě. Většina z nich brzy uhynula nebo přežívala bez možnosti se rozmnožit (Damen 2002; Damen 2004; Damen 2006).

Další výrazná vlna dovozu hrabáčů nastala v Evropě v polovině 20. století. Většina těchto jedinců pocházela z Namibie. V roce 1962 se Frankfurtská zoologická zahrada stala první institucí na světě, které se podařilo hrabáče rozmnožit. Bohužel, toto mládě přežilo pouhých 5 dní. Následovaly další reprodukční úspěchy i v dalších evropských institucích. Pro zlepšení metod chovu byla založena první evropská plemenná kniha (ESB) Evropskou asociací zoologických zahrad a akvárií (EAZA), (Schoo 2001; Schoo 2008; Schoo 2009; Schoo 2012). Postupem času se počet porodů zvýšil, ale přežití mláďat bylo stále poměrně nízké. Další komplikací v chovu byla obava z vysoké míry příbuzenské plemenitby, z toho důvodu byl povolen v roce 2008 dovoz několika hrabáčů z volné přírody. Tito jedinci pocházeli především z Tanzánie. S novými poznatky o biologii druhu a modernizací jejich ubikací se jejich chov stával postupně úspěšnější. K roku 2012 se v evropských zoologických zahradách nacházelo 51 jedinců (Parys et al., 2012). Mezi příčiny neúspěšnosti chovu patřily většinou nevhodné světelné podmínky v ubikacích, které nerespektovaly noční biorytmus hrabáčů, hlavním problémem však bylo špatné složení náhradní potravy (Masopustová, 2014). Současný chov hrabáče v evropských zoologických zahradách organizuje Evropská plemenná kniha (Damen 2002; Damen 2004; Knöthig, 2005; Damen 2006).

Současné podmínky chovu hrabáčů mohou být díky rostoucímu počtu narozených a odchovaných jedinců považovány za velmi dobré. Ačkoli ve volné přírodě jsou hrabáči spíše samotáři, mimo případného uskupení matky a dcery jsou v některých zoologických zahradách často chováni jedinci pohromadě a jsou vůči sobě velmi tolerantní. Dokonce v lidské péči spí pohromadě ve velmi blízkém kontaktu. Samci jsou někdy oddělováni v období březosti a porodu, kvůli bezpečnosti mláďete. V ubikacích je v některých zoologických zahradách nastaven obrácený světelný režim, aby návštěvníci mohli pozorovat i tyto noční savce. V lidské péči není možné krmit hrabáče termity, ale je poměrně snadné naučit jedince přijímat náhražku, která je tvořena specializovanými směsmi z čerstvého či sušeného hmyzu, vajec, ovesných vloček a mléka. Někdy je do diety pro obohacení přidáváno ovoce. Dříve se do směsi dávalo i několik kapek kyseliny mravenčí, avšak v současnosti se to již neprojektuje. Složení krmné dávky je specifické dle jednotlivých zoo a mnoho zahrad vychází z různých receptur. Nutné je poskytnout co nejvíce krmných stanovišť po celém výběhu a vyvarovat se tak případnému agresivnímu chování (Knöthig, 2005; Svábik, 2022).

Chov hrabáčů v Zoo Praha začal roku 1979 a prvními chovanými jedinci byly samice Bojsa a Nebojsa. Návštěvníci je však mohli spatřit jen výjimečně v horkých letních dnech, mimo tyto chvíle byli jedinci chováni v karanténě a to až do roku 2001. První odchov se podařil roku 1989 (Schoo 2001; Schoo 2008; Schoo 2009; Schoo 2012; Masopustová, 2014).

3.9.2 Enrichment podle Hamilton et al., 2020

Enrichment nebo také obohacování prostředí pro jedince chované v lidské péči se užívá pro zlepšení životní pohody jedinců. Dobrá kondice jedinců má jak fyziologickou, tak také emocionální stránku. Kondice ovlivňuje mimo jiné i reprodukci a celkově tak úspěšnost chovu. Enrichment je nejčastěji cílen na oslovení smyslů převážně hmatu a čichu. Dále je také soustředěn na techniky krmení, konkrétně vyhledávání potravy a přiblížení se shánění kořisti podobnému tomu ve volné přírodě. Každé takové obohacení prostředí musí být pro jedince bezpečné a musí být zkoumán jeho vliv na každého jedince zvlášť. Každé obohacení je nutné hodnotit u jednotlivců zvlášť, může totiž docházet k individuálním rozdílům vnímání. Možností pozorování jedinců a jejich reakcí na enrichment jsou různé technologie například díky kamerovým systémům, které mohou mít buď slabé osvětlení, nebo infračervené kamery a umožní tak sledovat noční aktivitu zvířete a přitom mají minimální dopad na jedince. Po hodnocení reakcí jedinců je na řadě hodnocení kondice jedinců. K tomu slouží mimo jiné i množství glukokortikoidů a hormonů vyloučených v exkrementech.

Předměty, které se používají v ubikacích hrabáčů, mají nejčastěji za úkol stimulovat jedince při získání potravy. Mezi takové předměty mohou patřit papírové trubice, pomalé podavače potravy a gumové hračky naplněné potravou. Jedinci jsou nuceni se k potravě dostávat manipulací jazyku, čenichem i předními končetinami. Dále je možné obohatit prostředí pachem jejich přirozených sousedů, v tomto případě prasat bradavičnatých. Ideální reakcí na enrichment je pokles agonistického a stereotypního chování a zároveň nárůst chování afiliativního, k čemuž během této studie skutečně došlo.

Při využití enrichmentu je v chovu zásadní dodržovat welfare druhu. U hrabáčů je častým úskalím nedostatek prostoru, na kterém jsou jedinci chováni. Vnitřní výběhy bývají často malé a tento nedostatek prostoru může vést ke zhoršení psychického stavu jedinců. Může se objevit stereotypní chování nebo obezita.

3.10 Ochrana hrabáče *in situ*

Ochrana *in situ* volně žijících jedinců se týká ochrany cílené v přirozeném stanoviště výskytu druhu. Mezi formy této ochrany patří: ochrana jedinců v přirozeném prostředí, ochrana obývaných biotopů, zlepšení povědomí o druhu tamního obyvatelstva apod. Studování etologie hrabáče ve volné přírodě je poměrně obtížné vzhledem k jejich obezřetnosti, avšak každá informace může být nápomocná (Parys et al., 2012). Další formou ochrany *in situ* je zlepšení povědomí a pochopení lidí, kteří jsou s daným živočichem v přímém kontaktu a mohou tak trpět jejich drancováním. Případným největším ohrožením, které má v současné době vliv na populace hrabáčů je změna klimatu a úbytek přirozeného prostředí hrabáče, vlivem antropogenní činnosti. Bohužel je i častým případem pytláctví a lov hrabáče pro maso a jiné účely (Wenker et al. 2019; Makwati et al., 2023).

Jak již bylo výše zmíněno hrabáč je savec s noční aktivitou (Cilliers, S. 2002). Je nesnadné je detekovat a sumarizovat tak data o jejich aktuálních počtech. Ohrožující faktory populace hrabáče je ničení biotopů, nelegálním lovem a také změnou klimatu, která může mít vliv tak na dostupnost mravenců a termitů. Hrabáč je v současné době klasifikován jako „málo dotčený“ (Phakoago et al., 2024). V současné době nebyly evidovány žádné záchranné programy, které by byly cílené na hrabáčovu ochranu *in situ*. Je však možné, že některé záchranné programy jsou v přípravě, či probíhají a jsou cíleny například na záchranu biotopů a ne přímo na hrabáče.

4 Materiály

4.1 Vědecké hypotézy

První hypotéza byla zadána takto: „Lze předpokládat, že populace hrabáčů chovaná v Evropě bude mít od roku 1912 do roku 2000 velmi pomalý nárůst v důsledku minimální reprodukce v lidské péči. Do roku 2012 se však stavy budou zvyšovat na základě stoupajícího počtu úspěšně odchovaných mláďat v následujících generacích“.

Druhá hypotéza zněla: „Úspěšnost odchovu mláďete závisí na věku samice při porodu“.

Třetí hypotéza byla zadána: „Úspěšnost přežití mláďete po porodu je závislá na jeho pohlaví“.

4.2 Materiály použité k řešení první hypotézy

Pro řešení první hypotézy byly klíčovým zdrojem informace dostupné z Evropské plemenné knihy hrabáčů European Studbook for the Aardvark *Orycteropus afer*, uzavřené ke dni 31. 12. 2012 (Schoo 2012). Pro tvorbu grafů formou popisné statistiky, k sumarizaci počtů a následnému grafickému znázornění chovaných jedinců v evropském chovu hrabáče byl použitý program Microsoft Excel.

4.3 Materiály použité k řešení druhé hypotézy

K výpočtům závislosti životaschopnosti mláďete na věku matky v evropském chovu hrabáčů byl použitý statistický test Chí- kvadrát test. Data potřebná k výpočtu byla vybrána z Evropské plemenné knihy hrabáčů European Studbook for the Aardvark *Orycteropus afer*, uzavřená ke dni 31. 12. 2012. K výpočtu této závislosti byl vybrán statistický PC program SPSS.

4.4 Materiály použité k řešení třetí hypotézy

K určení závislosti úspěchu odchovu na pohlaví narozeného mláďete byla použita stejná metoda-tedy statistický Pearsonův Chí- kvadrát test. Tento test byl proveden pomocí PC programu SPSS. Tento statistický test umožňuje posoudit závislost mezi dvěma proměnnými. Nejčastěji je používán při vyhodnocování dat z dotazníkového šetření.

5 Metodika

5.1 Metodika pro první hypotézu

Z údajů dostupných z plemenných knih byl vytvořen samostatný dokument, který obsahoval dostupná data o všech jedincích chovaných v evropském chovu hrabáče. Při výpočtech tedy nebylo kalkulováno s jedinci chovanými v Americe a Asii, avšak jsou zde zahrnuti jedinci, kteří byli původně chováni v Evropě a následně přestěhováni na jiný kontinent. V plemenné knize byli od počátků chovů v roce 1912 do konce oku 2012 zapsáni všichni žijící i nežijící hrabáči chovaní v Evropě.

K sumarizaci počtů a následnému grafickému znázornění pomocí popisné statistiky byly vytvořeny grafy chovaných jedinců v evropském chovu hrabáče, které byly vytvořeny v programu Microsoft Excel.

Data o chovaných jedincích v Evropě za celou historii chovu byla shromážděna od roku 1912 do roku 2012. Po tuto dobu bylo v chovu evidováno celkem 212 jedinců. S tímto údajem bylo dále kalkulováno. Tito jedinci byli různého stáří, různého pohlaví a do některých výpočtů byli zařazeni i jedinci s neznámým pohlavím. Tento údaj u některých chovaných jedinců nebyl známý, protože se nejčastěji jednalo o mrtvě narozená mláďata a také o 2 jedince, u kterých pohlaví nebylo v době sběru dat určeno. Země, ve kterých byli hrabáči chováni, byly: Německo, Česká republika, Dánsko, Belgie, Nizozemsko, Švýcarsko, Velká Británie, Itálie, Maďarsko, Španělsko, Polsko. U jedinců byl zkoumán celkový počet jedinců a dále data, týkající se jejich reprodukce - celkový počet narozených mláďat, pohlaví mláďat, počet mrtvě narozených mláďat a počet uhynulých jedinců do 1 roku života.

Sledovány byly tyto aspekty chovu:

- počet chovaných jedinců
- počet jedinců žijících k roku 2012
- počet porodů
- věk samice při porodu
- počet odchovaných mláďat
- závislost přežití mláděte na jeho pohlaví

5.2 Metodika pro druhou hypotézu

Cílem této hypotézy bylo zjistit závislost stáří matky na úspěšnosti odchovu jejího mláděte. V evropském chovu hrabáče se do roku 2012 narodilo celkem 130 mláďat, ale u všech nebyly zjištěny potřebné údaje, u dvou mláďat údaje o věku chyběly. Věk samice při porodu byl známý u 79 samic. Do výpočtů bylo tedy zařazeno 77 jedinců. Údaje o těchto samicích byly zadány do statistického programu SPSS, díky kterému byla následně vytvořena kontingenční tabulka, která shrnula informace potřebné k výpočtu. V tomto případě bylo kalkulováno se dvěma proměnnými - s věkem matky při porodu a přežitím mláděte.

Pro výpočet Pearson Chi- kvadrát testu byly určeny dvě proměnné; X= věk matky, Y= úspěšnost odchovu. Dále pro výpočet bylo potřebné stanovit tzv. marginální četnosti; hodnotu n_i kdy $X=i$, a n_j kdy $Y=j$. n_{ij}

$$n_{i.} = \sum_{j=1}^k n_{ij}, \quad n_{.j} = \sum_{i=1}^l n_{ij}$$

V případě platnosti nulové hypotézy lze očekávané četnosti kombinací, kdy $X=i$ a $Y=j$ značit e_{ij} .

Pro výpočet použijeme vzoreček: $e_{ij} = np_{ij} = np_i p_j = n \frac{n_{i.}}{n} \cdot \frac{n_{.j}}{n} = \frac{n_{i.} \cdot n_{.j}}{n}$

Výpočet chí-kvadrátu:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^l \sum_{j=1}^k \frac{(n_{ij} - e_{ij})^2}{e_{ij}}$$

Nulovou hypotézu lze zamítnout na základě hladiny významnosti α , kdy hodnota testované statistiky χ^2 je vyšší než $100(1 - \alpha)\%$.

Nulová hypotéza je negující k naší hypotéze, v tomto případě:

- H0: První hypotéza: Lze předpokládat, že populace hrabáčů chovaná v Evropě nebude mít od roku 1912 do roku 2000 velmi pomalý nárůst v důsledku minimální reprodukce v lidské péči. Do roku 2012 se stavy nebudou zvyšovat na základě stoupajícího počtu úspěšně odchovaných mláďat v následujících generacích.
- H0: Druhá hypotéza: Úspěšnost odchovu mláďete nezávisí na věku samice.
- H0: Třetí hypotéza: Úspěšnost odchovu mláďete není závislá na pohlaví.

5.3 Metodika pro třetí hypotézu

Třetí hypotéza ověřovala existenci závislosti pohlaví mláďete a jeho schopností přežít. Do výpočtů bylo ze 130 narozených mláďat zařazeno celkem 102, protože u 28 jedinců nebylo známé pohlaví. Stejně jako u předchozí hypotézy, i pro toto ověření byl zvolen Chi- kvadrát test, který je pro dvě závislé proměnné ideální. Díky kontingenční tabulce byli přehledně srovnáni úspěšně a neúspěšně odchovaní jedinci:

- úspěšně odchované samice – 28 jedinců
- neúspěšně odchované samice – 28 jedinců
- úspěšně odchovaní samci – 19 jedinců
- neúspěšně odchovaní samci – 27 jedinců

6 Výsledky

6.1 Výsledky pro první hypotézu

Pomocí grafů byly zaznamenány výsledky potřebné pro první hypotézu, která byla zadána takto: „Lze předpokládat, že populace hrabáčů chovaná v Evropě bude mít od roku 1912 do roku 2000 velmi pomalý nárůst v důsledku minimální reprodukce v lidské péči. Do roku 2012 se však stavy budou zvyšovat na základě stoupajícího počtu úspěšně odchovaných mláďat v následujících generacích“.

Seznam grafů:

Graf č. 1: Početní vývoj populace evropského chovu – od roku 1912 do roku 2012

Graf č. 2: Počet samců a samic v Evropě chovaných do roku 2012

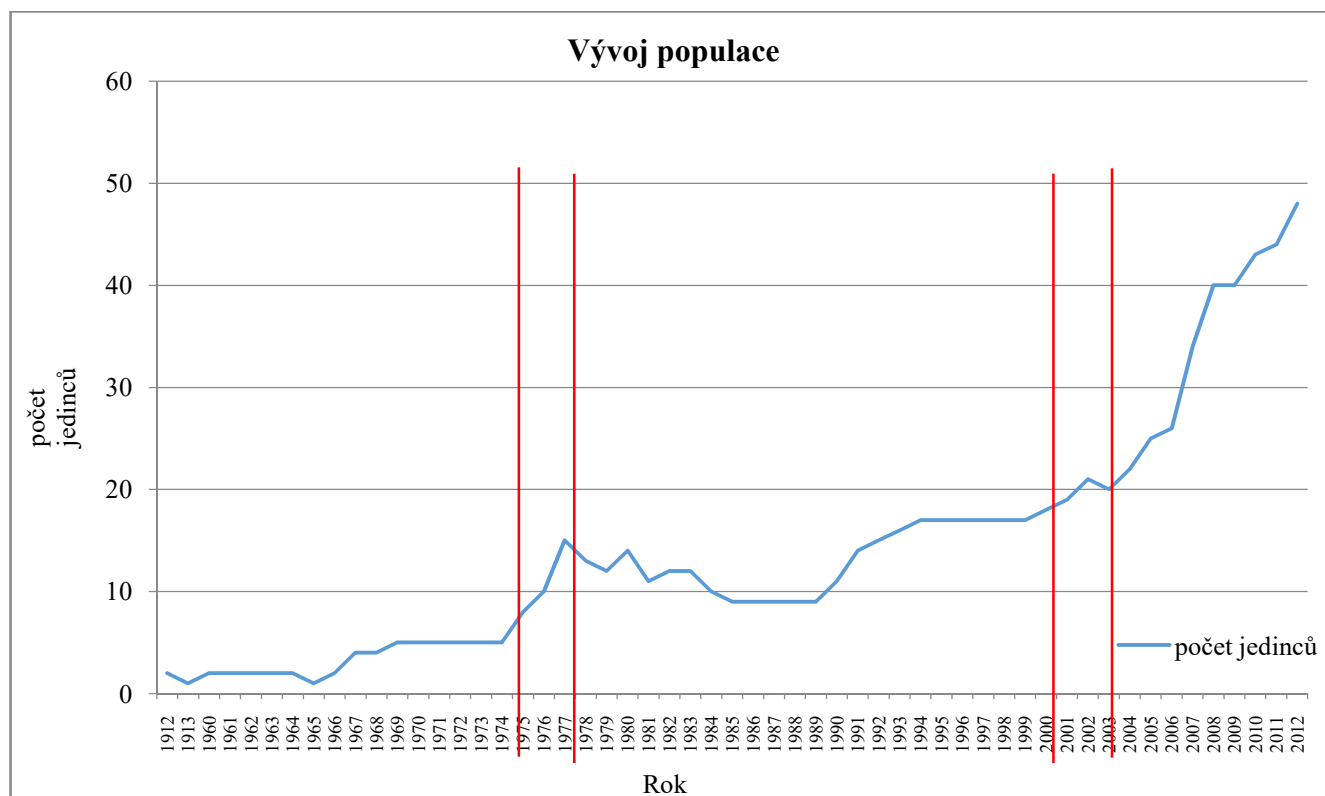
Graf č. 3: Počet žijících samců a samic v Evropě v roce 2012

Graf č. 4: Věková pyramida jedinců v Evropě žijících k roku 2012

Graf č. 5: Mláďata narozená v Evropě dle pohlaví - od roku 1912 do roku 2012

Graf č. 6: Počet mláďat úspěšně a neúspěšně odchovaných v Evropě - do roku 2012

Graf č. 1: POČETNÍ VÝVOJ POPULACE EVROPSKÉHO CHOUVU



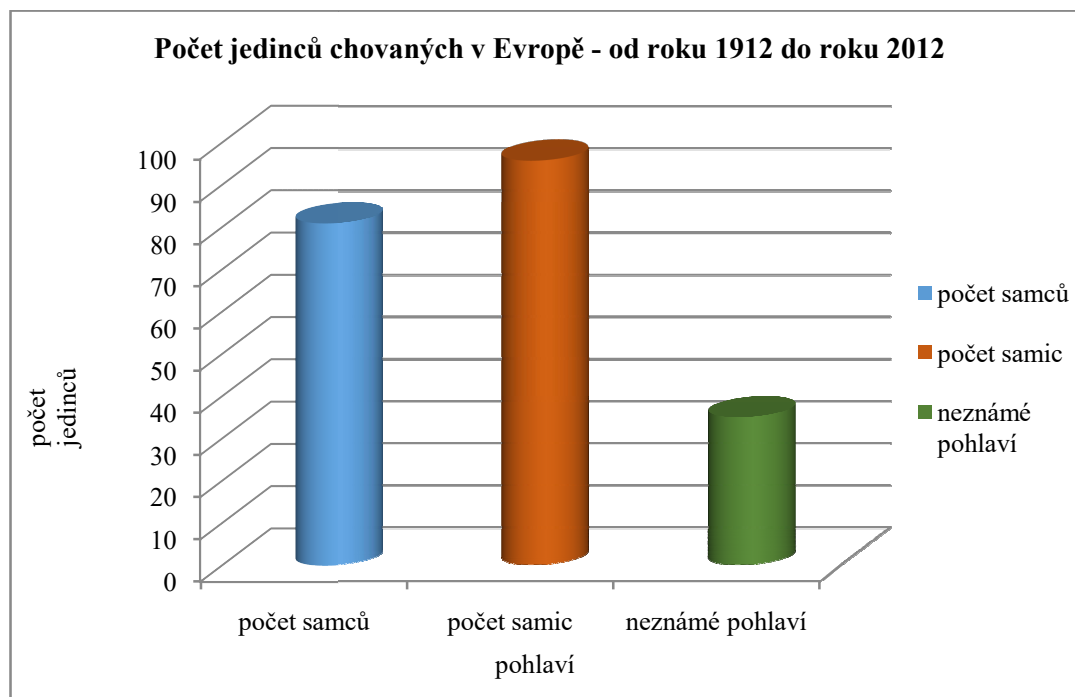
Graf č. 1 znázorňuje vývoj evropské populace hrabáče *Orycteropus afer* od roku 1912 do roku 2012. Prvními hrabáči byli dva jedinci, přivezeni z volné přírody v roce 1910. Graf znázorňuje zjevný nárůst počtu chovaných jedinců v průběhu sledovaného období, a to vlivem zlepšení chovatelských podmínek. V evropském chovu bylo do roku 2012 evidováno celkem 212 jedinců. Detailní informace o datu narození i o datu úhynu bylo zjištěno o 159 z nich. Graf byl sestaven z dat od jedinců, kteří se dožili více než 1 roku života, zbylí hrabáči byli z grafu vyřazeni z důvodu nekompletních dat. Po vynětí těchto uhynulých mláďat byl graf sestaven na základě údajů od 78 jedinců, u kterých je známé datum narození i datum úhynu.

Z výsledků je patrný nárůst počtu chovaných jedinců v několika fázích. První skokový nárůst populace je zřejmý mezi roky 1975 až 1977, kdy bylo do lidské péče dovezeno několik jedinců z volné přírody a kdy se začalo dařit odchovávat první mláďata. Největší nárůst populace je však zřejmý od roku 2000, kdy se narodilo více mláďat, která byla úspěšně odchována. Tito juvenilní jedinci se od roku 2000 začali postupně zapojovat do reprodukce.

Lze tedy potvrdit první hypotézu. Je zřejmé, že populace hrabáče v evropském chovu měla rostoucí charakter a to zejména od roku 2000. Zatímco se v 60. letech 20. století dařilo vzácně odchovat jen několik mláďat, koncem 70. let byl odchov oproti předešlému desetiletí úspěšnější a bylo úspěšně odchováno již 10 mláďat. Následující desetiletí bylo velmi neúspěšné a z 24 narozených mláďat se jich věku nad jeden rok dožila pouze 3 mláďata. Větší úspěchy přinesl začátek 21. století, kdy se od roku 2000 do roku 2012 narodilo 63 mláďat, i když 32 z nich se dožilo méně než 1 roku života. Počet porodů

se oproti historii výrazně zvýšil a chov měl v tomto roce příznivý potenciál pro ještě lepší výsledky v následujících letech.

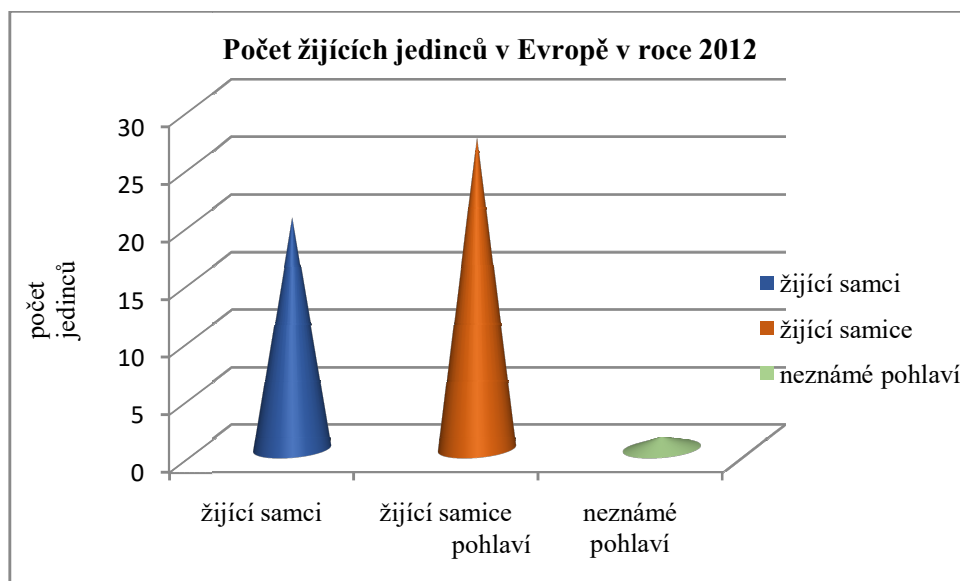
Graf č. 2: POČET SAMCŮ A SAMIC V EVROPĚ CHOVANÝCH DO ROKU 2012



Dle dostupných dat byl vytvořen graf č. 2 všech jedinců, kteří byli chováni v Evropě od roku 1912. V evropském chovu bylo evidováno celkem 212 jedinců. Všichni tyto jedinci byli rozděleni podle pohlaví - celkem bylo v chovu 81 samců a 96 samic, zbylí jedinci byli neznámého pohlaví. Tyto počty se vztahovaly k jedincům, kteří byli v době výzkumu již uhynulí ale i k těm, kteří byli v době uzavření PK v roce 2012 dat žijící.

Z grafu je patrné, že procentuální zastoupení pohlaví všech chovaných jedinců v Evropě bylo- 45,3 % samic, 38,2 % samců a 16,5 % byli jedinci neznámého pohlaví.

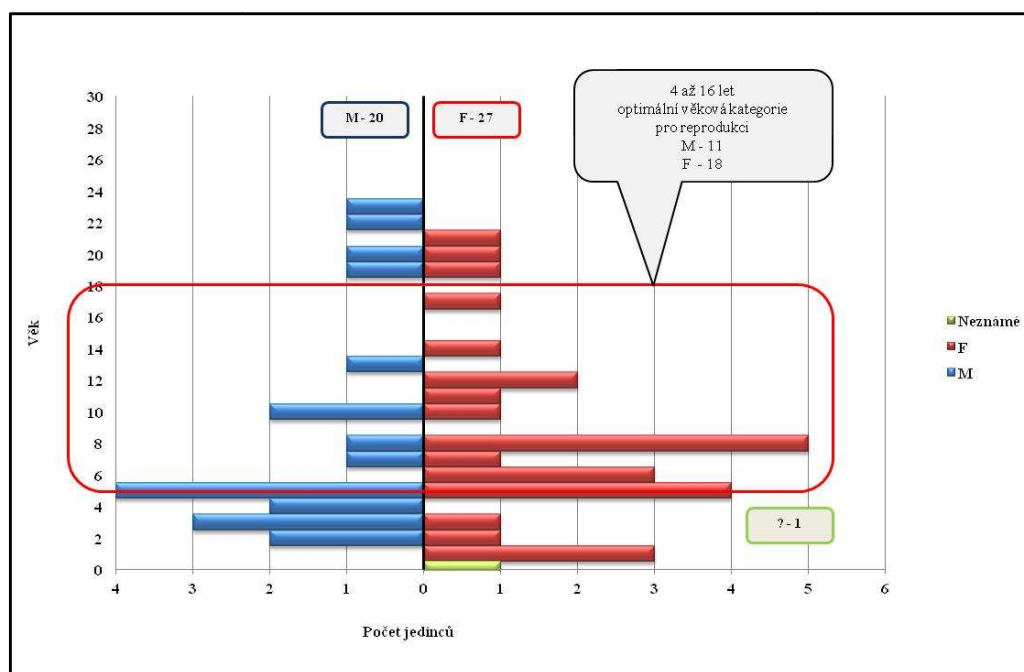
Graf č. 3: POČET ŽIJÍCÍCH SAMCŮ A SAMIC V EVROPĚ- DO ROKU 2012



Graf č. 3 znázorňuje žijící jedince k roku 2012, kterých bylo celkem 48. V roce 2012 tedy žilo v Evropě 20 samců a 27 samic a jeden jedinec neznámého pohlaví.

Z celkového počtu chovaných jedinců v roce 2012 bylo 41,7 % samců a 56,3 % samic, což lze charakterizovat jako příznivý stav – poměr pohlaví u tohoto soliterně žijícího druhu byl cca 1:1.

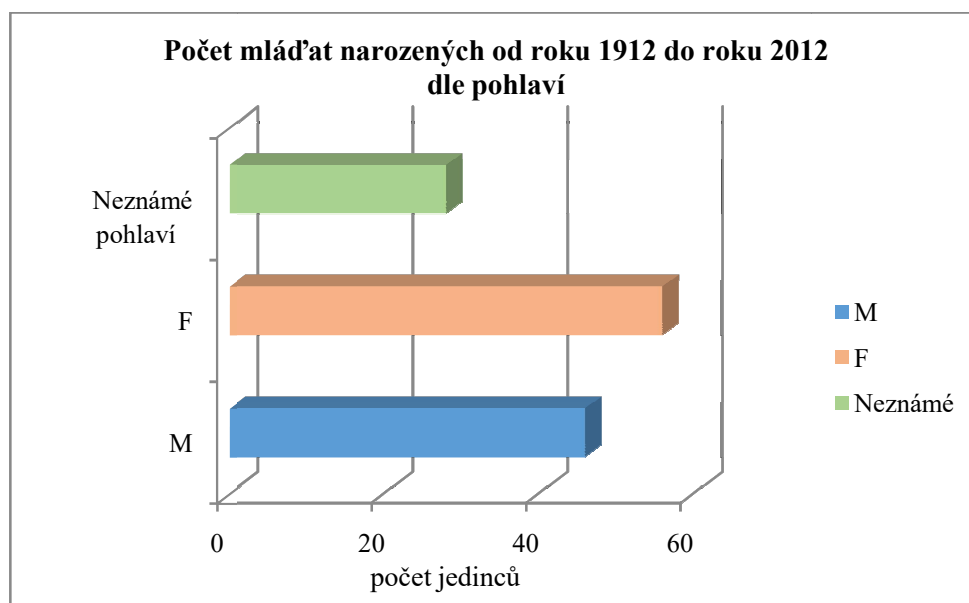
Graf č. 4: VĚKOVÁ PYRAMIDA ŽIJÍCÍCH JEDINCŮ V EVROPĚ- DO ROKU 2012



Graf č. 4 znázorňuje údaje o věku žijících hrabáčů do roku 2012. V levé polovině grafu jsou věkové údaje žijících samců a pravá polovina znázorňuje věk žijících samic. K tomu datu bylo v Evropě celkem 48 žijících hrabáčů - 27 samic a 20 samců. V grafu je uveden také 1 jedinec neznámého pohlaví, u něhož byly údaje o pohlaví neúplné.

Díky literární rešerši máme informaci, že pohlavní dospělosti dosahují hrabáči ve zhruba 2 letech života. Data z práce Masopustová, 2014 udávají, že optimální věk pro reprodukci jedinců je 4-16 let, což je vyznačeno v červeném rámečku. (Graf byl upraven podle: R. Masopustová, 2014)

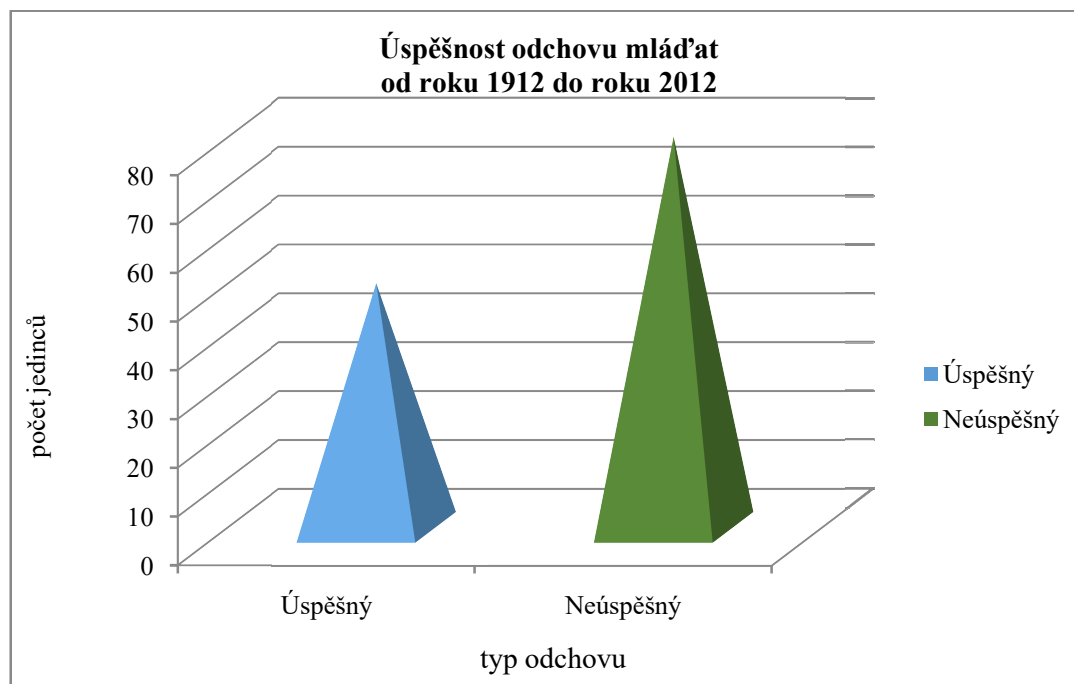
Graf č. 5: MLÁĎATA NAROZENÁ V EVROPĚ DLE POHLAVÍ - OD ROKU 1912 DO ROKU 2012



Graf č. 5 vyjadřuje stav v evropském chovu za celou dobu sledování (od 1912 do 2012). Celkem se narodilo 130 mláďat hrabáče, z nichž bylo 46 samců, 56 samic a u 28 nebylo známé pohlaví. Jedinci s neznámým pohlavím se ve většině případů narodili mrtví nebo uhynuli brzy po porodu a pohlaví u nich nebylo v plemenné knize zaznamenáno.

Procentuální zastoupení jednotlivých pohlaví byla u mláďat narozených v lidské péči následující: 43,1 % samic, 35,4 % samců a 21,5 % jedinců s neznámým pohlavím. Velké procento však patří jedincům s neznámým pohlavím - nebýt toho, mohli bychom tvrdit, že se častěji rodí samice. Mláďat samičího pohlaví bylo i mimo jedinců s neznámým pohlavím více početně i procentuálně než samčích mláďat.

Graf č. 6: POČET MLÁĐAT ÚSPĚŠNĚ A NEÚSPĚŠNĚ ODCHOVANÝCH V EVROPĚ - DO ROKU 2012



Graf č. 6. vyjadřuje úspěšné a neúspěšné odchovy mláďat od počátku chovu až do roku 2012. Mezi neúspěšně odchovaná mláďata byla zahrnuta mláďata mrtvě narozená anebo mláďata uhynulá do 1 roku života, kdy hranice 1 roku (včetně) je u tohoto druhu považována, jako věk s úspěšným odchovem. Pro neznalost celkové biologie hrabáče bylo především zpočátku chovů neúspěšně odchovaných mláďat mnoho. Celkový počet těchto neúspěšných odchovů se k roku 2012 dosáhl 81 jedinců. Mezi hlavní příčiny, které mohly způsobit úhyn mláděte, lze řadit; nevhodné ubikace, více chovaných jedinců ve společných prostorech, neznalost specifické výživy hrabáče a složení mateřského mléka, nevhodný substrát v doupatech, stres matky a další. Studie, které přinesly poznatky o biologii druhu, měly zásadní vliv na zlepšení podmínek chovu a odchovu mláďat.

Do roku 2012 bylo tedy zaznamenáno v Evropě celkem 130 porodů – z toho bylo 49 mláďat úspěšně odchovaných a 81 mláďat, která se nepodařilo odchovat – v procentuálním vyjádření to bylo 61,5 % neúspěšných a 38,5 % úspěšných. Dle předchozích grafů je patrný rostoucí trend chovu a také vyšší úspěšnost odchovu. Můžeme tedy předpokládat, že v příštích letech bude úspěšnost odchovů narůstat.

6.2 Výsledky pro druhou hypotézu

Druhá hypotéza byla stanovena takto: „Úspěšnost odchovu mláděte závisí na věku samice“.

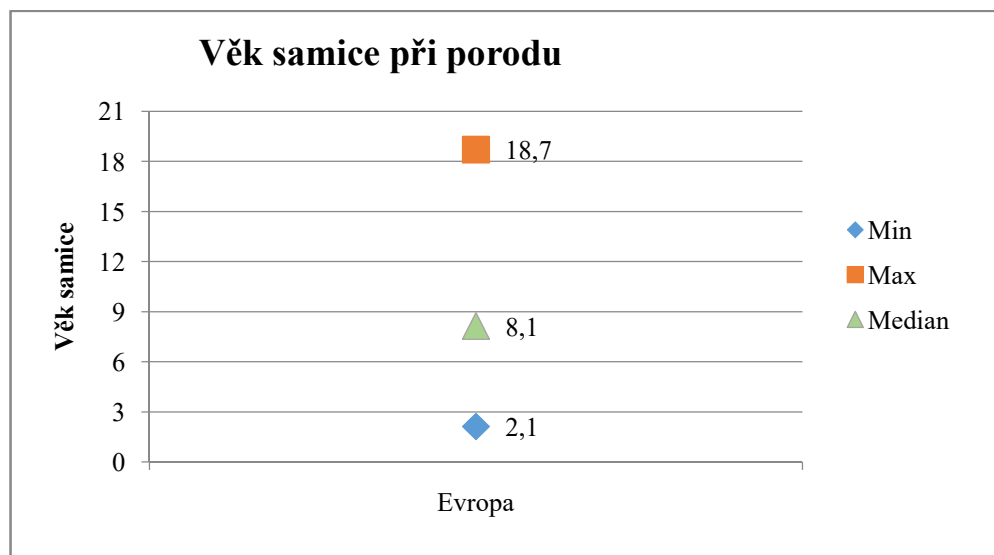
Tabulka č. 1: Věk matek při porodu

Stáří matky	Jedinci se známým údajem		Jedinci s neznámým údajem		Jedinci celkem	
	počet	procentuálně	počet	procentuálně	počet	procentuálně
	77	97,5 %	2	2,5 %	79	100,0 %

Pro ověření druhé hypotézy jsme měli k dispozici údaje o věku matky při porodu od celkem 79 samic, u dvou z těchto případů nebylo dožití mláděte známé. Tabulka přehledně shrnuje data, se kterými jsme pracovali. Seznam všech dat je uveden v příloze č. 12, tabulce č. 5.

6.2.1 Věk matky při porodu

Graf č. 7: Věk matky při porodu



Z grafu č. 7 je zřejmé, že minimální věk samice při porodu byl zaznamenán v 2,1 roku života a maximální 18,7 letech. Minimální údaj souhlasí s informací z literární rešerše, že jedinci daného druhu dosahují pohlavní dospělosti ve věku cca 2 let. Ve vyšším věku než 18 let nebyl úspěšný porod u samice zaznamenán. Mládě, které se narodilo samici v 18 letech života, se bohužel nedožilo ani 1 roku života.

Hlášený porod s úspěšným odchovem byl u samice ve věku 16,9 let, což můžeme s dosavadními daty považovat za horní hranici reprodukčního věku samice.

6.2.2 Chí-kvadrát test

Tabulka č. 2: Hodnoty Chí-kvadrát testu pro druhou hypotézu

	Value / hodnota	df	Asymptotic Significance (2-sided)/ hladina statistické významnosti
Pearson Chi-Square	72,236 ^a	71	0,437
Likelihood Ratio/ Míra pravděpodobnosti	98,576	71	0,017
Linear by Linear Association	0,756	1	0,385
N of Valid Cases/ Počet známých	77	-	-

Pro vyhodnocení závislosti jedné proměnné na druhé je důležitá hodnota ve sloupci „Asymptotic Significance (2- sided)/ hladina statistické významnosti“, která uvádí p- hodnotu, což je hodnota statistické významnosti. Pokud je tato hodnota vyšší než 0,05 znamená to, že nemůžeme zamítnout nulovou hypotézu. Řádek „Pearson Chi- Square“ nám udává hodnotu 0,437, což je vyšší hodnota než hladina významnosti 0,05 a znamená to, že nemáme dostatek důkazů pro zamítnutí nulové hypotézy. Což v tomto případě znamená, že musíme zamítnout naši hypotézu. Z výpočtů lze tedy usuzovat, že nelze potvrdit, že úspěšnost odchovu mláďat je závislá na věku matky a naši hypotézu musíme zamítnout.

Pro tento test v době výzkumu nebyly dostupné příliš směrodatné informace. Většina údajů totiž popisovala případy, kdy byl známý věk matky, ale mládě se nedožilo ani jednoho roku života to za různého věku matky. Bylo dohledáno celkem 35 případů, kdy byl známý věk matky a věk mláděte byl vyšší než 1 rok. Tabulka se všemi údaji je uvedena v příloze č. 12. Tento výpočet by bylo vhodné v budoucnu zopakovat s novými daty. Dle těchto dostupných informací je nutné hypotézu zamítnout, tedy lze tvrdit, že přežití mláďat není závislé na věku matky při porodu.

Dle našich výpočtů životaschopnost mláďat není závislá na věku matky. K ověření naší hypotézy a statisticky významnému výsledku by bylo však vhodné získat více dat z nově aktualizované plemenné knihy k roku 2023, která však prozatím chybějí.

6.3 Výsledky pro třetí hypotézu

Třetí hypotéza byla stanovena takto: Úspěšnost přežití mláděte po porodu je závislá na pohlaví.

Za období chovu se narodilo celkem 130 mlád'at, avšak u 28 nebylo známé pohlaví. Pro tento výpočet bylo použito tedy zbylých 102 mlád'at s určeným pohlavím - 56 samic, 46 sameců.

Tabulka č. 3: Počty mlád'at a počty úspěšných a neúspěšných odchovů u jednotlivých pohlaví

	Neúspěšný odchov	Úspěšný odchov	Celkem
Mládě samec	27	19	46
Mládě samice	28	28	56
Celkem	55	47	102

Z dostupných dat bylo zjištěno, že ze 46 samčích mlád'at bylo úspěšně odchováno 19 jedinců a 27 jedinců se narodilo mrtvých nebo se nedožili 1 roku. U samic byly hodnoty vyrovnané - 28 samiček bylo odchováno úspěšně a 28 samiček uhynulo do 1 roku věku (včetně) z neznámých příčin.

Ze všech mlád'at, u kterých jsme znali pohlaví, bylo 26, 5 % neúspěšně odchovaných samců a 27,5 % neúspěšně odchovaných samic, zatímco 18,6 % bylo úspěšně odchovaných samců a zbylých 27,5 % úspěšně odchovaných samic.

6.3.1 Chí- kvadrát test

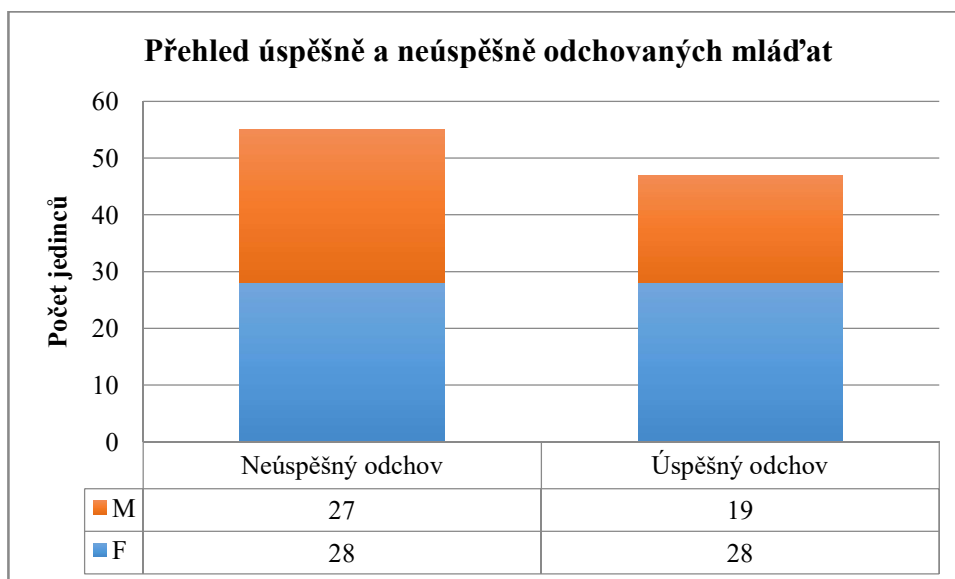
Tabulka č. 4: Hodnoty Chí- kvadrát testu pro třetí hypotézu

	Value/hodnota	df	Asymptotic Significance (2- sided)/ hladina statistické významnosti	Exact Sig (2- sided)	Exact Sig (1- sided)
Pearson Chi-Square	0,769 ^a	1	0,381	-	-
Continuity Correction ^b / Korekce kontinuity	0,458	1	0,498	-	-
Likelihood Ratio/Míra pravděpodobnosti	0,770	1	0,380	-	-
Fisher's Exact Test	-	-	-	0,428	0,249
Linear by Linear Association	0,761	1	0,383	-	-
N of Valid Cases/ Počet známých	102	-	-	-	-

Pokud je p- hodnota vyšší, než 0,05, znamená to, že nelze zamítnout nulovou hypotézu. V tomto případě nám řádek „Pearson Chi- Square“ udal hodnotu 0,381, což je vyšší hodnota, než je hladina významnosti 0,05 a znamená to, že nemáme dostatek důkazů pro zamítnutí nulové hypotézy. Z tohoto výsledku musíme naši hypotézu zamítnout a lze tedy tvrdit, že úspěšnost odchovu mláďat není závislá na pohlaví mláděte.

Dle dostupných dat jsme závislost životaschopnosti mláděte na jeho pohlaví zamítli. Je to první výpočet této hypotézy a pro statisticky významný výsledek nemáme dostatek podkladů. Bylo by tedy vhodné pro potvrzení našeho výsledku v budoucí době výpočet opakovat s rozšířenými daty.

GRAF Č. 8: Úspěšně a neúspěšně odchovaná mláďata dle pohlaví



Graf č. 8 shrnuje použitá data k výpočtu druhé hypotézy. Graf byl sestaven pro lepší vizuální znázornění dat u zkoumaných jedinců. Pohlaví bylo známo celkem u 102 jedinců ze 130 mláďat narozených v lidské péči. Ze 102 mláďat bylo 56 samic a 46 samců. Neúspěšný odchov převažuje, avšak musíme brát v potaz, že data jsou shromážděna za celou dobu chovu hrabáčů - tedy za 100 let. V případě datování tak v posledních desetiletích počty porodů i úspěšně odchovaných mláďat stoupají a chov tak má do budoucna lepší předpoklady.

7 Diskuze

V práci se podařilo sumarizovat důležitá témata, která s druhem *Orycteropus afer* souvisejí. Pro správný chov živočichů, a nejen hrabáče, je důležité znát dobře biologii daného druhu. Aspekty spolu ve většině případů úzce souvisejí a ovlivňují každého chovaného jedince. Pokud jsou jedinci chováni ve vhodných podmínkách, lze očekávat i úspěšnost v jejich reprodukci. Prvním důležitým tématem, které bylo naneštěstí dlouho neznámé, což potvrzuje i publikace od Shoshani et al. 1988, bylo téma zabývající se monofágií hrabáče a jejího dopadu na umělé podmínky chovu. Hrabáči jsou úzkými potravními specialisty a jejich potrava je ve volné přírodě výlučně soustředěna na několik druhů mravenců a termitů. S tímto tvrzením souhlasí také Lindsey & Skinner, 2000. Poprvé byla myrmekofágie popsána v práci Shoshani et al., 1988. Na téma dieta začalo vznikat na přelomu 20. a 21. století mnoho studií a v současné době je toto téma již dobře prozkoumáno. Mezi studie zabývající se myrmekofágií hrabáče patří například Taylor et al., 2002; Knöthig, 2005; Masopustová, 2014. Díky podobným studiím bylo postupně vytvářeno několik typů vhodných náhradních krmných směsí pro hrabáče chované v lidské péči, jejichž kvalita se zásadně odrazila na zdraví a kondici chovaných zvířat a ve výsledku také samozřejmě ovlivnila zdraví březích samic a kvalitu mateřského mléka, potřebného pro úspěšný vývoj mláďat. Toto tvrzení koresponduje s výsledky, které zveřejnili Knöthig, 2005 nebo Svábik, 2022.

Hrabáč není prozatím považován za druh ohrožený ve volné přírodě, avšak jeho aktuální počty podle IUCN, 2023 nejsou v současné době přesně známy. Tito solitérní nokturnální savci jsou při opuštění svých nor ve volné přírodě velmi obezřetní. Pro tyto skutečnosti je poměrně náročné tento druh monitorovat. Na náročnosti monitoringu se shodují autoři minimálně ve dvou pracích - Knöthig, 2005 a Mapuru, 2021. Byly zjištěny faktory, které mohou ohrožovat početnost hrabáče ve volné přírodě, mezi které patří zejména klimatické změny a negativní antropogenní činnost. Pro tyto skutečnosti je velmi důležité dále zlepšovat podmínky chovu v lidské péči, což je v souladu s tvrzením Phakoago et al. 2024. Obecně lze říci, že chov ohrožených druhů v lidské péči je realizován formou záchranných chovů *ex situ*, díky nimž lze při případném poklesu stavů volně žijící populace vybraného druhu udržet životaschopné populace pro zachování druhu a uvažovat o případné budoucí reintrodukcii. U hrabáčů je však prozatím tato skutečnost nereálná a s ohledem na četnost populace je i nežádoucí. Hrabáč je pro své prostředí velmi přínosný - jeho hloubení nor napomáhá šíření rostlin a zlepšuje kvalitu půdy. Nory poskytují úkryt mnoha dalším živočišným druhům. I toto zjištění o prospěšnosti hrabáče pro své okolí potvrzuje studie Phakoago et al. 2024, se kterou souhlasí také práce Makwati et al. 2023.

Počátky chovu hrabáče v lidské péči zprvu neměly jasný cíl a zvířata byla chována především pro svou atraktivitu. Za první hrabáče v Evropě jsou považováni dva jedinci, kteří byli dovezeni v roce 1910 z Afriky a byli umístěni v Maďarsku, což je v souladu s údaji, které uvádí více vydání Evropské plemenné knihy (Damen 2002; Damen 2004; Damen 2006; Schoo 2008; Schoo 2009; Schoo 2010; Schoo 2012). První z těchto jedinců uhynul 2 roky po umístění v zoo a druhý jedinec následující rok.

Počátek evropského chovu hrabáče je datován od roku 1912, kdy již byly potřebné údaje archivovány a poté zaneseny do založené Evropské plemenné knihy. Tato tvrzení korespondují s údaji, které uvádějí Damen 2002; Damen 2004; Damen 2006; Schoo 2008; Schoo 2009; Schoo 2010; Schoo 2012). Další jedinci byli dovezeni do zoologických zahrad až v roce 1960 a díky této skutečnosti se v roce 1962 narodilo v německém Frankfurtu první mláďe v lidské péči. Následovalo několik dalších

dovozů zvířat z volné přírody a tak se postupně začala rodit další mláďata, i když to byla stále velmi vzácná událost. Mnoho mláďat se rodilo mrtvých nebo brzy po porodu hynulo. Na těchto informacích ohledně počátku chovu se s plemennou knihou shoduje i práce Goldman CA, 1986, ve které byly podrobně popsány případy prvních chovaných jedinců v Evropě.

Po roce 2000 se naopak odchov mláďat začal výrazně zlepšovat. Hlavní zásluhu na zlepšování měly přibývající studie, které zkoumaly tento druh, a přinesly informace o potravním chování, potřebné k jeho úspěšnému chovu. Přibyly informace o celkové unikátní biologii druhu, hlavní zjištění se týkalo diety hrabáče. Ke zlepšení chovu přispěly informace o velikosti domovského okrsku, sociálním uskupení, noční aktivitě a semiforosiálnímu způsobu života. Informace přinesly jasnější znalosti potřebné ke stavbě vhodných ubikací – správné velikosti, rozložení a struktuře chovných prostor pro hrabáče. Je známé, že hrabáči se mohou za 24 hodin v přírodě přemístit od 2 až do 30 km a jejich domovský okrsek má rozlohu 2- 4,7 km². Proto jejich ubikace musejí být prostorné, členěné a dobře zabezpečené. O velikosti obývaného území a o vzdálenosti, kterou jedinci nejčastěji denně urazí, píše autoři v práci Van Aarde et al. 1990 a shoduje se s nimi i novější studie Knöthig, 2005. Vhodné je jedince umístit do klidného prostředí s přizpůsobeným světelným režimem, který navozuje noční režim pro soumravná a noční zvířata.

Podle různých zdrojů bylo jednou z příčin úhynu mláďat uskupení jedinců v ubikacích. Pozorování sociálního uskupení z volné přírody jasně mluví o solitérnosti jedinců s výjimkou samičích mláďat, které zůstávají s matkou delší dobu než mladí samci. V lidské péči je však možné chovat pohromadě i více jedinců bez obtíží a není u nich pozorována žádná agresivita. Společné uskupení je tedy podle několika studií popisováno jako bezproblémové, avšak je vhodné oddělit samice po období její březosti a odchovu mláďete – toto tvrzení odpovídá výsledkům, které publikovali například Parys et al. 2012 a Pohlová et al. 2014. Toleranci mezi nepříbuznými jedinci popisují autoři i v práci Van Aarde et al. 1990, kde je uvedeno, že jedinci žijící v prostředí, kde je hustota hrabáčů vyšší, jsou vůči sobě tolerantní a agresivní chování je pozorováno pouze v případě potravní konkurence.

Je zřejmé, že podmínky pro dobrý welfare hrabáčů, které jsou pro jejich chov vhodné, jsou v současné době velice dobře zpracovány. Velmi přínosná a je práce Knöthig, 2005, kde jsou shrnuty kompletní údaje o biologii hrabáče a publikace přinášela ve své době nejnovější poznatky. S touto prací se ostatní autoři v hlavních bodech shodují. Nové techniky chovu jsou sepsané také v práci Pohlová et al. 2014, se kterou souhlasí například Wenker et al. 2019. Nejen v chovatelském, ale také ve veterinárním odvětví, proběhlo za celou historii chovu mnoho změn a poznatky přinášejí další pozitivní. Je možné provádět různá preventivní vyšetření chovaných jedinců a předcházet tak různým onemocněním. Dnešní veterinární možnosti nezahrnují pouze preventivní vyšetření, ale umožňují i operativní zásah v případě potřeby - jako například císařský řez, který může také přispět k většímu počtu úspěšně odchovaných mláďat. Mezi nově publikované studie patří Christman et al 2022, která se zabývala problematikou onemocnění ústní dutiny hrabáčů nebo práce Mutlow & Mutlow, 2008, která popsala operační zákrok s použitím císařského řezu při porodu hrabáče.

7.1 Diskuze k první hypotéze

První hypotéza byla cílena na početnost evropského chovu a její nárůst. Díky informacím z plemenné knihy byla první hypotéza potvrzena. Hypotéza uváděla, že populace hrabáčů chovaná v Evropě bude mít od roku 1912 do roku 2000 pomalý nárůst v důsledku minimální reprodukce v lidské péči. Tato informace je potvrzena nejen z dat v plemenné knize, ale také v práci Goldman CA, 1986, kde jsou popisovány počátky chovu hrabáče. Dle hypotézy bylo předpokládáno, že od roku 2000 se početní stavy budou zvyšovat na základě zkvalitňování chovatelských technik. Tento předpoklad byl na základě dat z plemenné knihy potvrzen. Počty chovaných jedinců byly graficky zpracovány a z výsledků je zřejmé, že populace hrabáče v lidské péči má od roku 2000 do roku 2012 skutečně rostoucí charakter, i když je to stav s nepravidelně rostoucí sinusoidou.

Od počátku chovu, tedy od roku 1912, do roku 2000 se v Evropě narodilo celkem 67 mlád'at. Dle předpokladu do konce 20. století nebyl nárůst výrazný. Avšak od roku 2000 se počty začaly výrazně zvyšovat - v tomto období se narodilo celkem 63 mlád'at, z nichž 31 mlád'at bylo odchovaných úspěšně. Toto souhlasí s údaji, které uvádějí (Damen 2002; Damen 2004; Damen 2006; Schoo 2008; Schoo 2009; Schoo 2010; Schoo 2012).

Početní stavy jedinců během prvních počátků chovů neovlivňovala pouze reprodukce jedinců, ale zásadně také dovoz několika jedinců z volné přírody - ti byli nejprve dováženi do Evropy za účelem samotného chovu. V roce 2008 bylo dovezeno několik hrabáčů z Tanzánie především za účelem posílení chovu a snížením stupně inbreedingu v evropské populaci. Grafy nám umožnily jasně a přehledně srovnat jedince, kteří kdy byli v Evropě chováni. Původ u všech jedinců, zařazených do chovu, je uveden v Evropské plemenné knize hrabáče (Schoo, 2012) a o dovozech z volné přírody navíc pojednává také práce Parys et al., 2012, která se s údaji z plemenné knihy shoduje.

Při porovnání úspěšných a neúspěšných odchovů mlád'at jsme došli k výsledku, že neúspěšné odchovy prozatím převažovaly - úspěšných odchovů bylo celkem 49 (28 samic, 19 samců, 2 jedinci neznámého pohlaví), zatímco neúspěšné odchovy byly evidovány v 81 případech. Od roku 2000 se podařilo úspěšně odchovat polovinu z narozených mlád'at, protože se podmínky chovu výrazně zlepšily; byly známy kvalitní krmné směsi, které svým složením více odpovídaly specifické dietě hrabáčů z volné přírody. Chovatelé byli dobře obeznámeni s biologií druhů a mohli tak jedincům zajistit bezpečné prostředí, které dobře simuluje přirozené biotopy hrabáčů. V ubikacích tedy správně nenajdeme nebezpečné předměty či uspořádání expozice, kde by se mohli jedinci zranit, je v nich měkčí substrát, který je vhodný i při odchovu mlád'at. Tyto nejnovější poznatky, které jsou v souladu s prací z chovu, sumarizuje práce Svábik, 2022, které předcházela práce Masopustová, 2014 a na faktorech, které byly zkvalitňovány, se shodují.

7.2 Diskuze k druhé hypotéze

Věk chovaných jedinců je pro jejich zdárný chov důležitým údajem. Podle věku mohou chovatelé po předchozích zkušenostech indikovat různá vyšetření v určitém věku, zařazovat jedince do reprodukce, upravovat dietu atd. S tímto tvrzením souhlasí publikovaná data od Lindsey & Skinner, 2000; Mutlow & Mutlow, 2008 nebo Christman et al., 2022. Pro zařazení do reprodukce je nezbytné, aby jedinec dosáhl pohlavní dospělosti, která je druhově specifická. Hrabáči pohlavně dospívají cca ve 2 letech života, což bylo ověřeno v práci Masopustová, 2014. Druhá hypotéza byla s věkem úzce spjata a ověřovala, zda věk matky při porodu má vliv na přežití mláděte. Ze získaných záznamů rodily samice mláďata od věku 2,12 do 18,71 svého věku. Spodní hranice věku potvrdila pohlavní dospělost hrabáčů ve 2 letech života. Horní hranice se již blíží postreprodukčnímu věku, avšak hrabáči jsou poměrně dlouhověcí dle dat k plemenné knižce. Ve studii Shoshani et al., 1988 bylo uvedeno, že se jedinci ve volné přírodě dožívají až 18 let. Další údaje o dožití jedinců z volné přírody, které by tvrzení Shoshani et al., 1988 však nebyly publikovány. Mnoho jedinců chovaných v lidské péči se však často dožívalo přes 20 let, někteří jedinci dosáhli v historii téměř 30 let života, byly výjimky, kdy se hrabáč dožil více jak 30 let. Toto je ve shodě s Damen 2002; Damen 2004; Damen 2006; Schoo 2008; Schoo 2009; Schoo 2001; Schoo 2012.

Hypotézu o vlivu věku matky při porodu na přežití mláděte se nepodařilo potvrdit, avšak mnoho dalších aspektů, které měly vliv na životaschopnost mláděte, se shrnout podařilo (Evropská plemenná kniha hrabáčů, 2012). Hypotéza sledovala, zda matka s postupujícím věkem a dalšími porody sbírá zkušenosti, jak zdárně o mládě pečovat. Během historie chovu byla sepsána většina příčin úhynu mláďat. Prvním případem bylo nevhodné uskupení jedinců. Samice i v období březosti a porodu byly drženy pohromadě se samcem – s tím souhlasí Shoshani et al. 1988; Knöthig, 2005 nebo Svábik, 2022. Avšak ve volné přírodě žijí hrabáči společně pouze v období páření nebo v době, kdy matka žije společně s mládětem až do jeho odstavu, na čemž se shoduje mnoho autorů – například Shoshani et al. 1988; Knöthig, 2005 a Patoka et al. 2018. Problémem byla také neznalost přesné délky březosti. U hrabáčů je někdy obtížné březost detekovat a nebylo tedy vždy jasné, kdy mohli chovatelé porod očekávat- toto tvrzení odpovídá studii Reason et al. 2005, kde jsou uvedené možné techniky, jak březost u samice úspěšně rozpoznat. V současnosti je délka březosti udávána kolem osmi měsíců, což umožňuje chovatelům očekávat porod v užším rozmezí a dává jim možnost lépe se na porod a následnou péči o matku i mládě včas připravit a upravit rozložení chovaných zvířat v ubikacích. Přesnou délku březosti uvedla také práce Masopustová, 2014.

V případě, že se mládě narodilo v pořádku, bylo důležité, aby jej matka ihned přijala a mládě začalo co nejdříve sát mlezivo a později mateřské mléko. Avšak ani toto přirozené chování nebylo v historii bez komplikací a odmítnutí mláděte matkou či nepřijímání potravy mládětem byly také častými příčinami úhynu mláděte – s tím souhlasí Pohlová et al. 2014 nebo Wenker et al. 2019. Řešením této problematiky bylo zavedení takzvaně umělého odchovu mláděte. V minulosti chovatelé mládě odebrali od matky a díky umělé náhražce mateřského mléka mládě plně vyživovali. V současnosti je praktikována v zoo mnohem vhodnější metoda střídavého odchovu mláděte, která zajišťuje, že mládě nebude zraněno matkou, ale přesto s ní zůstane v kontaktu a bude přirozeně kojeno. Metoda spočívá v tom, že je mládě na noc, kdy je matka aktivní a pobíhá po ubikaci, odebíráno od matky a uloženo pod

dozorem do bezpečí a tepla inkubátoru, a ráno, kdy se matka ukládá ke spánku, je vráceno k matce a celý den je matkou kojeno. Jedná se vlastně o přirozenou simulaci aktivit samic hrabáčů ve volné přírodě, kdy v noci samice odchází z nory a dlouhé hodiny hledá potravu a mládě tedy není v tomto čase kojeno. Za úsvitu se matka vrací a setrvává s mládětem celý den v noře a pečuje o něj. Tyto výsledky jsou v souladu s prací, kterou publikovala Masopustová, 2014.

V zoologických zahradách byly popsány i případy, kdy matka omylem mládě zranila či ve spánku zalehla – tyto závěry uvádějí Parys et al. 2012 i Pohlová et al. 2014. Tomu v současnosti předchází volba vhodného vybavení, struktura ubikací a jejich rozložení, dále také volba vhodného substrátu do ložnice, aby mládě neutrpělo poranění kůže nebo jej matka omylem nezahrabala. V ubikacích jsou instalovány kamery a ošetřovatelé tak mají stálou kontrolu nad mládětem i matkou, aniž by je svojí přítomností rušili. Toto tvrzení je v souladu se závěrem, publikovaným Masopustová, 2014.

7.3 Diskuze k třetí hypotéze

Hypotéza, ověřující závislost životaschopnosti mláďat na jejich pohlaví také potvrzena nebyla. Ze statistického hlediska bylo pro zhodnocení výsledku poměrně málo zkoumaných jedinců. U samičích mláďat byly hodnoty vyrovnané u úspěšného i neúspěšného odchovu, v případě novorozených sameček se hodnoty také příliš nelišily. Pohlaví nově narozeného mláděte tedy neovlivňuje jeho schopnost přežít, data pro toto tvrzení byla získána z Evropské plemenné knihy hrabáčů, 2012 a jsou ve shodě.

Rozmnožování hrabáčů v lidské péči za svou historii prodělalo velký rozkvět. Ze všech získaných a nashromážděných údajů je zřejmé, že od roku 2000 se počet porodů zvyšoval mnohem intenzivněji, než tomu bylo do roku 2000. V roce 2012 bylo rozložení jednotlivých pohlaví s přihlédnutím k věku celkem příznivé - i v evropském chovu žili 2 samci ještě před dosažením pohlavní dospělosti, 14 samců bylo v reprodukčním věku a pouze 4 jedinci již byli ve věku postreprodukčním. U samic byla situace ještě příznivější – 4 samičky byly juvenilní nebo před reprodukčním věkem, 3 samice již kvůli vysokému věku byly vyřazené z reprodukce a zbylých 20 samic bylo v reprodukčním věku. Počet samců i samic vhodných k reprodukci byl více než dobrý a předpoklady pro narůstající počty porodů a odchovaných mláďat byly velmi příznivé.

8 Závěr

Populace hrabáče *Orycteropus afer* ve volné přírodě může být ohrožena řadou faktorů, kterými jsou klimatické změny, negativní antropogenní činnost, nedostatek potravy nebo pytláctví. Vzhledem k této problematice by byla velmi přínosná studie o počtu hrabáčů ve volné přírodě. Současné technologie by mohly výzkum a monitoring jedinců ulehčit.

Chov hrabáče má více jak stoletou historii. Jeho počátek je datován k začátku 20. století a za jeho historii bylo v lidské péči v Evropě chováno celkem 212 jedinců. Reprodukce v lidské péči je stále téma vhodné pro další zkoumání, ačkoli ke konci 20. a začátkem 21. století začalo studií na toto téma přibývat, stále se i v současném tisíciletí rodilo mnoho mláďat mrtvých nebo se nedožila 1 roku. V této práci byly počty zejména mláďat sumarizovány. V lidské péči se narodilo celkem 130 mláďat, z nichž bylo 43,1 % samic, 35,4 % samců a 21,5 % neznámého pohlaví. Reprodukce a odchov mláďat nebyly vždy úspěšné a bohužel do roku 2012 byl počet mrtvě narozených mláďat či mláďat, která se nedožila 1 roku, vyšší, než těch úspěšně odchovaných - 81 neúspěšně a 49 úspěšně odchovaných mláďat.

V odchovu mláďat docházelo postupem času k velkým změnám z hlediska podmínek, ve kterých jsou jedinci chováni. Bylo zjištěno podrobné složení a poměr látek mateřského mléka hrabáčů v průběhu laktace a i změn. Znalost přesného složení mateřského mléka napomohla důležité technice chovu-umělému nebo kombinovanému odchovu mláďat. Tato metoda se využívá v případě odmítnutí mláděte matkou, při problémech s laktací samice, komplikacích se sáním aj. Nejen tato metoda měla za následek větší úspěšnost chovu a populace hrabáče v lidské péči v Evropě začala mít rostoucí charakter, což se podařilo v této práci ověřit.

Dále byla v práci ověřovaná závislost věku matky na životaschopnosti mláděte. Tato závislost potvrzena nebyla, avšak bylo by vhodné výpočet opakovat v budoucnu s dalšími daty doplněnými do plemenné knihy od roku 2012 do roku 2024 pro statisticky významnější výsledek. Stejného výsledku bylo dosaženo při ověřování závislosti pohlaví mláděte na jeho životaschopnosti. Pro zajištění lepšího managementu evropského chovu hrabáče je nezbytné aktualizovat plemennou knihu a doplnit údaje, které chybějí již od roku 2013. V tomto období došlo k předání práce bývalého koordinátora evropského chovu hrabáčů a nový koordinátor prozatím plemennou knihu neaktualizoval. Pro dlouhodobé plánování chovu jsou však tato data nezbytná, zejména z pohledu zachování co největší genetické variability v málo početné uzavřené subpopulaci, jakou právě hrabáci v evropském chovu jsou. S těmito daty by bylo k dispozici více jedinců a výsledky by byly statisticky významnější.

9 Literatura

9.1 Literárni zdroje

Berlioz E, Cornette R, Lenoir N, Santin MD, Lehmann T. 2020. Exploring the ontogenetic development of the innerear in Aardvarks. Wiley, online library. Journal of Anatomy, vol. 238, Issue 5.

Bernard RTF, Peinke, D. 1993. Is the orientation of aardvark diggings into termitaria optimal? Naturwissenschaften.

Bonis L, Bouvrain G, Geraads D, Koufos GD, Sen S. 1994. The first aardvarks (Mammalia) from the late Miocene of Macedonia, Greece. N. Jb. Geol. Palaont. Abh. 194. 2/3. 343-360.

Bosch M, Kellner KF, Gantchoff M, Patterson B. 2023. Spatial and temporal niche over leopard wolves and aardvarks in Serengeti National Park, Tanzania. Wiley, Ecology and Evolution

Bothma J DU P, Le Riche EAN. 1984. Aspects of the ecology and the behaviour of the leopard *Panthera pardus* in the Kalahari desert. Department of Zoology, University of Pretoria. Koedoe 259-279

Carter AM, Enders AC, Künzle H, Oduor-Okelo D, Vogel P. 2004. Placentation in species of phylogenetic importance: the Afrotheria. Animal Reproduction Science 82-82 (2004) 35-48.

Carter AM, Enders AC. 2004. Comparative aspects of trophoblast development and placentation. Reproductive Biology and Endocrinology.

Cilliers, S. 2002. The ecological importance of the aardvark. Afrotherian Conservation, Number 1

Cuvier G. Laurillard ChL, Pierron JA, Louvet GP, Latreille PA. 1817. Le règne animal distribué d'après son organisation: pour servir de base à l'histoire naturelle des animaux et d'introduction à l'anatomie comparée. vol. 1. Les mammifères. Deterville, Paris. p. 540.

Damen M, 2002. European Studbook for the Aardvark *Orycteropus afer*. 2nd ed., Burger's Zoo, Arnhem, The Netherlands.

Damen M, 2004. European Studbook for the Aardvark *Orycteropus afer*. 2nd ed., Burger's Zoo, Arnhem, The Netherlands.

Damen M, 2006. European Studbook for the Aardvark *Orycteropus afer*. 2nd ed., Burger's Zoo, Arnhem, The Netherlands.

Endo H, Mori K, Koyabu D, Kawada S, Komiya T, Itou T, Koie H, Kitagawa M, Sakai T. 2012. Functional Morphology of the Aardvark Tail. Journal of veterinary medicine.

Fejfar O, Major P. 2005. Zaniklá sláva savců. Academia, Praha. 269-270/569.

Goldman CA. 1986. A review of the management of the Aardvark *Orycteropus afer* in captivity. Department of Zoology, University of Toronto, Ontario, Canada.

Goździewska-Harlajczuk K, Klećkowska-Nawrot J, Barszcz K. 2018. Macroscopic and microscopic study of the tongue of the aadvark (*Orycteropus afer*, Orycteropodidae). Science Direct 127-138.

Hamilton J, Fuller G, Allard S. 2020. Evaluation of the Impact of Behavioral Opportunities on Four Zoo-Housed Aardvarks (*Orycteropus afer*). Animals 10, 1433.

Hausmann NS, Louw MA, Lewis S, Nicol KJH, Merwe S, Roux PC. 2018. Ecosystem engineering through aadvark (*Orycteropus afer*) burrowing: Mechanisms and effects. Science Direct, Ecological Engineering 118 (2018) 66-72.

Christman JE, Vander Hart D, Colmery B, Thompson J, Ducan AE, Shellabarger WC. 2022. Management of Dental Disease in Aardvarks (*Orycteropus afer*) and Potential Use of Cone-Beam Computed Tomography. Animals 12, 845.

Jong WW, Zweers A, Goodman M. 1981. Relationship of aardvark to elephants, hyraxes and sea cows from alpha-crystallin sequences. Nature 292, 538-540

Kleiman DG, Thompson KV, Baer ChK. 2010. Wild Mammals in Captivity. Principles and Techniques for Zoo Management. Second Edition

Knöthig J. 2005. Biology of the Aardvark (*Orycteropus afer*). Fakultät für Biowissenschaften der Ruprecht- Karls- Universität Heidelberg.

Lehmann T. 2009. Phylogeny and systematics of the Orycteropodidae (Mammalia, Tubulidentata). Zoological Journal of the Linnean society. Volume 155. Issue 3. Page 649-702.

Lehmann T, Vignaud P, Likius A, Brunet M. 2005. A new species of Orycteropodidae (Mammalia, Tubulidentata) in the Mio-Pliocene of northern Chad. Zoological journal of the Linnean society. Volume 143. Issue 1. Page: 109:131.

Mapuru MJ. 2021. Understanding the Two-Way Interactions Between Aardvark (*Orycteropus afer*) Burrowing and the Surrounding Landscape Characteristics at Rietvlei Nature Reserve, South Africa. University of Pretoria

Masopustová R. 2014. Analýza celosvětového chovu hrabáče *Orycteropus afer* (Pallas, 1766) s možností zajištění genetické variability u následných generací. Disertční práce. Česká zemědělská univerzita v Praze.

McNab, BK. 1984. Physiological convergence among ant-eating and termite-eating mammals. Journal of Zoology, London. 203. 485-510.

Melton, DA. 1976. The biology of aardvark (Tubulidentata: Orycteropidae). *Mammal Review*. 6 (2). 75-88.

Molete LMT. 2021. Dietary flexibility of free-living bat-eared foxes in a semi-arid environment. University of the Witwatersrand Johannesburg.

Mutlow AG, Mutlow H. 2008. Caesarian Section and Neonatal Care in the Aardvark (*Orycteropus afer*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*

Parys A, Lehmann T, Schoo W, Wilms TM. 2012. Newcomers Enrich the European zoo aardvark population. *Afrotherian Conservation*. Number 9.

Patoka J, Vejtrubová M, Vrabec V, Masopustová R. 2018. Which Wild Aardvarks Are Most Suitable for Outdoor Enclosures in Zoological Gardens in the European Union? *Journal of applied animal welfare science: JAAW*. 21 (1): 1-7.

Phakoago MV, Maloney SK, Kamerman PR, Meyer LCR, Weyer NM, Fuller A. 2024. Social media as a tool to understand the distribution and ecology of elusive mammals. *Journal of Mammalogy*, 105, 206-214

Pickford M. 2005. *Orycteropus* (Tubulidentata, Mammalia) from Langebaanweg and Baard's Quarry, Early Pliocene of South Africa. *Science direkt*.

Pohlová L, Schepsky P, Lehmann T, Hochkirch A, Masopustová R, Šimek J, Schoo W, Vodička R, Robovsky J. 2014. Defining Management Units for European Captive Aardvarks. *Zoo Biology* 9999: 1-7.

Reason R, Gierhahn D, Schollhamer M. 2005. Gestation in Aardvarks *Orycteropus afer* at Brookfield Zoo, Illinois. The Zoological Society of London.

Rey B, Fuller A, Mitchell D, Meyer LCR, Hetem RS. 2017. Drought- induced starvation of aardvarks in the Kalahari: an indirect effect of climate change. *Biology letters*. 13(7):20170301.

Roček Z. 2002. Historie obratlovců. *Academia, Praha*. 427-428/428.

Shoshani J, Goldman CA, Thewissen JGM. 1988. *Orycteropus afer*. *Mammalian species*, No. 300, pp. 1-8, 5 figs.

Schoo W, 2008. European Studbook for the Aardvark *Orycteropus afer*. 4th ed., Burger's Zoo, Arnhem, The Netherlands.

Schoo W, 2009. European Studbook for the Aardvark *Orycteropus afer*. 4th ed., Burger's Zoo, Arnhem, The Netherlands.

Schoo W, 2011. European Studbook for the Aardvark *Orycteropus afer*. 3rd ed. update to 4th. Ed., Burger's Zoo, Arnhem, The Netherlands.

Schoo W, 2012. European Studbook for the Aardvark *Orycteropus afer*. 3rd ed. update to 4th. Ed., Burger's Zoo, Arnhem, The Netherlands.

Simpson GG. 1945. The principles of classification and a classification of mammals. Bulletin American Museum Natural History. 85. 1-350.

Svávik K. 2022. Mixed-species exhibits with zoo-housed Aardvarks (*Orycteropodidae*). Team Leader, Toni's Zoo, Rothenburg, Lucerne, Switzerland former Deputy Curator, Budapest Zoo and Botanical Garden, Hungary.

Špinar Z. 1984. Paleontologie obratlovců. Academia, Praha. 656-657/864.

Taylor A, Lehmann T, Weyer. 2018. Will aardvarks go thirsty under climate change? Afrotherian Conservation Number 14- September 2018.

Taylor WA, Lindsey PA, Skinner JD. 2002. The feeding ecology of the aardvark *Orycteropus afer*. Journal of Arid Environments. 50: 135-152.

Taylor WA, Skinner JD. 2003. Activity patterns, home ranges and burrow use of aardvarks (*Orycteropus afer*) in the Karoo. Journal of zoology. Volume 261. Page 291-297. Part 3.

Townsend CR, Begon M, Harper JL, 2010. Essentials of Ecology. Blackwell Publishing Limited. p. 505.

Van Aarde RJ, Willis CK, Skinner JD, Haupt MA. 1990. Range utilization by the aardvark, *Orycteropus afer* (Pallas, 1766) in the Karoo, South Africa. Mammal Research Institute, University of Pretoria, Pretoria 002, South Africa.

Wenker ES, Himschoot EA, Henry B, Toddes B, Power ML. 2019. Macronutrient composition of longitudinal milk samples from captive aardvarks (*Orycteropus afer*). Zoobiology Wiley.

Weyer NM. 2018. Physiological flexibility of free-living Aardvarks (*Orycteropus afer*) in response to environmental fluctuations. Faculty of Health Sciences, University of the Witwatersrand, Johannesburg.

Weyer NM, Fuller A, Haw AJ, Meyer LCR, Mitchel D, Picker M, Rey B, Hetem RS. 2020. Increased Diurnal Activity Is Indicative of Energy Deficit in a Nocturnal Mammal, the Aardvark. Frontiers in physiology. 7:11:637.

Whittington- Jones GM., Bernard RTF, Parker DM. 2015. Aardvark burrows: a potential resource for animals in arid and semi-arid environments. African Zoology. ISSN: 1562-7020.

Wojcik KB, Langan JN, Terio KA, Righton A, Drees R. 2018. Anatomy, histology, and diagnostic imaging of the reproductive tract of male aardvark (*Orycteropus afer*). Journal of Zoo and Wildlife Medicine, 49 (3) : 648-655.

Young Ch. 2022. Agonistic Behavior. Encyclopedia of Animal Cognition and Behavior, 143-148.

9.2 Internetové zdroje

IUCN, 2023. IUCN Red List Categories and Criteria. Version 2023-1. [on-line]. Aktualizace [cit. 2023-29-12]. Dostupné z <<https://www.iucnredlist.org/species/41504/21286437#assessment-information>>.

Matematická biologie. Vytvořil: Institut biostatistiky a analýz Lékařské fakulty Masarykovy univerzity. 3/2024. Dostupné z <<https://portal.matematickabiologie.cz/index.php?pg=aplikovana-analyza-klinickyh-a-biologickyh-dat--analyza-a-management-dat-pro-zdravotnicke-obory--testovani-hypotez-o-kvalitativnich-promennych--analyza-kontingencnich-tabulek--testovani-nezavislosti-pearsonuv-chi-kvadrat-test>>

10 Samostatné přílohy

PŘÍLOHA č. 1: *Myorycteropus africanus*

PŘÍLOHA č. 2: *Orycteropus gaudryi*

PŘÍLOHA č. 3: Hrabáč opouštějící svou noru

PŘÍLOHA č. 4: Kostra hrabáče *Orycteropus afer*

PŘÍLOHA č. 5: Morfologie hrabáče

PŘÍLOHA č. 6: Samice hrabáče kojící své mládě

PŘÍLOHA č. 7: Novorozené mládě hrabáče

PŘÍLOHA č. 8: Samec Draco

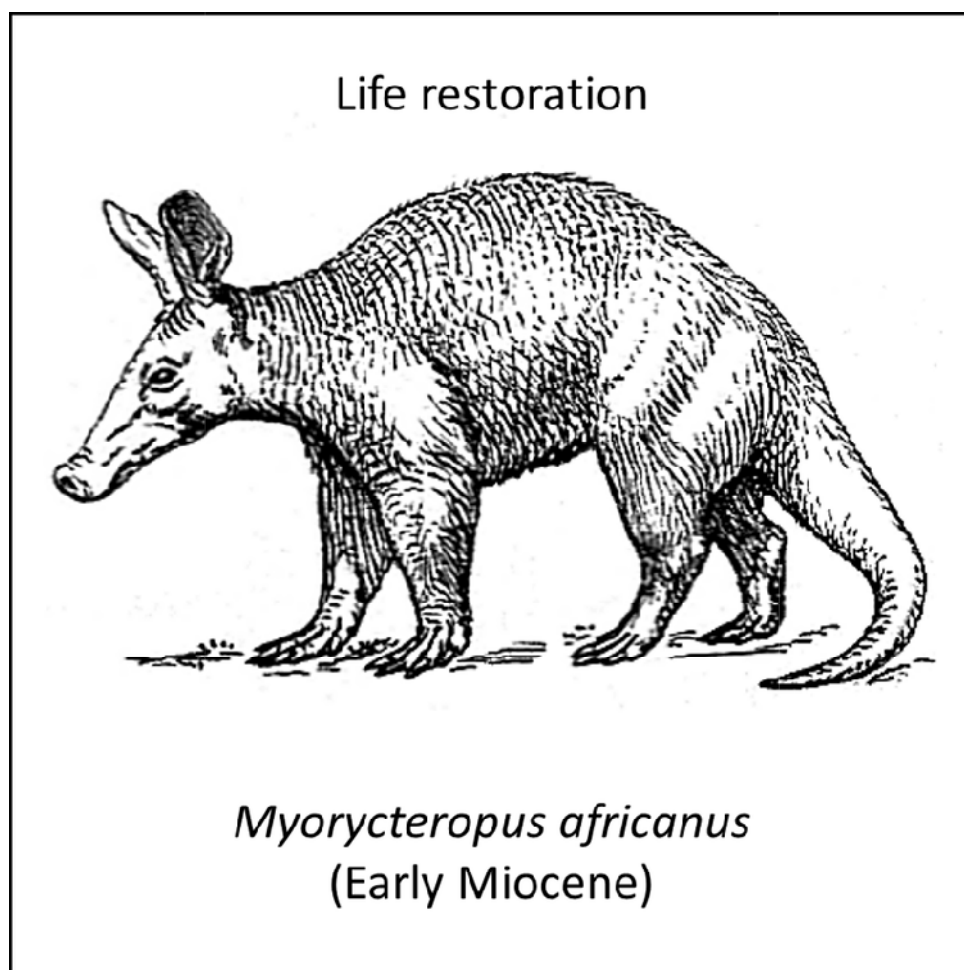
PŘÍLOHA č. 9: Vážení mláděte

PŘÍLOHA č. 10: Mládě se svou matkou

PŘÍLOHA č. 11: Mládě hrabáče

PŘÍLOHA č. 12: Tabulka věku samic při porodu

Příloha č. 1: *Myorycteropus africanus*



Obrázek č. 4: *Myorycteropus africanus* - předek recentního druhu hrabáče *Orycteropus afer*. Tento druh žil v časném miocénu (viz kapitola č. 3.1 Fylogeneze řádu Tubulidentata)

Zdroj <<http://www.evofossil.com/aardvark-stem-group.html> >

Příloha č. 2: *Orycteropus gaudryi*



Obrázek č. 5: Další z předků současného *Orycteropus afer* žijící v pozdním miocénu. Jedná se o animaci vytvořené dle fosilních nálezů. (viz kapitola č. 3.1 Fylogeneze řádu Tubulidentata)

Zdroj <<https://spinops.blogspot.com/2021/07/amphioorycteropus-gaudryi.html>>

Příloha č. 3: Hrabáč opouštějící svou noru



Obrázek č. 6: Hrabáč, který byl ve volné přírodě zachycen na fotografii, právě opouštěl noru. Pro jejich vysokou míru obezřetnosti je taková fotografie poměrně vzácná. Fotografie pochází z jeho přirozeného prostředí a zobrazuje biotop nejčastěji obývaný tímto druhem (viz kapitola č. 3.3.2 Obývané biotopy)

Zdroj <<https://www.abicko.cz/clanek/precti-si-priroda/26772/proc-musi-nocni-hrabaci-opoustet-nory-i-ve-dne.html>>

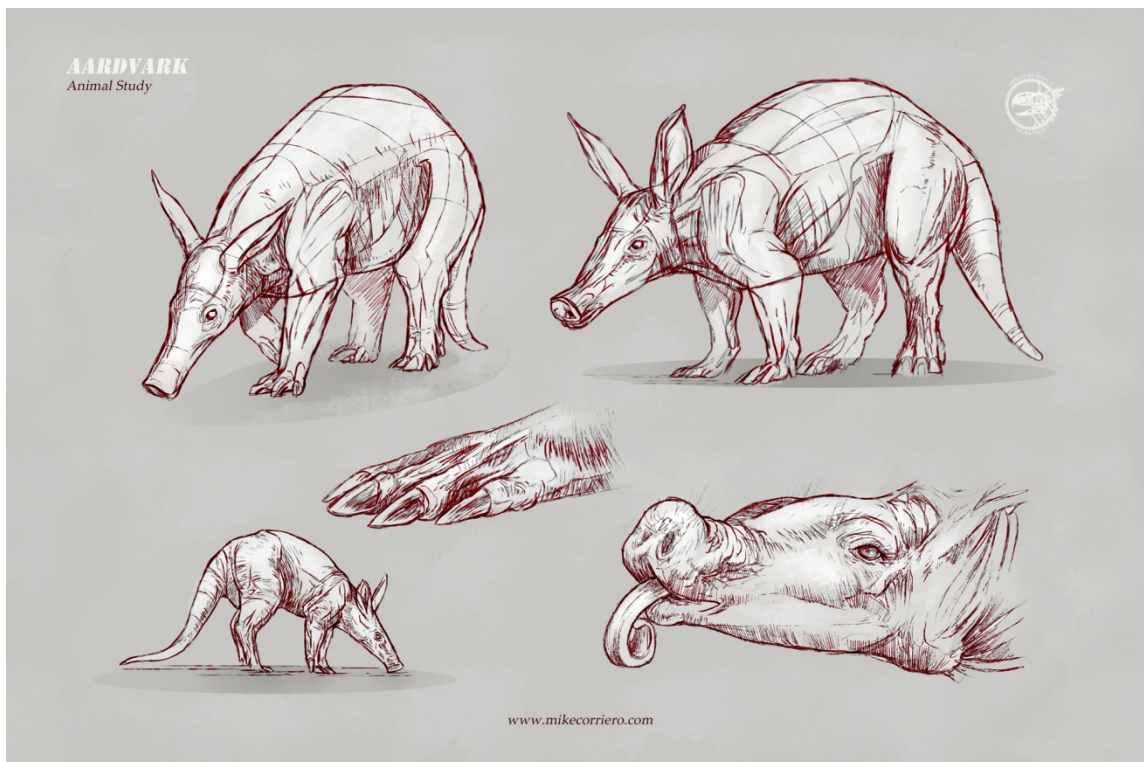
Příloha č. 4: Kostra hrabáče *Orycteropus afer*



Obrázek č. 7: Kostra hrabáče (viz kapitola č. 3.4.1 Kosterní soustava)

Zdroj <<https://www.jetsam-services.de/?k=aardvark-skeleton-by-millard-sharp-xx-vyOGwoh1>>

Příloha č. 5: Morfologie hrabáče



Obrázek č. 8: Malby znázorňující hlavní znaky morfologie hrabáče (viz kapitola č. 3.4 Anatomie a morfologie hrabáče)

Zdroj <<https://www.deviantart.com/mikecorriero/art/Aardvark-Studies-844602261>>

Příloha č. 6: Samice hrabáče kojící své mládě



Obrázek č. 9: Na obrázku je znázorněn poměrně vzácný moment, kdy samice kojí své mládě. Jedná se o mládě narozené v Zoo Praha samici Kvidě (viz kapitola č. 3.7.3 Složení mateřského mléka).

Zdroj <<https://www.zoopraha.cz/aktualne/novinky-u-zvirat/13611-maly-hrabac-je-konecne-videt>>

Příloha č. 7: Novorozené mládě hrabáče



Obrázek č. 10: Novorozené mládě, které se narodilo téměř před zraky návštěvníků samici Kvildě v pražské Zoo (viz kapitola č. 3.7.2 Porod)

Zdroj <<https://ct24.ceskatelevize.cz/clanek/regiony/reditel-prazske-zoo-narodil-se-nam-mimozemstan-338709#fotka=605627>>

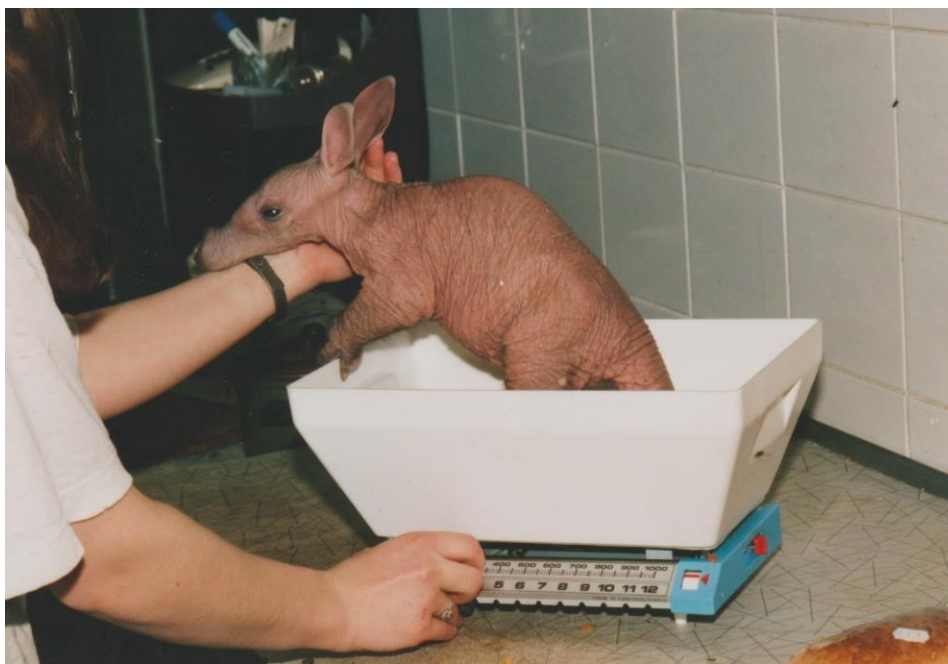
Příloha č. 8: Samec Draco



Obrázek č. 11: Samec Draco ve vnitřní ubikaci, v den svých dvanáctých narozenin. (viz kapitola č. 3.7 Reprodukce).

Zdroj: <<https://www.zoopraha.cz/aktualne/novinky-u-zvirat/12676-hrabac-draco-dostal-ke-12-narozeninam-spoustu-stravenek>>

Příloha č. 9: Vážení mláďete



Obrázek č. 12: Obrázek znázorňuje pravidelné vážení jedince. Díky zapisování a uchovávání těchto údajů jsou dnes známy přírůstky, kterých by mláďe mělo v určitém věku dosahovat (viz kapitola č. 3.7.5 Odchov v lidské péči).

(Foto: R. Masopustová, 1994, archiv ZOO Praha).

Příloha č. 10: Potomek se svou matkou



Obrázek č. 13: Novorozené mládě vyfotografované se svou matkou (viz kapitola č. 3.7.5 Odchov v lidské péči).

(Foto: R. Masopustová, 1994, archiv ZOO Praha).

Příloha č. 11: Mládě hrabáče



Obrázek č. 14: Fotografie břišní partie mláděte samce hrabáče (viz kapitola č. 3.7.5 Odchov v lidské péči).

(Foto: R. Masopustová, 1994, archiv ZOO Praha).

Příloha č. 12: Tabulka ke druhé hypotéze

Věk matky při porodu - roky	Neúspěšný odchov	Úspěšný odchov	Celkem
2,12	1	0	1
2,15	0	1	1
2,93	1	0	1
3,07	1	0	1
3,18	1	0	1
3,23	1	0	1
3,54	1	0	1
3,63	1	0	1
3,65	1	0	1
4,02	0	1	1
4,08	0	1	1
4,11	0	1	1
4,31	1	0	1
4,88	1	0	1
4,93	1	0	1
5,05	1	0	1
5,07	0	1	1
5,08	1	0	1
5,13	1	0	1
5,28	1	0	1
5,5	0	1	1
5,52	0	1	1
5,75	1	0	1
5,91	1	0	1
6,12	0	1	1
6,54	0	1	1
6,73	1	0	1
6,83	1	0	1
6,88	0	1	1
7,03	0	1	1
7,21	1	0	1
7,24	0	1	1
7,31	1	0	1
7,33	1	0	1
7,53	1	0	1
7,73	1	0	1

8,07	1	0	1
8,08	0	1	1
8,14	0	1	1
8,19	0	1	1
8,23	1	0	1
8,24	1	0	1
8,56	1	0	1
9,2	0	1	1
9,3	0	1	1
9,35	0	1	1
9,43	0	1	1
9,53	0	1	1
9,54	0	2	2
10,09	1	0	1
10,17	1	0	1
10,38	1	0	1
10,4	1	0	1
10,57	1	0	1
10,62	1	0	1
10,87	0	1	1
11,19	1	2	3
11,7	1	1	2
11,87	0	1	1
12,21	0	1	1
12,92	1	0	1
13,03	1	0	1
13,07	0	1	1
13,31	0	1	1
13,66	1	0	1
13,9	0	1	1
14,48	1	0	1
14,7	1	0	1
14,79	0	1	1
16,02	2	0	2
16,91	0	1	1
18,71	1	0	1
Celkem	44	33	77

Tabulka č. 5: V této tabulce jsou údaje o věku samic při porodu a počtu úspěšných a neúspěšných odchovů mláďat.