

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI
Přírodovědecká fakulta
Katedra zoologie a ornitologická laboratoř



Určování věku jedinců v přírodní populaci křečka polního

Bc. Lada Zemanová

Diplomová práce

předložená

na Katedře zoologie a ornitologické laboratoři

Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci

jako součást požadavků

na získání titulu Mgr. v oboru

Zoologie

Vedoucí práce: Mgr. Jan Losík, Ph.D.

Olomouc 2018

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předloženou diplomovou práci vypracovala samostatně pod vedením
Mgr. Jana Losíka, Ph.D. a jen s použitím citovaných literárních pramenů.

V Olomouci 30. 4. 2018

.....

Podpis

Zemanová L. 2018. Určování věku jedinců v přírodní populaci křečka polního [diplomová práce]. Olomouc: Katedra zoologie a ornitologická laboratoř PřF UP v Olomouci. 46 s., česky.

Abstrakt

Od roku 1992 je křeček polní chráněn zákonem ve všech zemích Evropské unie. V České republice je řazen mezi silně ohrožené druhy, proto jakékoli poznatky o jeho životě a přežívání mohou přispět k lepším ochranným opatřením. Záchrana křeččích populací vede k zachování biodiverzity zemědělské krajiny.

Cílem diplomové práce je zjistit vztah mezi věkem jedinců a opotřebením chrupu a tělesnými rozměry u křečka polního v přírodních podmínkách na okraji Olomouce pomocí metody zpětného odchyty značených jedinců. Uvést základní charakteristiku studovaného druhu a zaměřit se na míru abraze stoliček u dospělých jedinců. Výzkum započal v roce 2013 a data byla sbírána až do roku 2017. Má práce navazuje na studium demografie křečka, která je na lokalitě prováděna od roku 2001. Jednotlivé odchvy byly prováděny od května do září zhruba v měsíčních intervalech. U odchycených jedinců jsem následně provedla označení pomocí čipu a zaznamenala jsem údaje o hmotnosti, tělesných rozměrech, pohlaví a opotřebování stoliček. Fotografická dokumentace horních molárů byla pořízena u 124 jedinců, z toho bylo 66 samic a 58 samců. Data byla statisticky vyhodnocena pomocí programu R s využitím diskriminační analýzy. Získaná data ukazují, že nejlepším znakem pro určení stáří (tohoroční, jednoletí, dvouletí) je míra abraze molárů. Výsledky práce mohou být využity při reintrodukčních programech na záchranu mizejících křeččích populací.

Klíčová slova: abraze, Capture-Mark-Recapture, *Cricetus cricetus*, diskriminační analýza, moláry, okluzní povrch, věková kategorie, zuby.

Zemanová L. 2018. Determining the age of individuals in natural populations of common hamster [diploma thesis]. Olomouc: Department of Zoology and Laboratory of Ornithology Science, Faculty of Science, Palacky University Olomouc. 46 p.. In Czech.

Abstract

Since 1992, common hamster has been protected by law in all the countries belonging to the European Union. In the Czech Republic, it is ranked among severely threatened species. Any findings about its life and survival might therefore contribute to better conservation management. Saving hamster populations leads to the conservation of agricultural landscape biodiversity.

The aim of the diploma thesis is to describe the relation between the three age classes and their teeth abrasion and body measurements in a natural population of the common hamster in the suburbs of Olomouc, followed by a capture-mark-recapture method, with a special on the molar abrasion in adult individuals. The trapping sessions were done from May to September in approximately monthly intervals. I marked the captured individuals by a chip and recorded their body mass, body length, length of foot, length of tibia, sex and molar abrasion. Photographic documentation of the upper molars was taken in 124 individuals, 66 females and 58 males. Statistical analysis of the data was performed in R using the packages for discriminant analysis. The data indicate that the best trait for age group recognition (born in that year, one-year-old, two-year-old) is the degree of molar abrasion. Results of this study can be used in conservation management in reintroduction programmes and age structure models applied to ascertain analysis of sensitivity.

Key words: abrasion, age category, Capture-Mark-Recapture, *Cricetus cricetus*, discriminant analysis, molars, occlusal surface, teeth.

Obsah

Seznam obrázků	viii
Poděkování.....	ix
1. Úvod.....	1
2. Charakteristika studovaného druhu	4
2.1. Populační dynamika	4
2.2. Systematické zařazení a popis druhu.....	6
2.3. Mortalita a přirození nepřátelé	9
2.4. Dentice neboli chrup – počet, jeho uspořádání a prořezávání.....	11
3. Cíle.....	13
4. Materiál a metody	14
4.1. Charakteristika lokality	14
4.2. Mapování norových systémů.....	15
4.3. Metoda zpětného odchyty	16
4.4. Určení věku ve dnech	18
4.5. Definice kategorií opotřebení zubů	18
4.6. Analýza dat - modelování vztahu mezi opotřebením zubů, tělesných rozměrů a stáří	20
5. Výsledky	21
5.1. Odchyty	21
5.2. Délka těla.....	22
5.3. Hmotnost	23
5.4. Délka tibie	23
5.5. Délka zadní tlapky	23
5.6. Výsledky diskriminační analýzy	25
5.7. Vztah věku a abraze molárů	25
6. Diskuze	27

7. Literatura.....31

Seznam obrázků

Obr. 1: Rozšíření křečka polního (<i>Cricetus cricetus</i>) v České republice 1990–2011. (Převzato Anděra 2011).	5
Obr. 2: Rozšíření křečka v Čechách k roku 2016 podle klimatických oblastí. Chladné oblasti (CH4–CH7), mírně teplé oblasti (MT2–MT11), teplé oblasti (T2–T4). (Převzato Vohralík & Melichar 2016).	6
Obr. 3: Schéma norového systému (Převzato Weinhold 1998).	8
Obr. 4: Lasice kolčava (<i>Mustela nivalis</i>) chycená v nášlapné pasti při odchytu křečka. 11	
Obr. 5: (a) Nákres horních stoliček. 1 – 1. stolička, 2 – 2. stolička, 3 – 3. stolička. (b) Rentgenový snímek lebky dospělého křečka demonstruje dlouhé řezáky (označeno modře) a velkou mezeru diastemu mezi řezáky (hlodáky) a stoličkami (označeno bílou čarou). (Převzato z Reznik et al. 1978).	12
Obr. 6: Letecký snímek studované plochy v Olomouci (městská část Holice) s vyznačenou studijní plochou. Červeně vyznačené pole s vojteškou. (Převzato z Mapy.cz).	15
Obr. 7: Chycený ježek (<i>Erinaceus</i>) ve sklopné pasti na křečka polního.	16
Obr. 8: (a) Narkotizovaný křeček, příprava na vážení a čipování. (b) Opětovné vypuštění probuzeného jedince.	17
Obr. 10: Fotografie postupné abraze horních stoliček.	19
Obr. 9: Nákres první horní stoličky (M1). Způsob vizuálního měření postupné abraze s vyznačením kategorií opotřebování.	20
Obr. 11: Nejmladší chycený jedinec ve věku 20 dnů. M2 ještě nedosáhly plné výšky. .	21
Obr. 12: Počty odchycených jedinců v jednotlivých letech rozdělení podle kategorie abraze I–V.	22
Obr. 13: Závislost délky těla (a), hmotnosti těla (b), délky tibie (c) a délky zadní tlapy (d) u obou pohlaví křečka polního na stáří. U obou os je použito logaritmické měřítko.	24
Obr. 14: Závislost věkových kategorií míry abraze (1–5) na věku jedinců ve dnech. K regresi byla použita mocninná funkce.	24
Obr. 15: Diagram lineární diskriminační analýzy s použitím tělesných rozměrů (vlevo) a s použitím tělesných rozměrů a abraze horních molárů (vpravo).	25

Poděkování

Ráda bych poděkovala především vedoucímu mé diplomové práce Mgr. Janu Losíkovi, PhD za cenné rady a připomínky v průběhu psaní a hlavně za jeho ochotu, trpělivost, vstřícnost a čas. Dále bych chtěla poděkovat prof. MVDR. Emilu Tkadlecovi, CSc. za pomoc se statistickým zpracováním dat. Za terénní spolupráci při získávání dat děkuji Bc. Martinovi Stejskalovi a ostatním lidem z křečkářského týmu.

1. Úvod

Savci jsou obecně zajímavou a početnou skupinou živočichů. Nejen velcí savci ale i ti menší přitahovali pozornost vědců už v raných dobách výzkumu. Někteří živočišné druhy jsou lidmi vnímány pozitivně a mají u lidí značné sympatie. Ale některé živočišné druhy jsou člověkem vnímány jako tzv. škůdci, u nichž je z pohledu člověka žádoucí jejich početnosti snižovat. Za škůdce jsou považovány ty organismy, které nějakým způsobem konkurují člověku nebo ničí jeho úrodu. Dále jsou to druhy, které na člověku parazitují či ohrožují jeho zdraví nebo zdraví hospodářských zvířat a znepríjemňují člověku pohodlí a blahobyt (Flint a van den Bosh 1981). Mezi takto označované organismy se řadí i křeček polní (*Cricetus cricetus*, L. 1758), který v Evropě žije v zemědělské krajině. Tento hlodavec má původ ve stepních oblastech Eurasie. Od neolitu se vznikem zemědělství se postupně adaptoval na život v kulturní krajině a rozšířil svůj areál až do západní Evropy (Nechay 2000). Křeček u nás žil ve čtvrtohorách v době, kdy klima umožňovalo na našem území rozvoj stepí. Šťourač (2008) ve své práci dokládá jedny z prvních nálezů kosterních pozůstatků křečka polního na území České republiky z jeskyně Balcarka z období würmského glaciálu. Křeček polní byl pokládán ještě v 60. letech minulého století za polního škůdce, který při populační explozi způsobuje značné škody v zemědělství. V dnešní době není tento hlodavec laické veřejnosti téměř znám díky poklesu jeho početnosti, ale některými zemědělci je nadále vnímán negativně.

K poklesu početnosti populací křečka polního dochází v celé Evropě. V České republice je od roku 2006 křeček řazen mezi silně ohrožené druhy. Také v dalších zemích EU je chráněn a probíhají pokusy o zlepšení stavu jeho populací. Od roku 2001 jsou evropští křečci chováni v zajetí pro reintrodukční programy. Reintrodukční programy čili vypuštění v zajetí odchovaných jedinců zpět do volné přírody probíhají například ve Francii (Alsasko), v Nizozemsku (Limburg) a v Německu (Mannheim) (Surov et al. 2016). V polském městě Jaworzne byl také pozorován trvalý pokles početnosti tohoto hlodavce. Tato populace křečka polního je izolovaná od ostatních populací a genetické testy ukázaly, že je zde nedostatek heterozygotních jedinců. Na záchranu a posílení genetické variability této populace bude provedena přeprava několika jedinců z České republiky z okolí Olomouce (Wojewodzki 2018).

Pro správné nastavení ochranných opatření je důležité co nejlépe poznat biologii daného druhu, věkovou strukturu a celkový věk dožívání ve volné přírodě. Pokud známe věkovou strukturu populace, lze stanovit počet dospělých živočichů v populaci, tempo růstu a dynamiku populace (Morris 1972). K určování věku byla biologi vyvinuta řada metod, jejichž aplikace je závislá na konkrétním druhu živočicha. Například u hlodavců, kopytníků a šelem slouží jako hlavní znak věku studium stavu opotřebení neboli abraze chrupu (Hancox 1988). Diagnostické znaky pro určování stáří se ale mohou u savců měnit v průběhu ontogeneze. Například metodu osifikace lebky neboli uzavírání lebečních švů lze využít k určení věku jen do doby, než dojde k úplnému zkostnatění. Vhodným znakem mohou být dále například adhezní linie (tzv. zóny nebo kruhy) mezi vrstvami vytvořenými v mineralizovaných strukturách jako jsou kosti nebo zuby, stupeň vývoje struktury lebky, fúze kraniálních stehů a osifikace epifýz v kostech končetin nebo hmotnost oční čočky. Bohužel tyto metody jsou neúčinné při studiu krátkověkých živočišných druhů, jako jsou malí hlodavci (Olenev 2009). Další nevýhodou těchto metod je jejich omezená využitelnost pouze u smrcených živočichů. Proto je velmi důležité nalézt metodu, která bude použitelná u živých jedinců, zejména pro vzácné druhy, u nichž je z pohledu ochrany nepatřičné jedince usmrcovat.

Vymezení věkových tříd založené na změnách morfologických charakteristik chrupu souvisejících s věkem je jedním z často používaných při studiu volně žijících savců. Analýza a popis změn molariformních zubů v důsledku opotřebení je nejčastěji používanou metodou pro určení relativního věku volně žijících hlodavců s brachiodontními moláry (nízká korunka s kořeny, omezený růst – po prořezání z dásně již dále nerostou). Opotřebení korunek obvykle poskytuje dostatečné rozlišení u věkových tříd a bylo zjištěno, že je spolehlivým indexem věku v jedné populaci. Často se však považuje za přibližný index věku, protože opotřebení stoliček může být přímo ovlivněno faktory prostředí (De Oliveira et al. 1998).

V rámci své diplomové práce se zabývám možnostmi určování věku jedinců v přírodní populaci křečka polního. Jedná se o savce významného z pohledu ochrany přírody, který je dlouhodobě studován v Olomouci na Katedře ekologie a životního prostředí Univerzity Palackého. Jeho výzkum je zde prováděn nepřetržitě již od roku 2001 (Losík et al. 2007). Křeček polní je dobrým druhem jak pro teoretické tak pro aplikované vědy. Tento savec je také vhodným laboratorním živočichem pro specifická pozorování.

Demografický výzkum je v západních zemích problematický z důvodu jeho nízké početnosti a přísné ochrany. V České republice jsou populace křečka přece jen o něco početnější a také jejich genetická variabilita je větší než u západoevropských populací (Smulders et al. 2003). Studium demografie, aktivity, behaviorálního chování, je tudíž velice žádoucí. Početnost populace, na které jsem prováděla výzkum v průběhu několika let, i tady velmi kolísá. Po několika letech se tento hlodavec opět těší vědeckému zájmu a monitoringu populačních početností.

2. Charakteristika studovaného druhu

2.1. Populační dynamika

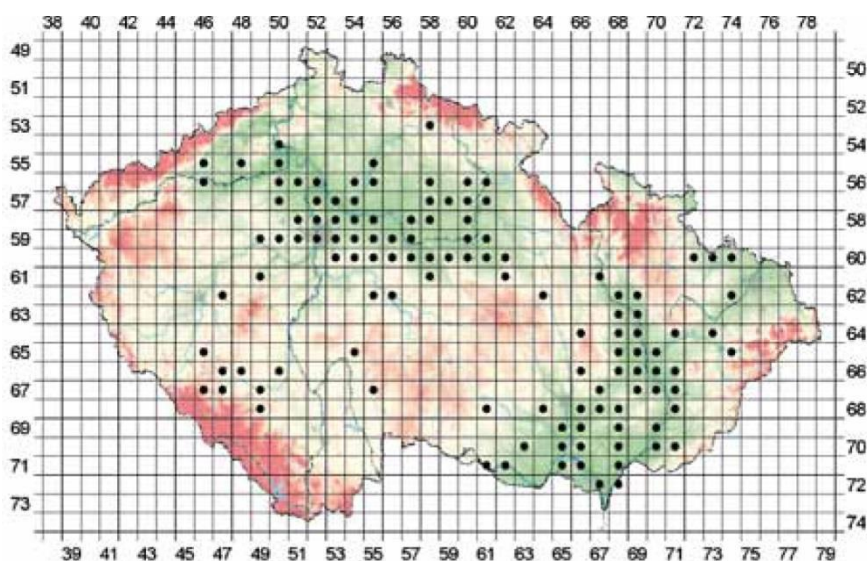
Populace křečka polního nebyly dříve nijak dlouhodobě sledovány a lidé si začali tohoto hlodavce všímat, až když jim začal způsobovat větší škody na úrodě díky zvyšujícím se populačním denzitám. V některých státech byla jeho početnost tak masivní, že musel být huben pomocí rodenticidů (Nechay et al. 1977) nebo se lovil pro kožky, které byly vykupovány a využívány v módním odvětví (Weinhold 2008). Kožešinový lov skončil ve většině evropských zemí až v devadesátých letech (Surov et al. 2016). V Německu bylo mezi lety 1953–1966 odchyceno okolo 1,3 milionu jedinců ročně. V roce 1974 bylo dokonce v Maďarsku odloveno až 2,4 milionů jedinců (Nechay et al. 1977). K přemnožení také došlo na východním Slovensku v letech 1971–1972 (Grulich 1975a). Na Ukrajině se k hubení tohoto škůdce v 50. a 60. letech využíval dnes již zakázaný pesticid DDT kde byla dávka až 20 kg na hektar (Gorban 1998). Takovéto masivní přemnožení vyvolalo negativní účinek jak pro křečky samotné, tak pro člověka. Vliv velkého přemnožení způsoboval nedostatek potravy a vedl ke kanibalismu. Také často docházelo k dočasné synantropizaci a jedinci si začali hledat úkryt v lidských sídlech, skladech, senících či sýpkách. Pro člověka bylo tedy nejen z hlediska ničení úrody, ale i epidemiologie nutné přemnožená zvířata likvidovat (Grulich 1975c).

Opakem těchto masivních počtů jsou prudké poklesy tohoto hlodavce v posledních desetiletích zaznamenané především v západoevropských populacích. Dobře vypovídající poznatky o rozšíření tohoto druhu v ČR přinesly práce ze 70. let (Grulich 1975b, Vohralík & Anděra 1976). Výskyt křečka v ČR po roce 2000 se omezuje především na úrodnější oblasti (obr. 1) jako je Polabí a moravské úvaly (Tkadlec et al. 2010). Ke zmenšení areálů, které jsou známy ze studií z roku 2008, došlo také v jiných Evropských zemích, a to v Polsku, Maďarsku a na Ukrajině i přes to, že tyto státy vykazují vysoký podíl stepí a otevřené zemědělské krajiny (Weinhold 2008). Jedním z možných faktorů, který může hrát roli v úbytku populací je ztráta přirozeného stanoviště v souvislosti s rozšiřováním vesnic a měst spojená s výstavbou silničních komunikací. Všechny tyto změny jsou spojeny s fragmentací krajiny a následně dochází k izolaci jednotlivých populací (Losinger & Poter 2008). Populace vyskytující se

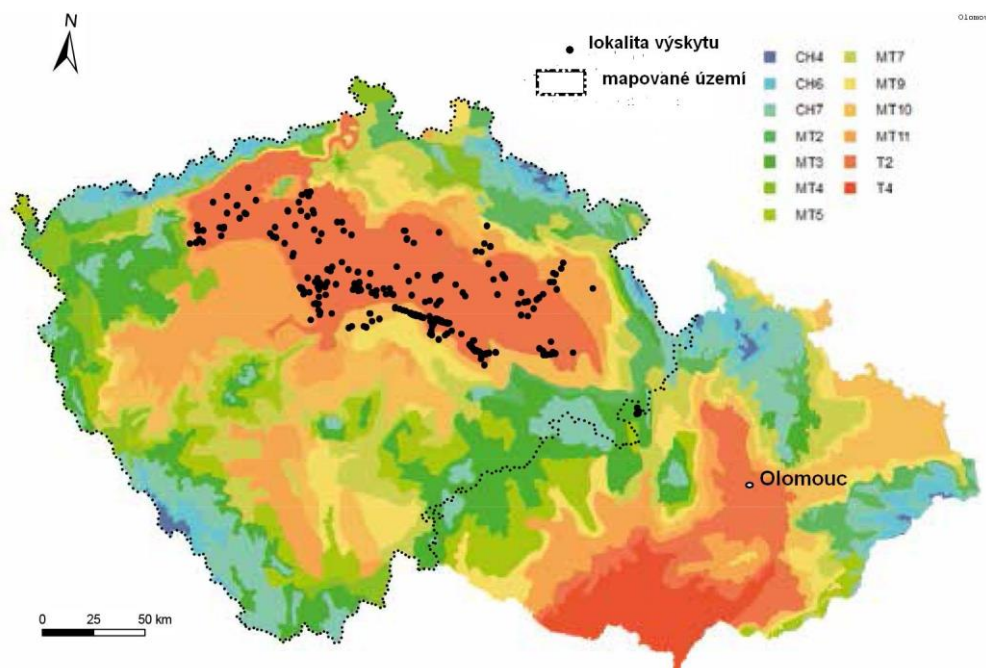
v Evropě jsou roztroušené do značných vzdáleností a zastoupeny v malých denzitách bez možnosti bližšího kontaktu a křížení (Smulders et al. 2003).

Dříve byl tento hlodavec obvyklý obyvatel jak zemědělské půdy, tak nížin a nezalesněných oblastí až po kopcovitou krajinu a podhůří (Anděra 2011). K výrazným změnám výskytu křečka polního došlo od poloviny 20. století. Zásluhou značného poklesu početnosti byl křeček v České republice zařazen od 70. a 80. let mezi ohrožené druhy (Anděra & Beneš 2001) a na mnohých místech jeho původního výskytu dokonce vymizel (Anděra 2011). Tento druh byl zařazen do přílohy II (přísně chráněné druhy) Bernské úmluvy z roku 1979 o Zachování evropské přírody a přírodních stanovišť a od roku 1992 je uveden v příloze IV směrnice o stanovištích, která stanoví přísné právní předpisy ochrany ve všech zemích Evropské unie (Ziomek & Banaszek 2007).

Současné rozšíření křečka je ovlivněno environmentálními proměnnými, jako je nadmořská výška, klima, typ půdy a krajinný pokryv. Ke snížení početnosti křečka došlo i v Čechách, kde došlo ke změně distribuce v závislosti na nadmořské výšce. Výskyt křečka se od roku 1990 posunul k nižším nadmořským výškám a většina lokalit dnes leží v nížinách ve výšce do 300 m n. m. Výskyt ve vyšších polohách je ojedinělý. Mezi lety 1990–2011 byly datovány lokality i v Jižních Čechách (obr. 1), ale podle nových záznamů o výskytu křečka v Čechách k roku 2016 (obr. 2) se areál o tuto oblast zmenšil (Anděra 2011, Vohralík & Melichar 2016).



Obr. 1: Rozšíření křečka polního (*Cricetus cricetus*) v České republice 1990–2011. (Převzato Anděra 2011).



Obr. 2: Rozšíření křečka v Čechách k roku 2016 podle klimatických oblastí. Chladné oblasti (CH4–CH7), mírně teplé oblasti (MT2–MT11), teplé oblasti (T2–T4). (Převzato Vohralík & Melichar 2016).

2.2. Systematické zařazení a popis druhu

Křeček polní, *Cricetus cricetus* (Linnaeus, 1758) patří do řádu hlodavci (*Rodentia*), čeledi křečkovití (*Cricetidae*) a je největším zástupcem podčeledi *Cricetinae*. Hmotnost těla dospělých jedinců se pohybuje od 200 do 650 g v závislosti na pohlaví. Dorůstá do velikosti 20 až 30 cm. Tělo je zavalité s krátkým řídko osrstěným ocáskem. Končetiny jsou krátké a uzpůsobené k hrabání. Uši jsou kulaté a u dospělých jedinců s řídkým ochlupením. Křeček polní je charakteristický svým zbarvením srsti. Hřbet je žlutohnědý, břicho černé, tlapy a líce bílé. K výměně poměrně husté srsti dochází jednou za rok (Weinhold 1998).

Křeček patří mezi polygamní druhy s odlišnou reprodukční dobou v jednotlivých částech Evropy. Na našem území je reprodukční aktivita přibližně od konce dubna do srpna (Grulich 1986), proto se jeho populace skládá s řady relativně omezených věkových skupin oddělených hibernací (Vohralík 1974). Křeček je tzv. r-stratég, jelikož hodně investuje do reprodukce, aby vyrovnal poměrně vysokou mortalitu (Weinhold 2008).

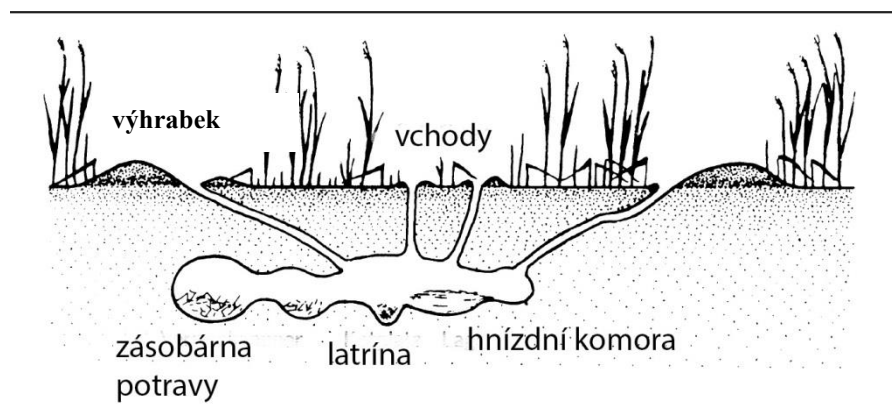
Samice mohou mít v jednom roce 2–3 vrhy mláďat v závislosti na klimatických podmínkách. Mladé samice narozené brzy z jara se mohou zapojit do reprodukce ještě též rok, ale mívají pouze jeden vrh. Samci se zapojují do reprodukce až následující rok po přezimování (Zejda et al. 2002) a na péči o mláďata se nepodílejí (Franceschini & Millesi 2001). Počet mláďat může být různý, například podle Eibl-Eibesfeldt (1953) 6–8, Vohralík (1974) uvádí 4–10 mláďat ve vrhu. Novorozená mláďata váží 2–4 g (Zejda et al. 2002), rodí se holá, slepá a neslyšící po 17 dnech březosti. Jestliže dojde k dalšímu páření v několika dnech po porodu, tak se doba březosti prodlouží (Vohralík 1974). Mezi 12. až 14. dnem od narození se mláďatům otevírají oči a ve věku 30 dní jsou již soběstačná a opouští mateřskou noru (Zejda et al. 2002).

Křeček polní je charakteristický stavbou rozsáhlých norových systémů. Pro hloubení nor preferuje sušší hlubší půdy, typu černozem, hnědozem a kambizem. Křeček se naopak vyhýbá vlhkým místům a kamenitým půdám. V České republice se lokality s výskytem křečka nacházejí především v otevřené zemědělské krajině v teplých klimatických oblastech (obr. 2). Křeček je také schopen obývat ruderalní místa na periferii vesnic a měst (Vohralík & Melichar 2016).

Křečci jsou samotáři s výjimkou doby páření a každý jedinec si vytváří vlastní noru. Nory bývají dvojího typu a to letní, které slouží k úkrytu a k rozmnožování a zimní nory určené k hibernaci, které obývají od října do dubna. Zimní nory dosahující hloubky až 2 m. Velikost a počet chodeb se liší podle pohlaví, stáří jedinců a v průběhu sezóny. Mladí jedinci vyhrabávají nory mělké a méně členité, zatímco starší jedinci mají nory hlubší a složitější s několika východy. Každý systém může mít několik východů jak kolmých, tak šikmých (obr. 3). Systémy mají i slepá ramena sloužící k různým účelům (zásobárny jídla, záchod, hnízdní komora). Na zimu jsou východy ucpány zeminou (Monecke 2004, Weinhold, 1998, 2008).

Sociální organizace křečka je teritoriálního typu, kdy si jedinci brání svá území jednak aktivně, tak pomocí pachových značek. Maz je produkován bočními žlázami, které jsou nápadnější u samců v období rozmnožování nebo mazovou žlázou nacházející se uprostřed břicha (Anděra & Horáček 2005, Weinhold 1998). Pachové značky zanechávají jedinci jednak uvnitř svých nor ale také v okolí vchodů. Takovéto značení v terénu má pro jedince i orientační význam. Ke značení teritoria využívají také moč a výkaly (Eibl-Eibesfeldt 1953). Mezi jedinci stejného druhu panuje vnitrodruhová

kompetice typu interference s přímými interakcemi (Begon et al. 2006). V případě nebezpečí utíká, ale pokud je útočník nebo konkurenční jedinec blízko, tak nafoukne prázdné lící torby, snaží se zastrašovat vztyčením na zadních končetinách, hlasitě prská a skřípá zuby (Anděra & Horáček 2005, Reichholf 1996).



Obr. 3: Schéma norového systému (Převzato Weinhold 1998).

Křeček je prostorově aktivní v noci především na jaře a v létě s vrcholovou aktivitou v době soumraku a při rozednění. Jedná se tedy o druh převážně s krepuskulární aktivitou. Ve dne je aktivní až na konci vegetační doby a to v období podzimu, kdy klesají noční teploty a dochází ke zkrácení světelné části dne. Během roku je jeho aktivita periodická se sezónními změnami ve fyziologii a chování. Tyto cykly způsobují změny fotoperiody, přítomnost dostupné vegetace a klima (Monecke 2001). V zimním období dochází ke snížení metabolismu a k přechodu do hibernace (Nechay 2000). Hibernace trvá v závislosti na geografii a klimatu přibližně od září do počátku dubna (Niethammer & Krapp 1982). Křeček se v hibernaci vyznačuje extrémně nízkou tělesnou teplotou, která je mezi 2–10 °C. V intervalech od 1 do 14 dnů se zvířata z tohoto stavu probouzí. Teplota těla jedinců v bdělém stavu je pak 36–38 °C (Wendt 1991, Wendt et al. 1995). V aktivním období (duben až říjen) má díky zkrácené aktivitě během zimy zvýšené investice do rozmnožování a získávání zásob.

Křeček polní se řadí mezi všežravce a jeho potrava je různorodá. V potravě převažují především různé druhy rostlin a části plodů (Nechay 2000). Převážnou část potravy tvoří vojtěška, jetel, obilniny, kukuřice, různé druhy zeleniny a kořeny různých druhů rostlin. Potravní nabídka se mění v průběhu roku podle její dostupnosti a množství,

proto dochází ke změnám složení potravy. Potravní preference se může také lišit dle věku a pohlaví (Hufnagl 2009). Především na jaře využívají také živočišnou složku potravy, jako jsou larvy hmyzu, brouků, žížaly, slimáci či mláďata hrabošů (Weinhold 2008). Křečci konzumují potravu mimo svoji noru zřídka, aby předešli případné predaci (Eibl-Eibesfeld 1953). Proto je jejich typickým chováním sběr a přenášení potravy v lících torbách do zimních zásob v noře. Takto shromažďují potravu v pozdním létě a na podzim a připravují se k hibernaci (Nechay et al. 1977). Potravu z lících tureb vyprázdňují v noře pomocí předních tlap, kterými přejíždí líce zezadu dopředu k tlamě (Reichholf 1996). Tímto způsobem dokáží nashromáždit i několik kilogramů potravy (Wendt 1991). Jedinci přednostně využívají dostupnou potravu na daném stanovišti, které obývají (Holišová 1976), ale a za potravou mohou docházet i do vzdáleností 1 kilometru (Grulich 1975), proto je jejich potrava značně různorodá.

2.3. Mortalita a přirození nepřátelé

Pokles početnosti křečka může mít mnoho příčin, jednak je to přirozená mortalita způsobená různými nemocemi, úmrtností během zimní hibernace a vlivem predace (Schaffrath & Weinhold 2011, Weinhold 1998) nebo vlivem lidské činnosti. Mezi příčiny způsobené lidskou činností patří používání biocidů, využívání agrotechniky, snížený výběr potravních zdrojů (Zeida et al. 2002) a výstavba nových silnic a dálnic spojená s automobilovou dopravou (Ulbrich & Kayser 2004). Grulich (1996) ve své studii pozoroval, že mortalita způsobená automobilovou dopravou spíše způsobuje aktuální změnu v početnosti populací. Vohralík a Melichar (2016) uvádějí největší úmrtnost na silnicích ve druhé polovině srpna a v první polovině září s vysvětlením, že během tohoto období si mladí jedinci snaží vytvořit vlastní domovský okrsek a proto se vzdalují od místa narození a často překonávají silnice. Dalším z možných faktorů, který může hrát roli v úbytku populací je také intenzifikace zemědělství a hluboká orba (Vohralík & Melichar 2016).

Křeček není tak silně svázán svým výskytem s druhem porostu, jak je to například u sysla obecného (*Spermophilus citellus*, L. 1766), ale i přes to je dnešní systém zemědělského hospodaření jednou z možných příčin ohrožení. Můžeme jmenovat například snižující se zastoupení pěstování jetelovin, ztrátu heterogenity prostředí (Nechay 2008) spojenou s chybějícími malými políčky s alternativními plodinami (dnes mnoha hektarové plochy s kukuřicí, řepkou olejkou a jiné). Weinhold (2008) definuje

tento problém ohrožení křečka jako ztrátu a fragmentaci stanovišť a moderní, monokulturní zemědělství. Dále výstavba neprostupných oplocení, která souvisí s fragmentací dříve souvislého území, může mít za následek vznik malých populací, které mají větší tendenci snadněji zaniknout oproti populacím velkým díky nepředvídatelným událostem (Víšková 2010).

Weinhold (2008) přikládá největší význam mortalitě během hibernace především z nedostatku zásob potravy či zaplavením nory. Křeček v důsledku moderního obhospodařování nestihne nashromáždit dostatečné množství potravy, protože ihned po sklizni plodin dochází k orbě. Nedostatek nashromážděných zásob byl zjištěn především u subadultních samic. Dalším faktorem způsobujícím mortalitu během zimní hibernace jsou klimatické podmínky. Tvrdé zimy zvyšují podíl na úmrtnosti (Weinhold 1998). Zimní hibernaci pravděpodobně nepřežije 50 až 60 % jedinců (Wendt 1991, Kayser et al. 2003).

Nevýznamnějšími přirozenými predátory křečků jsou draví ptáci a sovy. V době hojnosti tvoří křeček až 50 % z celkového množství potravy u ptáků. Na jídelníčku ho má například výr velký (*Bubo bubo*), moták pochop (*Circus aeruginosus*) (Vohralík & Melichar 2016), káně lesní (*Buteo buteo*), luňák červený (*Milvus milvus*), luňák hnědý (*Milvus migrans*) a orel křiklavý (*Aquila pomarina*) (Stubbe et al. 1991, Grulich 1980, Bihari et al. 2005). Mláďata křečků se stávají potravou v období sklizně také pro volavky a čápi (Weinhold 2008). Ze savčích predátorů je křeček loven menšími až středně velkými šelmami (*Carnivora*) jako je liška obecná (*Vulpes vulpes*), lasice hranostaj (*Mustela erminea*), lasice kolčava (*Mustela nivalis*) (obr. 4), tchoř tmavý (*Mustela putorius*) tchoř stepní (*Mustela eversmannii*), kuna skalní (*Martes foina*), jezevec lesní (*Meles Meles*) (Eibl-Eibesfeld 1953, Müller 1960, Grulich 1980, Bihari et al. 2005, Weinhold 2008, Bihari et al. 2008, Kayser et al. 2003). Predátory křečka jsou také kočky a psi (Grulich 1980, Weinhold 2008, Vohralík & Melichar 2016). Největší predační tlak na křečky je brzy z jara a na podzim po sklizni, kdy je z polí odstraněn vegetační kryt a křeček je tak rychleji postřehnut predátorem. V těchto obdobích proto dochází k největším ztrátám (Kayser et al. 2003).



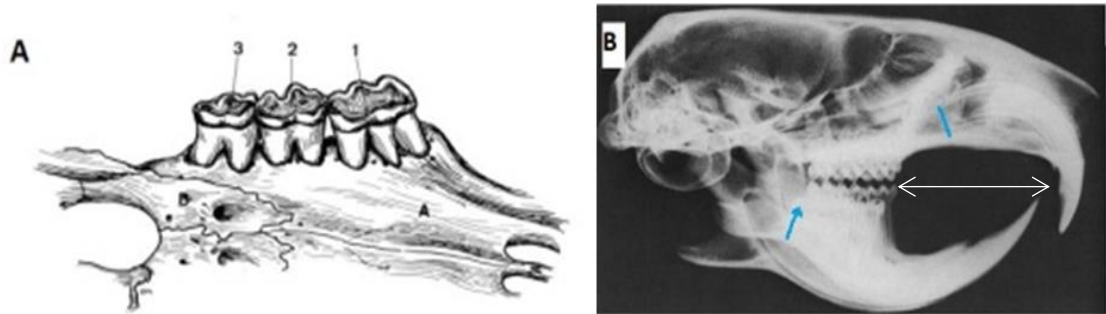
Obr. 4: Lasice kolčava (*Mustela nivalis*) chycená v nášlapné pasti při odchytu křečka.

2.4. Dentice neboli chrup – počet, jeho uspořádání a prořezávání

Chrup křečka je monofyodontní je tedy tvořen pouze jednou generací trvalých zubů. Zubů je celkem 16 po čtyřech v každé polovině čelisti. Chrup hlodavců a to i křečka je diprotodontní s dvěma různě tvarovanými, funkčně specializovanými zuby tzn., že mají pouze jeden pár horních a jeden pár spodních řezáků neboli hlodáků (*dentes incisivi*), za nimiž následuje velká mezera zvaná diastema, a za ní se nacházejí stoličky po třech v každé polovině čelisti. Zuby jsou uspořádány následujícím způsobem $I \frac{1}{1} C \frac{0}{0}$ $P \frac{0}{0} M \frac{3}{3}$. Řezáky jsou velmi dlouhé a neustále přirůstají. Spodní řezáky procházejí skoro přes celou délku mandibuly a končí u posledního moláru. Z dolních řezáků je tedy vidět pouze jedna třetina, zatímco dvě třetiny sedí v alveolu. Horní řezáky jsou mnohem kratší, pronikají do premaxilly pouze na úroveň prvních molárů (obr. 5b). Řezáky jsou z přední strany pokryty oranžově zbarvenou sklovinou neboli emailem. Protistojné hlodáky se navzájem obrušují. Klouby umožňují pohyb přední a zadní čelisti a v důsledku toho se polohy horních a spodních řezáků mohou značně lišit vzájemně vůči sobě, zatímco moláry jsou v okluzi.

Stoličky jsou bunodontní (korunka má přibližný tvar čtverce se zaoblenými hrboly). Řady molárních zubů nejsou paralelní, ale slabě se snižují směrem k podélné ose, takže

první moláry jsou více od sebe odděleny, než je druhý třetí molár (obr. 5a). Korunky jsou se třemi malými hroty na prvním moláru a dva hroty na ostatních dvou molárech 2 a 3. Kořeny stoliček jsou dlouhé a úzké. První horní stolička má čtyři kořeny, druhá a třetí má kořeny tři. Dolní stoličky jsou připevněny v alveolu pouze dvěma kořeny (Reznik et al. 1978).



Obr. 5: (a) Nákres horních stoliček. 1 – 1. stolička, 2 – 2. stolička, 3 – 3. stolička. (b) Rentgenový snímek lebky dospělého křečka demonstruje dlouhé řezáky (označeno modře) a velkou mezeru diastemu mezi řezáky (hlodáky) a stoličkami (označeno bílou čarou). (Převzato z Reznik et al. 1978).

Řezáky (*dentes incisivi*) se prořezávají jak v dolní tak v horní čelisti již 4. až 5. den po narození (Reznik et al. 1978, Vohralík 1975). Vývoj stoliček není v obou čelistech synchronní. Růst a prořezávání maxilárních stoliček je o něco pomalejší než u stoliček mandibulárních. Jedenáctý den od narození je 1. stolička (M1) plně nad dásní v dolní čelisti zatímco v horní čelisti je plně vyvinutá až 13–15 den. Druhá stolička (M2) je již z části prořezaná v dolní čelisti 17. den od narození a plné výšky jak v horní tak v dolní čelisti dosáhne 20. den. Kolem 30. dne postnatálního vývoje mláděte se 3. stolička (M3) začíná prořezávat v dolní čelisti. 40. den od narození je chrup v dolní čelisti úplně vyvinut a v horní čelisti M3 dosáhne plné výšky až okolo 50. dne vývoje jedince (Vohralík 1975).

3. Cíle

Cílem mé diplomové práce je zjistit vztah mezi věkem jedinců a opotřebením chrupu a tělesnými rozměry u křečka polního v přírodních podmínkách. K dílčím cílům patří:

1. prošetření možnosti určování věku jedinců podle vybraných morfologických znaků,
2. vytvoření referenčních diagramů pro jednotlivé znaky,
3. prověření možnosti určování věku u živých jedinců v terénních podmínkách,
4. najít znak, který nejlépe odráží věk jedinců.

4. Materiál a metody

4.1. Charakteristika lokality

Výzkum probíhal v Olomouci (obr. 2) na jihovýchodní periférii v městské části Holici (ulice Šlechtitelů). Lokalita je situovaná v nadmořské výšce 210 m. n. m. s charakterem rovinatého nížinného území. Sledovaná plocha s přibližnou rozlohou 30 ha i se zastavěnou plochou náleží areálu Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci. Hranici areálu na severu tvoří zástavba s oplocením, jižní stranu tvoří plot a listnaté stromy, východní hranici tvoří železniční trať a západní hranici tvoří oplocení, za kterým následuje silnice (obr. 6).

Areál spadá do geomorfologické oblasti Západních vněkarpatských sníženin a je součástí celku Hornomoravský úval. Toto území je pro výskyt křečka ideální, protože území se nachází v teplé klimatické oblasti T2 (obr. 2) s dostatečnou vzdáleností od nivy řeky Moravy s podložím tvořeným kvarténními sedimenty s vrstvami náplavových hlín, jež jsou potřebné pro hloubení norových systémů.

Pozemky jsou především využívány Výzkumným ústavem rostlinné výroby zejména pro zemědělské a výzkumné účely. Plocha má mozaikovitý vzhled díky maloplošnému pěstování různých plodin a je protnuta několika cestami jak travnatými tak panelovými. Rozmanitost porostu poskytuje křečkovi různorodou potravu a vegetační úkryt před predátory. Pěstují se zde zejména obiloviny, zelenina, léčivé rostliny, slunečnice, vojtěška a jiné. Část areálu zaujímají také výzkumné skleníky a ovocné stromy. Jsou zde i plochy s trávou, zoraná pole a pole ponechaná ladem. V roce 2011 započala na studijní ploše výstavba Vědeckotechnického parku, díky němuž došlo ke zmenšení velikosti nezastavěné plochy. Celá lokalita volného prostranství je tedy k roku 2017 menší, než tomu bylo v minulých letech.

Výskyt křečka byl sledován na celé výzkumné ploše, ale v posledních 2 letech se populace stáhla pouze na pole s tolicí vojtěškou (čeleď bobovité) a přilehlé okolí. Toto políčko je využíváno katedrou Ekologie a životního prostředí od roku 2001 k výzkumným účelům křečka a hrabošů. Vojtěška je víceletá luštěnina, která dosahuje výšky až 1 m a poskytuje ideální úkryt v aktivním období křečka. Sledovaná populace se v areálu vyskytuje přirozeně.



Obr. 6: Letecký snímek studované plochy v Olomouci (městská část Holice) s vyznačenou studijní plochou. Červeně vyznačené pole s vojtěškou. (Převzato z Mapy.cz)

4.2. Mapování norových systémů

Mapování nor je jednou z běžných technik v praxi pro zjišťování výskytu a pro stanovení relativní četnosti populace. Pomocí těchto prvních vstupních dat lze vypočítat populační indexy. V mé práci bylo nezbytné tuto metodu mapování norových systémů provádět, abych následně provedla metodu zpětného odchyty jedinců. Metoda byla založena na průběžném procházení celého vytyčeného areálu a vizuálním hledání vchodů do nor a následné inventarizaci norových systémů. Vyhledávání nor bylo důležité kvůli změně rostoucích plodin a z důvodu, že si jak adultní křečci, tak mláďata často budují nory nové. Realizace tohoto mapování se provádí v době nadzemní aktivity křečka a to od dubna do konce září. Takovéto vyhledávání se provádí každý měsíc po celou sezónu před samotným odchytom. Mapování v období léta bylo obtížnější díky vysoké vegetaci. Každá nově nalezená nora, která jevila známky, že je využívána, byla zaznamenána pomocí systému GPS.

Nory křečků mají v průměru od 5 do 10 cm a některé jsou nenápadné a jiné jsou naopak dostatečně viditelné díky přítomnosti plochých výhrabků, které mohou mít odlišné zbarvení či strukturu než okolní půda. To je dáno tím, že norové systémy mohou dosahovat hloubky až 2 m a materiál pochází ze spodnějších půdních vrstev.

4.3. Metoda zpětného odchyty

Metoda zpětného odchyty značených jedinců (CMR = Capture Mark Recapture) poskytuje základní informace pro stanovení demografických parametrů populace a je založená na odchyty jedinců do živolovných pastí neboli sklopců. Jedinci se označí a opět vypustí na svobodu.

Jednotlivé odchyty byly realizovány během každého měsíce od dubna do září a to 2–3 dny po sobě. V období osamostatňování mláďat (červen, červenec) byl interval zkrácen po 2–3 týdnech, aby se označilo co nejvíce juvenilních jedinců. Ke každému nalezenému vchodu do nory byla umístěna past se dvěma vchody. Živolovné pasti z mřížového plechu fungují na principu nášlapného můstku. Při aktivaci sešlápnutím můstku dojde k uvolnění pojistky a sklapnutí dvířek na obou koncích. Pasti byly dvojího typu o rozměrech $18 \times 40 \times 16$ cm a $12 \times 48 \times 11$ cm. Jako návnada byla používána slunečnicová semínka. Pasti byly otevřeny vždy v podvečer a další den okolo 7 hodiny ráno proběhla jejich kontrola. Pasti byly na poli ponechány po celou dobu odchyty a každý den se kontrolovaly. Přes den byly pasti zavřené, aby nedocházelo k nežádoucím odchytem během dne a tudíž k dlouhodobému pobytu v kleci bez přístupu vody a stínu. Někdy se stalo, že se místo křečka chytl jiný hlodavec z čeledi myšovití (*Muridae*) a to myšice (*Apodemus*) nebo hraboš (*Microtus*). Často se chytl do sklopných pastí i ježek (*Erinaceus*) (obr. 7).



Obr. 7: Chycený ježek (*Erinaceus*) ve sklopné pasti na křečka polního.

Pokud se podařilo nějakého křečka chytit, nechal se přeběhnout do skleněné nádoby, do které se vložil hadřík napuštěný anestetikem. U takto narkotizovaného jedince (obr. 8a) se provedla identifikace podle čipu a byly zjištěny základní údaje: přibližný věk (juvenil, subadult, adult), tělesná hmotnost, pohlaví, délka těla, reprodukční kondice, rozměry zadní tlapy a tibie. Délka těla byla měřena od čumáku ke kořeni ocasu. Rozměry zadní tlapy (měřeno od paty po konce prstů bez drápků) a tibie byly měřeny posuvným měřítkem. Tělesná hmotnost byla měřena pomocí pružinové váhy Pesola s přesností na 5 g. Na závěr byla provedena fotografická dokumentace molárů. Manipulace se prováděla rychle, protože narkóza netrvá dlouho. Anestetikum bylo zvířaty tolerováno bez problémů a po chvíli od získání údajů již opět získávali motoriku. Pokud se podařilo chytit nového ještě neoznačeného jedince tak mu byl injekčně vpraven podkožní čip v oblasti krku. Novým jedincům byl také odebrán vzorek k DNA analýzám. Zkontrolovaný jedinec byl po úplném probrání z narkózy opět vypuštěn u nory, u které byl chycen (obr. 8b).

Radiofrekvenční identifikace jedinců má několik výhod a to, že vpravení čipu zabere chvilku a jedinci chycení vícekrát v průběhu jedné odchytové akce nemusí být znovu narkotizováni. Radiové signály jsou vysílané na určité frekvenci a ta je přečtena digitálním čtecím zařízením. Tato metoda nahradila dřívější značení jedinců ušními známkami, u nichž docházelo ke ztrátě, nebo byly vytrženy v průběhu teritoriálních soubojů mezi jedinci.



Obr. 8: (a) Narkotizovaný křeček, příprava na vážení a čipování. (b) Opětovné vypuštění probuzeného jedince.

4.4. Určení věku ve dnech

U jedinců, kteří byli poprvé chyceni v roce narození a byli odchyťováni opakovaně jsem určila na základě znalostí křeččí ontogeneze ze studie Vohralíka z roku 1975 datum narození s přesností +/- 10 dnů. Věk ve dnech byl stanoven porovnáním více ukazatelů (hmotnost, přelínání, prořezání stoliček a znalost počátku období rozmnožování v daném roce). Když se při odchytu chytila gravidní samice a poté u stejné nory za nějaký čas i mláďata bylo zřejmé, že mláďata jsou její. Při znalosti délky gravidity, která trvá 19–22 dnů a přibližném věku 25–30 dní od porodu, kdy poprvé začínají mláďata opouštět mateřskou noru a postupně se osamostatňovat, bylo možné takto věk určit. Pokud se chytila gravidní samice, u které jsme věděli, že právě kojí, došlo u ní k poporodní říji, tedy k páření první nebo druhý den po porodu a tím se březost prodlužuje až na 25–35 dní. Vývoj stoliček M1 a M2 je dokončen v obou čelistech ve věku okolo 20 dní od narození. Porovnáním všech těchto ukazatelů se dalo věk určit +/- 10 dnů. Podle data narození jsem pak u těchto jedinců mohla určit jejich stáří ve dnech při každém opakovaném odchytu.

4.5. Definice kategorií opotřebení zubů

Stejně jako ve studii Hon-Tsen & Yao-Sung (1990) jsem zkoumala opotřebení okluzních povrchů horních molárů. Každý jedinec byl zařazen do jedné ze šesti věkových tříd, které jsem definovala takto (obr. 9 a 10):

I – Chrup tvořen pouze moláry 1 a 2. Žádné opotřebení na okluzním povrchu M1 a M2, hrbolky dosahují plné výšky. M3 ještě není prořezán nebo se prořezal jen špičkami hrbolků skrz dásně;

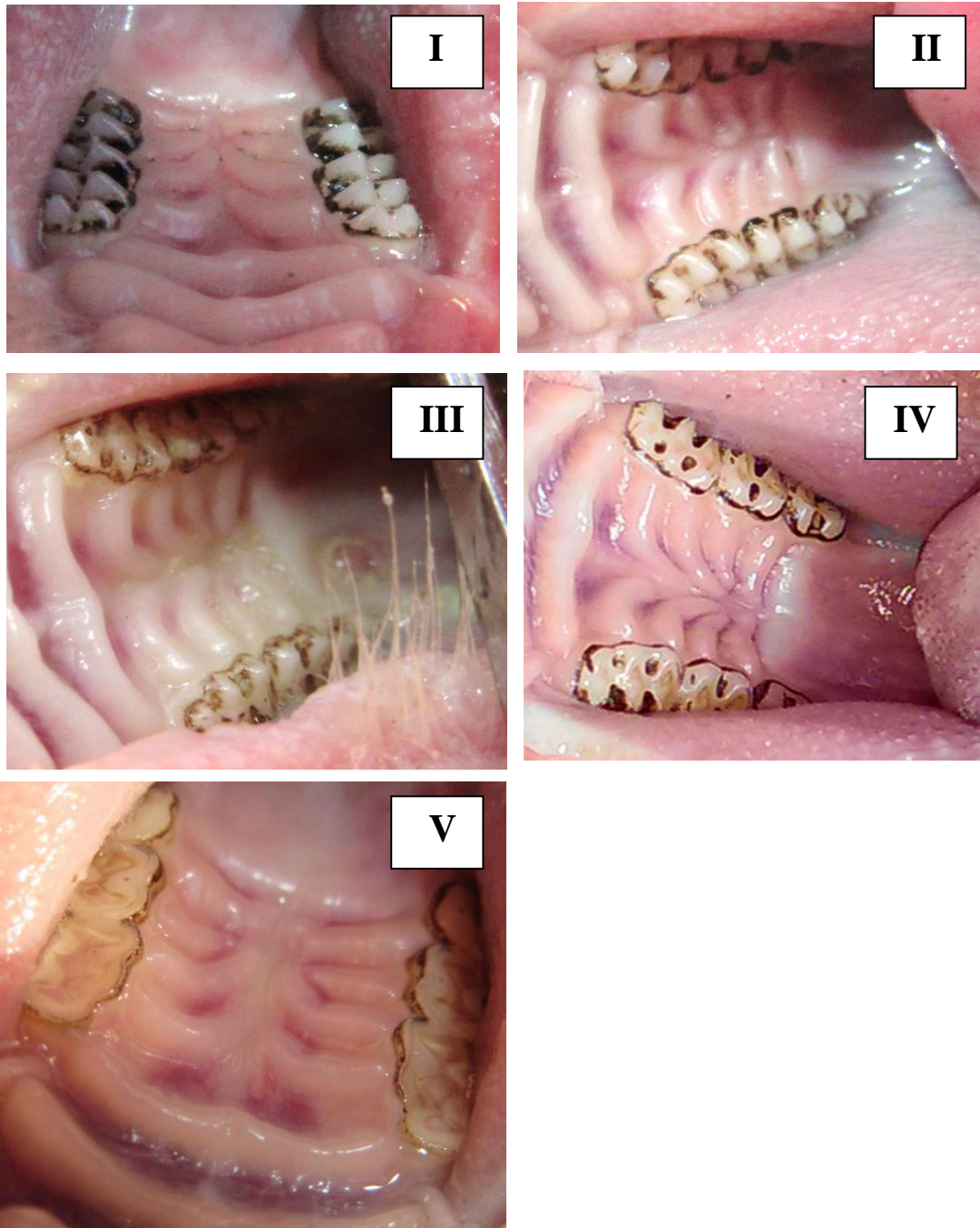
II – malé opotřebení okluzních povrchů na M1 a M2, hrbolky nejsou tak ostré. M3 prořezán ale ještě nedosáhl plné výšky nebo je chrup kompletní sklovina neporušená bez viditelných dentinových oblastí;

III – moláry opotřebené, zřetelné snížení výšky hrbolků na korunce;

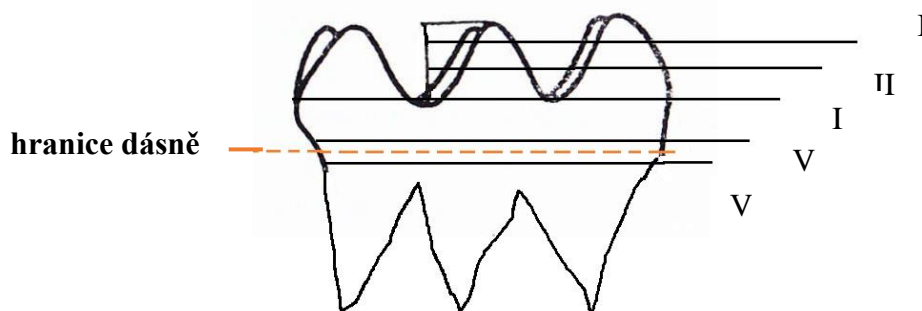
IV – hrbolky jsou téměř úplně zbroušené, dentin je již vizuálně dobře patrný;

V – obroušení až na tenkou vrstvu koruny pokrývající kořeny. Výška zubů se snižuje k úrovni dásně, je vidět dentin podél celé střední části zkusné plochy;

VI – úplné obroušení korunky až na úroveň dásně, místo celistvé okluzní plochy jsou zřetelné jednotlivé kořeny.



Obr. 9: Fotografie postupné abraze horních stoliček I – Chrup tvořen pouze moláry 1 a 2. Žádné opotřebení na okluzním povrchu M1 a M2, hrbolky dosahují plné výšky. M3 ještě není prořezán nebo se prořezal jen skrz dásně; II – malé opotřebení okluzních povrchů na M1 a M2, hrbolky nejsou tak ostré. M3 prořezán ale ještě nedosáhl plné výšky nebo je chrup kompletní sklovina neporušená bez viditelných dentinových oblastí; III – moláry opotřebované, zřetelné snížení výšky hrbolků na korunce; IV – hrbolky jsou téměř úplně zbroušené, dentin je již vizuálně dobře patrný; V – obroušení až na tenkou vrstvu koruny pokrývající kořeny. Výška zubů se snižuje k úrovni dásně, je vidět dentin podél celé střední části zkusné plochy;



Obr. 10: Nákres první horní stoličky (M1). Způsob vizuálního měření postupné abraze s vyznačením kategorií opotřebování.

4.6. Analýza dat - modelování vztahu mezi opotřebením zubů, tělesných rozměrů a stáří

K testování možnosti využití morfologických znaků pro určení věkové třídy byla použita diskriminační analýza (*discriminant analysis*). Diskriminační analýza byla provedena pomocí knihovny MASS (Venables & Ripley 2002) v programu R verze 3.1.2 (2014-10-31), (R Development Team 2006). U této metody jsou objekty (v našem případě křečci) charakterizovány řadou proměnných (délka těla, délka tlapky, tibie, hmotnost) a navíc jsou klasifikovány podle nezávislého kritéria. V našem případě byli jedinci rozděleni do věkových kategorií (tohoroční, jednoletí, dvouletí) na základě znalostí o jejich skutečném věku ve dnech. Tohoroční jedinci jsou jedinci v roce narození staří maximálně 5 měsíců. Jednoletí jsou jedinci po první hibernaci a dvouletí po hibernaci druhé. Tato analýza pak hledá klasifikační pravidlo, které je vyjádřené jako lineární kombinace hodnot měřených proměnných, které predikují klasifikaci objektů do skupin. Diskriminační analýzou se ptám, jestli jsem schopna podle délkových parametrů rozlišit jedince do věkových kategorií. Metoda zobrazuje vícerozměrný prostor, do kterého se jedinci umístí podle toho, jaké mají hodnoty parametrů. Ze všech parametrů, které jsem dosadila, se vytvořily dvě hlavní osy, které graf zobrazí dvojrozměrně. Šipky v grafu pak zobrazují, jak moc daná proměnná přispívá k diferenciaci – rozdělení na jedné nebo na druhé ose. LD1 zobrazuje osu hlavní a LD2 osu vedlejší. Panelové grafy (obr. 13) představují lineární diskriminační analýzu, která předpokládá, že jsou vztahy lineární. V mých datech tato linearita bez určité transformace neplatí, proto byly data (naměřené hodnoty) zlogaritmovány.

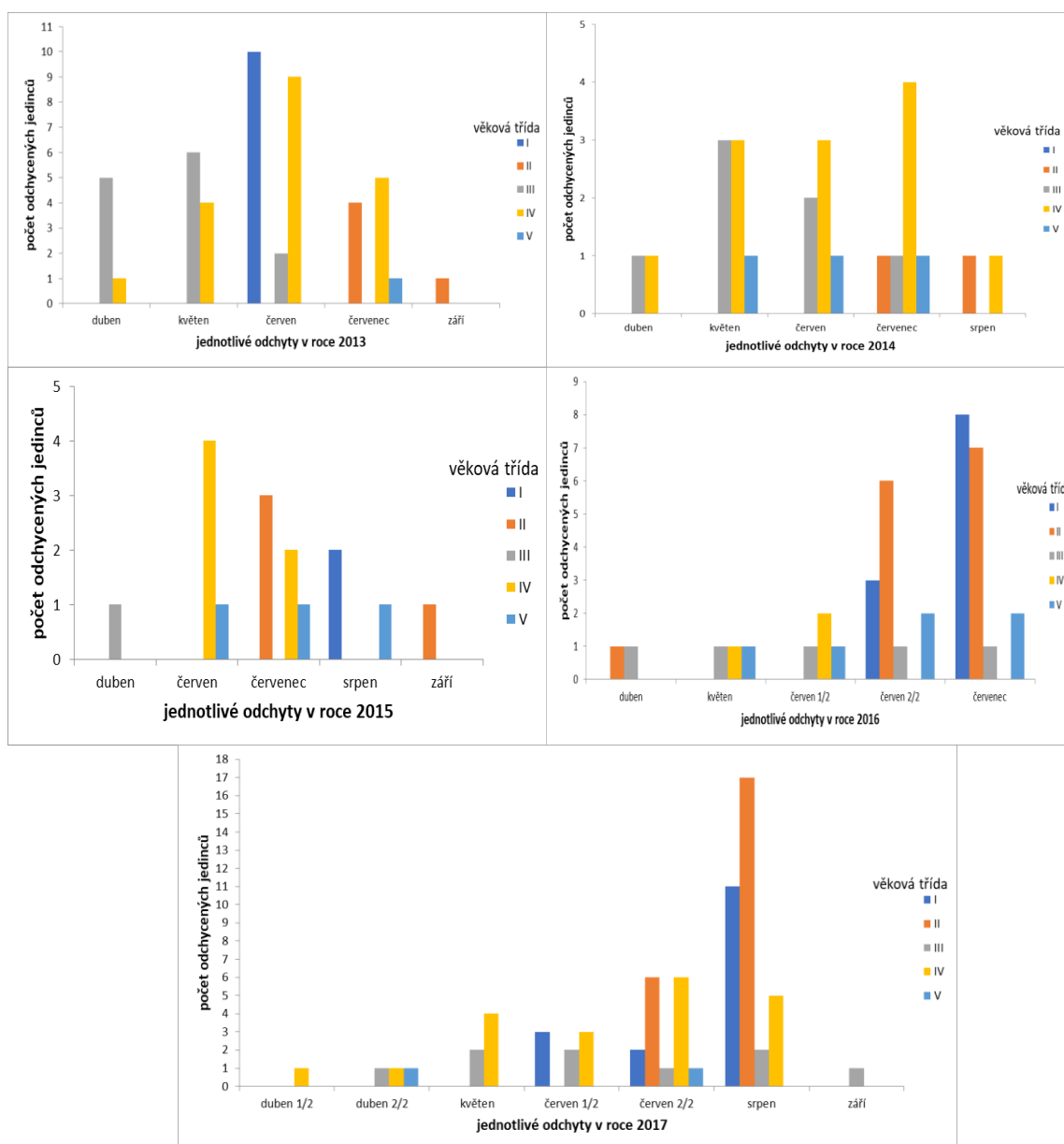
5. Výsledky

5.1. Odchyty

Od roku 2013 do roku 2017 byla pořízena fotografická dokumentace horních molárů u 124 jedinců, z toho bylo 66 samic a 58 samců. Na obr. 12 jsou uvedeny počty jedinců v různých kategoriích abraze v jednotlivých letech. Pro potřeby další analýzy jsem vyřadila jedince, kteří se chytli pouze jednou, protože u nich nebylo možné sledovat změny tělesných charakteristik v průběhu života. Dále jsem z výsledků vyřadila i ty jedince, kteří se poprvé chytli jako dospělí a nebylo možné určit datum jejich narození, resp. skutečný věk ve dnech. Pro sledování změn tělesných rozměrů v průběhu stárnutí jsem použila 23 jedinců, kteří se chytli celkem 88×. Nejnižší věk 20 dnů byl určen pro samici, která se poprvé chytla 1. 8. 2017, vážila 80 g, byla zcela v juvenilní srsti a měřila pouhých 11 cm. V horní čelisti neměla ještě ani plně vyvinuté moláry M2 (obr. 11). Bohužel už se při dalších odchyťových akcích nechytla. Nejvyšší zjištěný věk jedince byl 750 dnů. Jednalo se o samici, která se chytla poprvé 4. 9. 2012 a naposledy 30. 6. 2014.



Obr. 11: Nejmladší chycený jedinec ve věku 20 dnů. M2 ještě nedosáhly plné výšky.



Obr. 12: Počty odchycených jedinců v jednotlivých letech rozdělení podle kategorie abraze I–V.

5.2. Délka těla

Délka těla intenzivně roste v prvním roce života (u tohoročních jedinců) především během vegetační sezóny (období aktivity). Nicméně výsledky mého měření ukazují, že i během období prvního přezimování (v době, kdy nejsou aktivní na povrchu) se délka těla prodlouží. Období intenzivního růstu, pokrývá období do věku 50 dnů. Od té doby, tempo růstu poměrně klesá se zvyšujícím se věkem. Délka těla se u odchycených samic zvýšila viditelně více oproti samicím stejného věku. Nemůžeme říci, zda dojde k určité "stabilizaci" po druhé hibernaci, jelikož ve výsledcích je zastoupen pouze jeden jedinec (obr. 13a).

5.3. Hmotnost

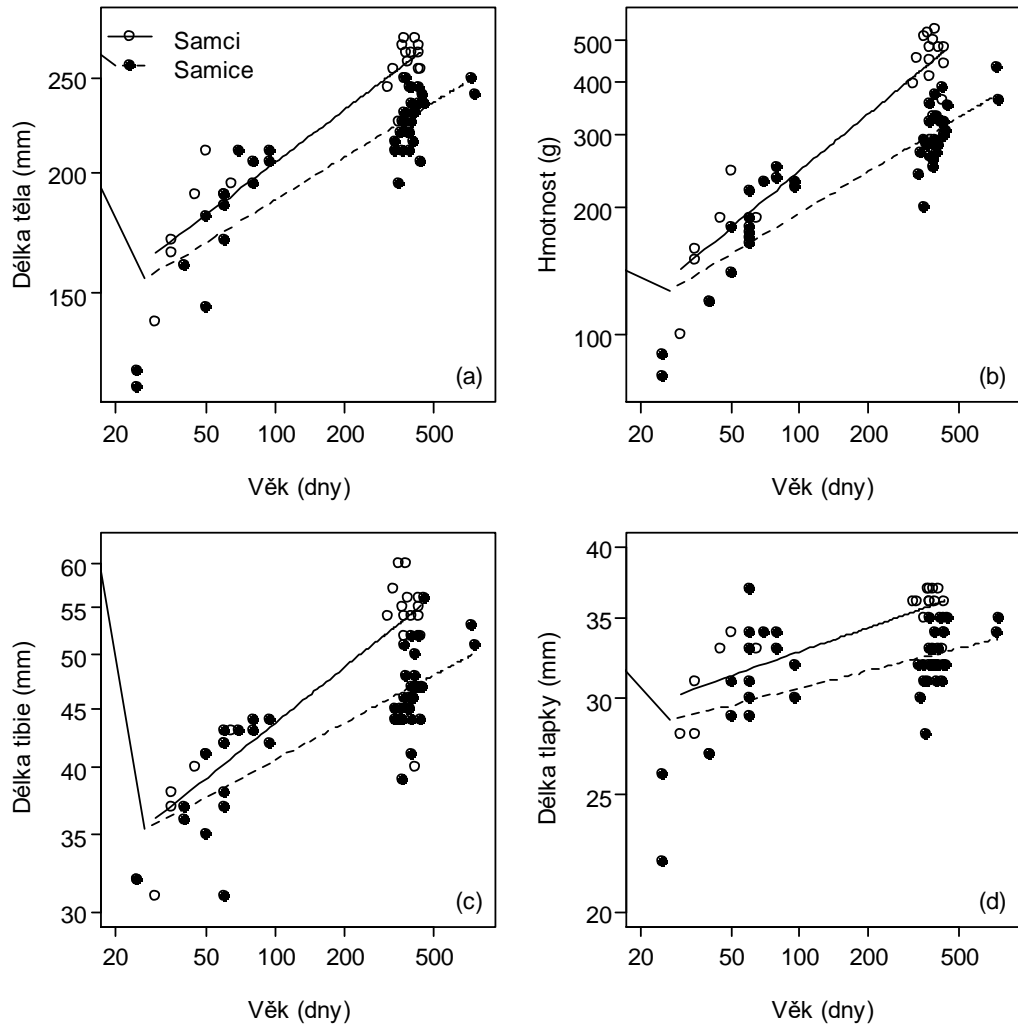
Sexuální odlišnost byla pozorována jak na váze, tak i na tělesných rozměrech. Váha se u samic vlivem gravidity a kojení měnila výrazněji oproti samcům. Hmotnost mladých samců byla v době intenzivního růstu o něco vyšší oproti samicím stejného věku. Hmotnost samců se po prvním přezimování výrazně zvýšila. Váha tohoročních samců byla na konci sezóny průměrně 250 g a po prvním přezimování se navýšila až na 500 g. U samic se hmotnost také o něco navýšila, ale ne tak rapidně jako u samců. Na konci první sezóny měli někteří jedinci takovou hmotnost, jakou mají potom ti nejlehčí přezimovanci (obr. 13b).

5.4. Délka tibie

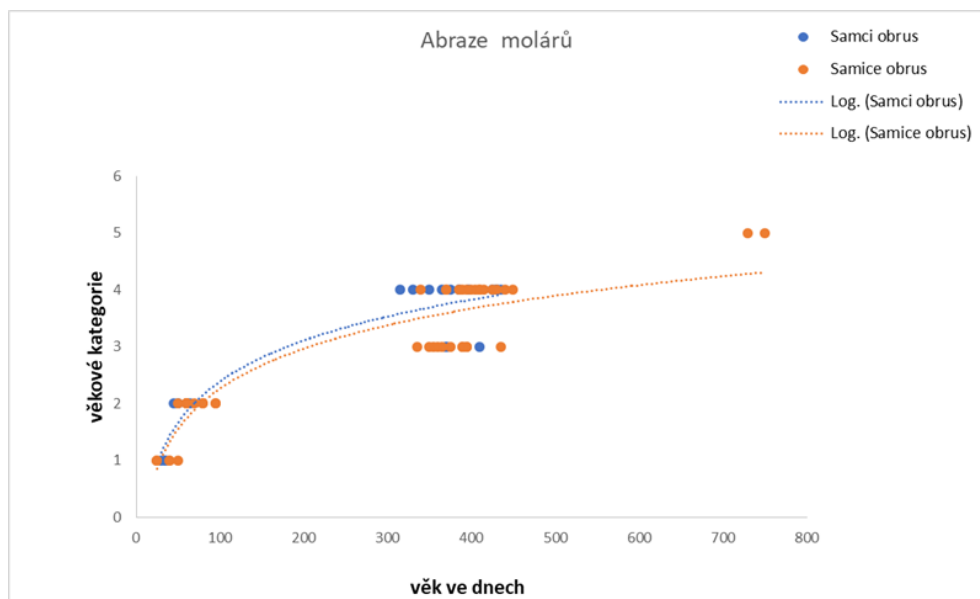
Délka tibie roste v mezi sezónním období u samic pomaleji oproti samcům (obr. 13c). V porovnání s rychlostí růstu tlapy, tibie roste pomaleji. U tlapy je velice rychle dosaženo finální délky. Údaje o tibii by mohly spíše vypovídat o rozdílech mezi tohoročními a staršími jedinci, ale měření tohoto tělesného rozměru je méně přesné oproti měření chodidla. U tohoto tělesného rozměru nemůžeme říci, zda samice v hibernaci ukončí růst nebo rostou pomaleji oproti samcům. Samci zvětšují své tělesné proporce i v období kdy nejsou aktivní na povrchu, ale z dat není možné určit, zda samice ukončí růst nebo rostou pomaleji.

5.5. Délka zadní tlapy

Podle výsledků je vidět, že tlapka roste velmi rychle a už ve věku, kdy jedinci začínají aktivovat na povrchu, dosahuje téměř finální velikosti. Tlapky musí intenzivně růst během prvních dnů života. Velikost tlapy, se po prvním přezimování mění minimálně, ale růst přetrvává i ve starších věkových skupinách. Ve věku přibližně 70 dní byly naměřené hodnoty téměř v rozsahu variability u jednoletých zvířat (obr.13d). Hodnoty pro samce byly o něco vyšší, než pro samice.



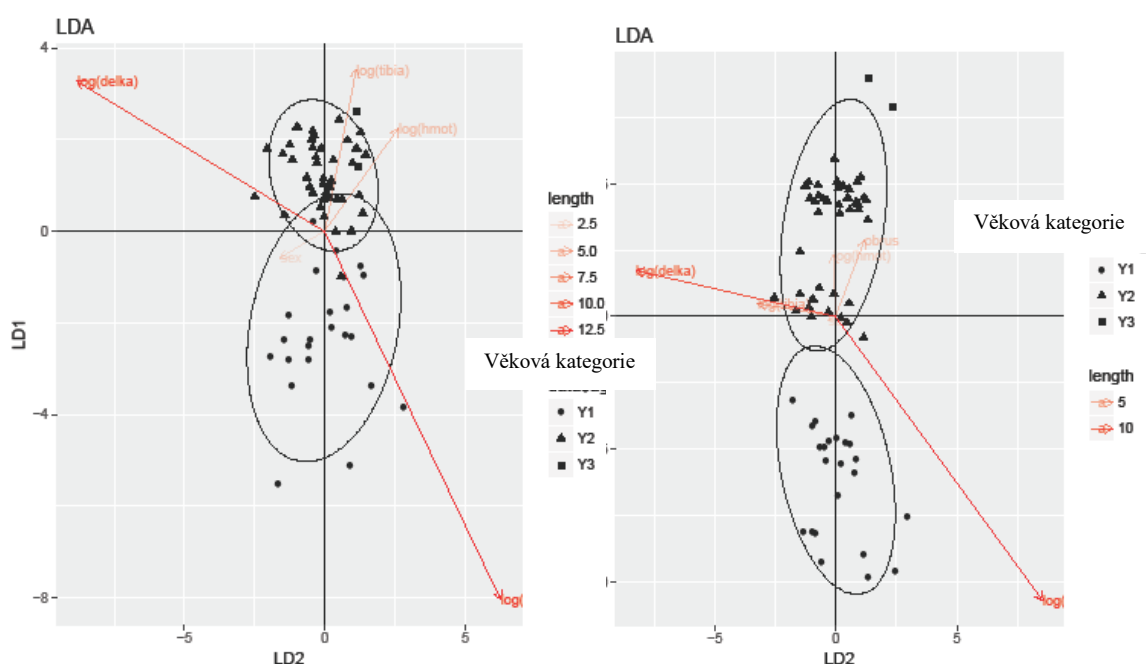
Obr. 13: Závislost délky těla (a), hmotnosti těla (b), délky tibie (c) a délky zadní tlapy (d) u obou pohlaví křečka polního na stáří. U obou os je použito logaritmické měřítko.



Obr. 14: Závislost věkových kategorií míry abraze (1–5) na věku jedinců ve dnech. K regresi byla použita mocinná funkce.

5.6. Výsledky diskriminační analýzy

Nejdříve jsem pro diskriminační analýzu použila tělesné rozměry bez abraze (obr. 15 vlevo). Je vidět, že jenom na základě tělesných rozměrů nelze jedince rozdělit do věkových kategorií. Na obr. 15 vpravo byla přidána jako proměnná kategorie míry abraze stoliček. Tento parametr je sám o sobě dostatečný aby se dalo určit věkové kategorie.



Obr. 15: Diagram lineární diskriminační analýzy s použitím tělesných rozměrů (vlevo) a s použitím tělesných rozměrů a abraze horních molárů (vpravo). Hlavní diskriminační osa LD1 vysvětluje 97,8 % variability. Y1: tohoroční; Y2: jednoletí; Y3: dvouletí.

5.7. Vztah věku a abraze molárů

Na obr. 15 vpravo jsou jednotlivé věkové kategorie (tohoroční, jednoletí a dvouletí) dobře rozlišeny oproti měření tělesných rozměrů. Hodnocení abraze molárů vyšla jako jediná statisticky významná. V našich měřeních abraze molárů nebyly zaznamenány žádné sexuální rozdíly. Kategorie abraze I a II byla zjištěna u tohoročních jedinců, kategorie III a IV u jedinců po první hibernaci a kategorie V u jedince po hibernaci

druhé. Kategorie abraze III a IV se překrývaly u stejně starých jedinců (obr. 14). V tomto grafu je také vidět, že se zuby obrušují i v období, kdy křečci nejsou přístupni k odchytu tj. v období hibernace, kdy mají zásoby potravy ve svých norách. U tělesných rozměrů se překrývají mladí jedinci se staršími, zatímco u abraze je věkový rozdíl jednoznačný. Například kategorii abraze II nemá žádný jedinec, který je po první hibernaci.

6. Diskuze

Řada způsobů určování věku savců je založena na invazivních / destruktivních metodách, kdy jsou využívány např. oční čočky (Burllet et al. 2010, Jánová et al. 2007) nebo výbrusy zubů a počítání zubního mezikruží (Delahay et al. 2011, Kunz et al. 1996). U chráněných a vzácných druhů není vhodné tyto destruktivní metody používat. Při studiích pomocí metody capture-mark-recapture je proto důležité mít k dispozici způsob určování věku živých jedinců. Náš způsob pomocí abraze je sice pro křečky stresující, protože vyžaduje náročnější manipulaci, resp. násilné otevření tlamy, ale díky narkotizaci, která je při studiu naší populace dobře zvládnutá, to pro odchycené jedince není výrazná zátěž a vede k získání dat i bez usmrcování jedinců.

Počet odchycených jedinců v naší populaci křečka meziročně kolísal v závislosti na celkové početnosti sledované populace. Jedná se o přirozenou dynamiku, která je pro tuto populaci charakteristická (Havránek 2010). Nízký počet jedinců v kategorii abraze I byl způsoben tím, že jedinci do této kategorie spadají pouze v krátkém období života. Jsou to mladí jedinci, kteří ve věku 25–30 dnů poprvé opouštějí mateřskou noru, moláry 1 a 2 mají prořezané a molár 3 vyrostle přibližně během následujících 20 dní po prořezání M2 (Vohralík 1975). A ne vždy se podařilo při odchytové akci odchytit všechna tato mláďata. Ve věkové kategorii I a II se chytilo hodně mláďat roce 2016 a 2017 na konci července a začátkem srpna (obr. 12), ale poté se již nechytily. Mladí křečci se mohou stát obětí řady predátorů (Weinhold 2008, Bihari et al. 2008, Kayser et al. 2003) protože na rozdíl od těch starších se nedokážou účinně bránit. Na našem výzkumném poli byli na fotopastech zachyceni tchoři a to 2., 3. a 6. 8. 2016. Lasičky byly zaznamenávány v průběhu celého aktivního období křečka.

Malé zastoupení dospělých jedinců v kategorii abraze V bylo ovlivněno mortalitou nebo emigrací. Do této kategorie spadají dospělí jedinci, kteří alespoň dvakrát prezimovali. Jedinců s výraznou abrazí molárů, se sice podařilo odchytit více, ale až jako dospělé, takže byli z následné analýzy vyřazeni, protože nebylo možné stanovit jejich skutečný věk ve dnech. Jednalo se o jednoho samce a tři samice. Jedinec, který je v mých datech v kategorii V je samice, která se poprvé chytila na začátku září v roce 2012 a naposledy na konci června v roce 2014. Bohužel fotografie abraze se začala provádět až v roce

2013. Než se začala provádět systematická dokumentace abraze, byla zaznamenána samice stará 4 roky (v odchytové historii), u které byla stanovena kategorie abraze VI. I ve výzkumu Vohralíka (1975) byla zaznamenána čtyři roky stará samice z chovu pouze se zbytky okluzní plochy kořenů. Tyto výsledky naznačují, že se samice mohou dožít vyššího věku než samci. V přírodních podmínkách nepřesáhne věk křečků 4 roky (Vohralík 1975) a však Nechay (2000) uvádí, že se křeček polní může v laboratorních podmínkách dožít až 10 let. Nízký věk dožití je způsoben mortalitou popsanou v kapitole 2.3 mortalita a přirození nepřátelé. To že se křeček může dožít v umělých podmínkách delšího věku, je také ovlivněno složením potravy, které se mu dostává. Většinou v zajetí chovaná zvířata dostávají předem očištěnou potravu či jinak zpracovanou bez zbytků hlíny a písku, které způsobují větší opotřebením okluzních povrchů zubů. Zuby křečků se opotřebují s věkem, jak už to zkoumal Vohralík (1975) na chovné populaci v laboratorních podmínkách, zatímco v mých datech byli jedinci volně žijící. K opotřebením zubů nedochází jen u hlodavců ale i u různých druhů savců. U lesní zvěře je hlavní znak věku právě míra abraze molárů. Metoda abraze byla zkoumána například i u lišky obecné (Roulichová & Anděra 2007), jezevce lesního (Delahay et al. 2011), u potkanů (Hon-Tsen & Yao-Sung 1990), u lemuru kata (Cuozzo et al. 2010), podle zubů se také zjišťuje přibližné stáří domácích zvířat, jako jsou psi a kočky. Ve své studii jsem postupovala podobně se stanovením věkových kategorií abraze jako Delahay et al. (2011).

Opotřebením zubů může však být ovlivněno faktory prostředí jako složení půdy a potravy na dané lokalitě. Pro populaci na které jsem prováděla výzkum, se dá obrus molárů použít jako nevýznamnější ukazatel věku. U víceletých jedinců, jejichž abraze molárů by byla v kategorii VI (místo celistvé okluzní plochy jsou zřetelné pouze jednotlivé kořeny) dochází k mortalitě vlivem malého či žádného příjmu potravy. Takový jedinec, který se může zdát jinak v dobré kondici, se díky chybějícím zubům stejně dostatečně nenažere a umírá. Toto bylo pozorováno u různých druhů savců (Morris 1972). Například sloni nemají šanci na přežití, pokud jim vypadnou poslední stoličky. To vede ke snížené schopnosti získávat a zpracovávat potravu a následně k podvýživě. S opotřebením zubů je délka života u savců omezená.

Z mých pozorování vyplývá, že ani jeden tělesný parametr není v hodný k rozlišování věkových kategorií. Ve všech délkových parametrech jsem shledala sexuální odlišnost. Peters (1983) k délce těla udává, že je velikost těla jedním z nejvlivnějších znaků

historie života, která určuje reprodukční úspěch. Větší jedinci jsou obvykle konkurenceschopnější, a tím produkuje více potomků vyšší kvality.

Vohralík (1975) pozoroval, že hmotnostní rozdíly mezi pohlavími jsou zanedbatelné během prvních dnů po porodu a k výraznějším rozdílům dochází až od 16 dne života. Rozdíl v hmotnosti mezi samci a samicemi nadále roste. Zvýšení hmotnosti jednou tolik u samců po první hibernaci má stejný význam jako u délky těla. Většina samců pohlavně dospívá až po prvním přezimování na rozdíl od samic (Losík et al. 2007) a musí nabrat váhu, aby uspěli při reprodukci v soutěži s ostatními samci. Samci nemohou investovat do reprodukce ihned v prvním roce narození. Pro samce je důležitější, aby si udělaly dost velkou zásobu potravy na zimu, na které mohou přes zimu zvyšovat svojí hmotnost. Na jaře po přezimování vylezou z nory konkurenceschopnější.

Měření tibie bylo náročné na manipulaci a správnou techniku měření. Proto bych tento tělesný údaj dále nedoporučovala k dalším analýzám.

Měření zadní tlapy bylo bezproblémové, ale z mých výsledků vyplývá, že tato tělesná proporce není vhodná k posuzování věku jedinců, protože už Vohralík (1975) uvádí, že období intenzivní růstu (doba, při které je průběh růstové křivky lineární) je ukončena, již ve věku 18 dnů, a již ve věku přibližně 30 dní jsou hodnoty naměřené v rozsahu variability dospělých. Má data ukazují podobné výsledky.

Pro diferenciaci mladých jedinců běžného roku a přezimujících zvířat je v praxi nejvhodnější znakem míra obrušování stoliček. Pouze tato metoda vyšla v mých datech jako statisticky významná. Pro další analýzy bych ale doporučila sloučit kategorii abraze III a IV, která se překrývá u stejně starých jedinců (obr. 14).

Závěr

Výsledky diskriminační analýzy ukazují, že použití jenom tělesných rozměrů není dostatečné k tomu, aby se jedinci rozdělili do věkových tříd. Podle tělesných rozměrů nelze jedince zařadit do věkových skupin. Z analýzy ke které byl přidán obrus zubů vyplývá, že je obrus nejlepší diskriminant pro rozdělení jedinců do věkových tříd. Tato metoda lze použít u živých jedinců a je dobrá pro rozlišení tohoročních, jednoletých, dvouletých a tříletých jedinců, ale už nedokáže prostřednictvím abraze vypovědět, zda se přezimovanec narodil předešlý rok například v květnu nebo až v srpnu.

Obě měření, hmotnost a délka těla ukazují značné rozdíly mezi jedinci a jsou nevhodné pro spolehlivé určení věku dospělých. Tyto parametry by mohly být použity s větší přesností v prvních dnech života. Nejvhodnějším znakem, který by mohl být použit v praxi je míra obroušování stoliček. Ale nesmíme zapomenout, že rychlost abraze je obecně velmi variabilní a mohla být ovlivněna řadou různých faktorů (složení potravy, znečištění potravy hlínou, pískem, zubní onemocnění). Ve svých datech jsem našla dva jedince, kteří měli jednu řadu molárů obroušenější než druhou.

Tato metoda zjišťování přibližného věku má praktické využití při vybírání jedinců do reintrodukčních programů. Pro záchranu a obnovení savčích populací je zapotřebí vybírat mladé jedince v dobré kondici. Jsem přesvědčena, že stupeň obroušení stoliček bude přínosem pro další demografické studie, v nichž se vyžaduje odlišení jedinců po první a druhé hibernaci.

7. Literatura

- ANDĚRA 2011. Current distributional status of rodents in the Czech Republic (Rodentia). *Lynx* (Praha), 42: 5–82.
- ANDĚRA M. & BENEŠ B. 2001. Atlas rozšíření savců v České republice. Předběžná verze IV. Hlodavci (*Rodentia*) – část 1. křečkovití (*Cricetidae*), hrabošovití (*Arvicolidae*), plchovití (*Gliridae*). Praha: Národní muzeum. 160 p.
- ANDĚRA M. & HORÁČEK I. 2005. Poznáváme naše savce. Praha: Nakladatelství Sobotáles. s. 127–128.
- BEGON M., TOWNSEND CR. & HARPER JL. 2006. Ecology: from individuals to ecosystems. 4th edition. Oxford: Blackwell Publishing.
- BIHARI Z., HORVÁTH M., LANSZKI J. & HELTAI M. 2005. Role of the Hamster (*Cricetus cricetus*) in the diet of natural predators. 13th Meeting of the International Hamsterworkgroup. Vienna. Austria. 1–14 p.
- BIHARI Z., HORVÁTH M., LANSZKI J. & HELTAI M. 2008. Biosystematics and Ecology Series No. 25, The Common Hamster (*Cricetus cricetus*): Perspectives on an endangered species. Austrian Academy Press, Vienna. 61–68 p.
- BURLET P., DEPLAZES P. & HEGGLIN D. 2010. Efficient age determination: how freezing affects eye lens weight of the small rodent species *Arvicola terrestris*. *European Journal of Wildlife Research* 56: 685–688.
- CUOZZO FRANK P., MICHELLE L. SAUTHER, LISA GOULD, ROBERT W. SUSSMAN, LYNNE M. VILLERS & CHERYL LENT 2010. Variation in Dental Wear and Tooth Loss Among Known-Aged, Older Ring-Tailed Lemurs (*Lemur catta*): A Comparison Between Wild and Captive Individuals. *American Journal of Primatology* 72: 1026–1037.
- DE OLIEIRA J. A., STRAUSS R. E. & DOS REIS S. F. 1998. Assessing relative age and age structure in natural populations of *Bolomys lasiurus* (Rodentia: Sigmodontinae) in northeastern Brazil. *Journal of mammalogy*. 79 (4): 1170–1183.

DELAHAY R. J., Walker N., Gunn M. R., Christie C., Wilson G. J., Cheeseman C. L., McDonald R. A. 2011. Using lifetime tooth-wear scores to predict age in wild Eurasian badgers: performance of a predictive model. *Journal of Zoology* 284: 183–191.

DELAHAY R. J., WALKER N., GUNN M. R., CHRISTIE C., WILSON G. J., CHEESEMAN C. L. & McDONALD R. A. 2011. Using lifetime tooth-wear scores to predict age in wild Eurasian badgers: performance of a predictive model. *Journal of Zoology* 284: 183–191.

EIBL-EIBESFELDT I. 1953. Zur Ethologie des Hamsters (*Cricetus cricetus* L.). *Z. Tierpsychol.* 10: 204–254 p.

FLINT ML. & VAN DEN BOSCH R. 1981. Introduction to Integrated Pest Management. Plenum Press. In: BEGON M, HARPER JL, TOWNSEND CR. *Ekologie: jedinci, populace a společenstva*. Olomouc: Vydavatelství Univerzity Palackého Olomouc.

FRANCESCHINI C. & MILLESI E. 2001: Der Feldhamster (*Cricetus cricetus*) in einer Wiener Wohnanlage. *Jb. Nass. Ver. Naturkde.* 122: 151–160.

GORBAN I., DYKIY I. & SREBRODOLSKA E. 1998. What has happened with *Cricetus cricetus* in Ukraine. Pp.: 87–89. In: STUBBE M & STUBBE A, (eds.): *Ökologie und Schutz des Feldhamsters*. Wissensch. Beitr. MLU Halle-Wittenberg, 480 pp.

GRULICH I. 1975a. Zum Verbreitungsgebiet der Art *Cricetus cricetus* (Mamm.) in der Tschechoslowakei. *Zoologické listy.* 24(3): 197–222.

GRULICH I. 1975b. K poznání areálu křečka polního (*Cricetus cricetus* L. /Mamm.) v Československu. *Zprávy ÚKZÚZ* 16(9): 24–39.

GRULICH I. 1975c. Populační exploze křečka polního (*Cricetus cricetus* L.) na východním Slovensku v roce 1971. *Zprávy ÚKZÚZ* 16(9): 15–23.

GRULICH I. 1980. Populationsdichte des Hamsters (*Cricetus cricetus*, Mamm). *Acta Sc. Nat. Brno*, 14(6): 1–44 p.

GRULICH I. 1986. The reproduction of *Cricetus cricetus* in Czechoslovakia. *Acta Sci. Natur. Brno.* 20(5–6): 1–56.

- GRULICH I. 1996. Der gegenwärtige Stand der Hamsterverbreitung (*Cricetus cricetus*) in Tschechien und Slowakei. Säugetierkd. Inf. 4 (20): 145–154.
- HANCOX M. 1988. Field age determination in the European badger. Rev. Ecol. (Terre Vie) 23: 399–404.
- HAVRÁNEK M. 2010. Demografie a využití norových systémů v přírodní populaci křečka polního [diplomová práce]. Olomouc: Katedra ekologie a životního prostředí PřF UP v Olomouci, 38 s., 6 příloh, česky.
- HOLIŠOVÁ V. 1976. The food of an overcrowded population of the hamster, *Cricetus cricetus* in winter. Institute of Vertebrate Zoology, Czechoslovak Academy of Science, Brno. s. 15–24.
- HON-TSEN Yu & YAO-SUNG LIN 1999. Age, Reproduction, and Demography of the Spiny Rat (Muridae: *Niviventer coxingi*) in Subtropical Central Taiwan. Zoological Studies 38(2): 153–163.
- HUFNAGEL S. 2009. Diplomarbeit – seasonal constraints and diet composition in Common hamsters (*Cricetus cricetus*) living in an urban environment. Universität Wien. s. 1–36.
- JÁNOVÁ E., NESVATBOVÁ J. & TKADLEC E. 2007: Is the eye lens method of age estimation reliable in voles? Folia Zoologica 56(2): 119–125.
- KAYSER A., WEINHOLD U. & STUBBE M. 2003. Mortality factors of the common hamster *Cricetus cricetus* at two sites in Germany. Acta Theriologica 48 (1): 47–57.
- KUNZ T. H., WEMMER CH. & HAYSSEN V. 1996. Sex, age and reproductive condition of mammals. In Wilson D. E., Cole R., Nickols, J. D.: Biological Diversity Handbook Series: Measuring and monitoring biological diversity: Standard methods for mammals. Smithsonian Institution Press, Washington, 279-290.
- LOSÍK J., LISICKÁ L., HŘÍBKOVÁ J. & TKADLEC E. 2007. Demografická struktura a procesy v přírodní populaci křečka polního (*Cricetus cricetus*) na Olomoucku. Lynx (Praha). n. s. 38: 21–29.
- LOSINGER I. & POTER J. 2008. The Common Hamster (*Cricetus cricetus*): Perspectives on an endangered species. Biosystematics and Ecology Series, 25: 11–15.

- MONECKE S. 2001. The two physiological identities of the Common Hamster (*Cricetus cricetus* L.) – a race against the time of year. In: Beiträge zu Ökologie und Schutz des Feldhamsters (*Cricetus cricetus*), Jb. Nass. Ver. Naturkde Bd. 122: 209–213 p.
- MONECKE S. 2004. Saisonale Rhythmen und ihre Synchronisation beim Europäischen Feldhamster (*Cricetus cricetus*). Biologisches Institut der Universität Stuttgart. s. 1–22.
- MORRIS P. 1972. A review of mammalian age determination methods. Mammal Review 2(3): 69–104.
- MÜLLER K. R. 1960. Der Hamster und seine Bekämpfung. Flugblatt Nr. 30. Berlin: Biol. Zentralanst. der DAL zu Berlin.
- NECHAY G. 2000. Status of Hamsters: *Cricetus cricetus*, *Cricetus migratorius*, *Mesocricetus Newtoni* and other hamster species in Europe. Convention on the coservation of European wildlife and natural habitats, Nature and Environment Series, No. 106.
- NECHAY G., HAMAR M. & GRULICH I. 1977. The Common hamster (*Cricetus cricetus* L.): A review. EPPO Bull. 7(2): 255–276. In: ZIOMEK J, BANASZEK A. The common hamster, *Cricetus cricetus* in Poland: status and current range. Folia Zool. 56(3): 235–242.
- NIETHAMMER J. & KRAPP F. 1982. Handbuch der Säugetiere Europas. Rodentia 2. - Akad. Verlagsges. Wiesbaden 2/1: 7–28.
- OLENEV G. V. 2009. Determining the age of cyclomorphic rodents: Functional-ontogenetic determination, ecological aspects. Russian Journal of Ecology 40(2): 93–104.
- PETERS R. H. 1983. The Ecological Implications of Body Size. Cambridge University Press, New York.
- R Development Core Team (2006). R: A language and environment for statistical computing. (software) R Foundation for Statistical Computing, Vienna (Austria). ISBN 3-900051-07-0, dostupné z: <http://www.R-project.org>.
- REICHHOLF J. 1996: Savci. Praha. Knižní klub. Ikar. 287 s.

- REZNIK G., SCHULLER HILDEGARD M. & MOHR U. 1978. Clinical anatomy of the European hamster, *Cricetus cricetus*, L.. Bethesda, Maryland. UNT Digital Library. <https://digital.library.unt.edu/ark:/67531/metadc28308/?q=reznik%20G>. Accessed July 16, 2015. (2. 4. 2017).
- ROULICHOVÁ J. & ANDĚRA M. 2007. Age determination in the Red Fox (*Vulpes vulpes*): a comparative study. *Lynx* 38: 55–71.
- SCHAFFRATH J. & WEINHOLD U. 2011. Behaviour, habitat use, mortality and population ecology of reintroduced common hamsters (*Cricetus cricetus*) in intensively used agricultural areas in Northern Baden-Württemberg, Germany. From fundamental research to population management: Refining conservation strategies for the european hamster. 18th meeting of the International Hamster Workgroup, Strasbourg, France.
- SMULDERS M. J. M., SNOEK L. B., BOOY G. & VOSMAN B. 2003. Complete loss of MHC genetic diversity in the Common Hamster (*Cricetus cricetus* L.) population in the Netherlands. Consequences for conservation strategie. *Conserv. Genet.* 4: 441–451 p.
- STUBBE M., ZÖRNERR H., MATTHES H. & BÖHM W. 1991. Reproduktionsrate und gegenwärtiges Nahrungsspektrum einiger Greifvogelarten im nördlichen Harzvorland. – In: Stubbe, M. (Hrsg.): Populationsökologie von Greifvogel und Eulenarten Bd. 2. *Wiss. Beitr. Univ. Halle* 1991/4 (P45): 39–60 p.
- SUROV A., BANASZEK A., BOGOMOLOV P., FEOKTISTOVA N. & MONECKE S. 2016. Dramatic global decrease in the range and reproduction rate of the European hamster *Cricetus cricetus*. *Endangered spesies research.* 31: 119–145.
- ŠŤOURAČ N. 2008. Studium savčí mikrofauny würmského glaciálu jeskyně Balcarky [bakalářská práce]. Brno: Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity. 31 p.
- TKADLEC E., VÍŠKOVÁ V., HEROLDOVÁ M., OBDRŽÁLKOVÁ D. & ZEJDA J. 2010. Rozšíření křečka polního v České republice po roce 2000. In: Bryja J, Zasadil P, eds. *Zoologické dny Praha 2010. Sborník abstraktů z konference* 11–12. 2. 2010; 11–12. 2. 2010; Praha. Brno: Ústav biologie obratlovců AV ČR. p. 221–222.
- ULBRICH K. & KAYSER A. 2004. A risk analysis for the common hamster (*Cricetus cricetus*). *Biological Conservation* 117: 263–270.

Venables, W. N. & Ripley, B. D. (2002) *Modern Applied Statistics with S*. Fourth Edition. Springer, New York. ISBN 0-387-95457-0.

VÍŠKOVÁ V. 2010: Rozšíření křečka polního v České republice [bakalářská práce]. Olomouc: Katedra ekologie a životního prostředí Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci. 40 s.

VOHRALÍK V. & ANDĚRA M. 1976. Rozšíření křečka polního *Cricetus cricetus* (L.) v Československu. *Lynx*. 13: 85–97.

VOHRALÍK V. & MELICHAR V. 2016. Současné rozšíření křečka polního (*Cricetus cricetus*) v Čechách (Rodentia: Cricetidae) [Current distribution of *Cricetus cricetus* in Bohemia, Czech Republic (Rodentia: Cricetidae)]. *Lynx* (Praha), n. s. 42: 105–123 p.

VOHRALÍK V. 1974. Biology of the reproduction of the common hamster, *Cricetus cricetus* (L.). *Vestn. čs. spol. zool.* 38: 228–240.

WEINHOLD U. 1998. Zur Verbreitung und Ökologie des Feldhamsters (*Cricetus cricetus* L. 1758) in Baden-Württemberg, unter besonderer Berücksichtigung der räumlichen Organisation auf intensiv genutzten landwirtschaftlichen Flächen im Raum Baden-Württemberg [disertační práce]. Heidelberg: Universität Heidelberg.

WEINHOLD U. 2008. Draft European action plan for the conservation of the common hamster *Cricetus cricetus*, L. 1758). Second version. Strasbourg: Council of Europe, Convention on the conservation of European wildlife and natural habitats, Standing Committee.

WENDT W. 1991. Der Winterschlaf des Feldhamster, *Cricetus cricetus* (L. 1758) – Energetische Grundlagen und Auswirkungen auf die Populationsdynamik. In: STUBBE M. (Hrsg). *Populationsökologie von Kleinsäugerarten*. Wiss. Beitr. Univ. Halle 1990/34 (P42): 67–78.

WENDT W., ZIMMERMANN W., BACKBIER L. & GUBBELS E. J. 1995. Distribution and endangering factors of the common hamster (*Cricetus cricetus* L. 1758) in Germany and adjacent regions. - 2nd European Congress of Mammalogy in Southampton, Abstract Book: 182.

WOJEWÓDZKI FUNDUSZ OCHRONY ŚRODOWISKA I GOSPODARKI WODNEJ W KATOWICACH. 2018. Ochrona chomika europejskiego w Jaworznie – etap II. Dostępne z <https://www.wfosigw.katowice.pl/aktualnosci/1917-ochrona-chomika-europejskiego-w-jaworznie-etap-ii.html>. (16. 4. 2018).

ZEJDA J, ZAPLETAL M. & PIKULA J. 2002. Hlodavci v zemědělské a lesnické praxi. Praha: Agrospoj. 284 s.

ZIOMEK J. & BANASZEK A. 2007. The Common hamster, *Cricetus cricetus* in Poland: status and current range. Folia Zool (Brno) 56: 235–242.