

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra zoologie a rybářství**



**Fakulta agrobiologie,  
potravinových a přírodních zdrojů**

**Gastrointestinální paraziti v zájmových chovech fretky  
domácí (*Mustela putorius furo*)  
Diplomová práce**

**Bc. Michaela Besedová**

**Zájmové chovy zvířat**

**Ing. Jan Magdálek, Ph.D.**

© 2023 ČZU v Praze



### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci, "Gastrointestinální paraziti v zájmových chovech fretky domácí (*Mustela putorius furo*)", jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 18.4.2024

---

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Janu Magdálkovi, Ph.D. za jeho vedení, usměrňování mé práce, za názorné ukázky laboratoře, jejího vybavení a vyšetřovacích metod použitých pro vypracování této diplomové práce a také za jeho trpělivost. MVDr. Michalovi Benešovi, za přístup k myslivecké literatuře. Dále bych ráda poděkovala všem odborníkům, kteří se parazitologii věnují déle a měla jsem možnost čerpat z jejich publikací a v neposlední řadě svému manželovi a rodině, díky nimž jsem měla čas na pokračování ve studiu a na vypracování této diplomové práce.

# Gastrointestinální paraziti v zájmových chovech fretky domácí (*Mustela putorius furo*)

## Souhrn

Cílem této diplomové práce bylo zjistit prevalenci gastrointestinálních parazitů u fretky domácí (*Mustela putorius furo*) a porovnávat výskyt parazitů u fretek původem ze zájmových chovů (soukromí chovatelé) a útulků v průběhu roku 2023 a 2024 především v chovech v České republice, do vzorků od chovatelů jsou však zahrnuti i jedinci z dalších 12 států EU, s převahou jedinců, pocházejících z Dánska.

První část je věnována fretce domácí, jejím specifickým v anatomii, fyziologii, historii, současnému chovu, krmení.

Druhá část se věnuje parazitům fretek a tchořů tmavých (*M. putorius*) obecně, se zaměřením na druhy parazitů vyskytující se v gastrointestinálním traktu fretky domácí.

Je zde popsána jejich anatomie, morfologie a životní cyklus.

Pro testování vzorků byly zvoleny flotační metody. Celkem bylo vyšetřeno 94 fretek, z toho 86 ze zájmových chovů a 8 vzorků fretek z útulků. Pro ucelené informace o jednotlivých vzorcích byl ke každému vzorku / fretce vyplněn dotazník. U nemocných fretek (n=15) byla vyžádána informace o konkrétní nemoci, která fretku postihla.

Ze všech testovaných vzorků byl pouze jeden pozitivní na parazity. Konkrétně se jednalo o *E. ictidea*, která byla nalezena u nemocné fretky s poruchou imunity (DIM) ze soukromého zájmového chovu v České republice. Přesto, že fretka sdílela prostory, včetně toalet s dalšími fretkami a kočkami, jiné zvíře v této domácnosti nakažené nebylo.

V jiných studiích bylo nalezeno druhově pestřejší spektrum parazitů s vyšší prevalencí než v této diplomové práci, krom nemocí může mít vliv na prevalenci také původ, lokalita, psychická zátěž, strava, kontakt s dalšími zvířaty, způsob chovu a v neposlední řadě také hygiena.

I když existuje možnost přenosu gastrointestinálních parazitů z psů a koček na fretky, důsledná prevence a dodržování hygieny mohou tuto situaci účinně řešit. Majitelé fretky by měli být informováni o možných rizicích a podniknout odpovídající opatření k ochraně svých mazlíčků.

I když jsou parazitické infekce u fretek vzácné, je důležité přistupovat k prevenci a monitorování s maximální opatrností. Pravidelné testování a další preventivní opatření jsou nejlepší cestou k ochraně zdraví těchto zvířat.

**Klíčová slova:** fretka, gastrointestinální paraziti, parazitismus, prevalence

# Gastrointestinal parasites in pet ferrets (*Mustela putorius furo*)

## Summary

The aim of this diploma thesis was to determine the prevalence of gastrointestinal parasites in the domestic ferret (*Mustela putorius furo*) and to compare the incidence of parasites in ferrets originating from hobby farms (private breeders) and shelters during the years 2023 and 2024, mainly in farms in the Czech Republic, to samples from breeders however, individuals from the other 12 EU states are also included, with a predominance of individuals originating from Denmark.

The first part is dedicated to the domestic ferret, its specifics in anatomy, physiology, history, current breeding and feeding.

The second part is devoted to parasites of ferrets and polecats (*M. putorius*) in general, with a focus on parasite species found in the gastrointestinal tract of domestic ferrets.

Their anatomy, morphology and life cycle are described here.

Flotation methods were chosen for testing the samples. A total of 94 ferrets were examined, of which 86 were from hobby farms and 8 samples of ferrets from shelters. For comprehensive information about individual samples, a questionnaire was filled out for each sample / ferret. For sick ferrets (n=15), information was requested about the specific disease that affected the ferret.

Of all the samples tested, only one was positive for parasites. Specifically, *E.ictidea*, which was found in a sick ferret with an immune disorder (DIM) from a private hobby breeder in the Czech Republic. Despite the fact that the ferret shared spaces, including toilets, with other ferrets and cats, no other animal in this household was infected.

In other studies, a more varied spectrum of parasites was found with a higher prevalence than in this diploma thesis, in addition to diseases, the prevalence can also be influenced by origin, location, psychological stress, contact with other animals, breeding method and, to a large extent, also hygiene.

Although there is a possibility of transmission of gastrointestinal parasites from dogs and cats to ferrets, consistent prevention and adherence to hygiene can effectively address this situation. Ferret owners should be informed of the potential risks and take appropriate precautions to protect their pets. Although parasitic infections are rare in ferrets, it is important to approach prevention and monitoring with utmost caution. Regular testing and other preventative measures are the best way to protect the health of these animals.

**Keywords:** ferret, gastrointestinal parasites, parasitism, prevalence

# Obsah

<b>1 Úvod</b> .....	<b>1</b>
<b>2 Vědecká hypotéza a cíle práce</b> .....	<b>2</b>
<b>3 Fretka domácí</b> .....	<b>3</b>
3.1 Specifika fyziologie a anatomie fretek .....	4
3.2 Historie domestikace fretky.....	7
3.3 Chov fretky domácí v současnosti.....	8
3.3.1 Chov a péče o fretky v zájmových chovech .....	9
3.4 Strava fretek v domácí péči .....	10
3.5 Endoparaziti fretky domácí a tchoře tmavého.....	12
<b>4 Metodika</b> .....	<b>19</b>
4.1 Sběr a uchování vzorků.....	20
4.2 Koprologické vyšetření .....	20
4.5 Analýza dat .....	22
<b>5 Výsledky vyšetření</b> .....	<b>23</b>
5.2 Výsledky vyšetření.....	27
<b>6 Diskuze</b> .....	<b>31</b>
<b>7 Závěr</b> .....	<b>35</b>
<b>8 Literatura</b> .....	<b>36</b>





# 1 Úvod

Fretka domácí se stává stále oblíbenějším společníkem v mnoha domácnostech, kde si po psu a kočce vysloužila pozici třetí nejčastěji chované šelmy v lidských domácnostech. S rostoucí popularitou se zvyšuje poptávka po fretčích mláďatech, což vede k expanzi chovu, jak v oficiálních chovatelských stanicích, tak i u tzv. domácích chovatelů nebo v horším případě v neoficiálních stanicích, zaměřujících se na produkci a zisk z mláďat.

Tento rozmanitý přístup v chovu může mít na fretky vliv nejen z hlediska jejich chování, ale i zdraví. Zdravotní stav fretky může být ovlivněn genetickými faktory i vnějšími vlivy, na které můžeme mít vliv prostřednictvím kvality péče. Mezi takové vnější vlivy patří stresové faktory a podmínky chovu, které mohou výrazně ovlivnit zdraví zvířete.

Fretky mohou být náchylné k různým gastrointestinálním onemocněním, včetně těch, způsobených gastrointestinálními parazity. To vyžaduje zvýšenou pozornost chovatelů k jejich stravě a příznakům, jako jsou neobvyklé změny ve stolici nebo chování při krmení.

Proto je doporučeno provádět pravidelná preventivní koprologická vyšetření, aby se zjistila přítomnost parazitů, a následně provádět odčervení pouze v případě pozitivního nálezu.

## **2 Vědecká hypotéza a cíle práce**

Cílem této Diplomové práce bude zjistit druhové spektrum gastrointestinálních parazitů v chovech fretky domácí, stanovit jejich prevalenci, intenzitu infekce a posoudit případný vliv hostitele a prostředí na tyto charakteristiky parazitární zátěže.

Hypotézy:

H1: Fretky původem ze zájmových chovů budou mít nižší prevalenci výskytu gastrointestinálních parazitů než fretky z útulků.

H2: Fretky zdravé budou mít nižší prevalenci výskytu gastrointestinálních parazitů než fretky nemocné.

### 3 Fretka domácí

Říše: živočichové (*Animalia*)

Kmen: strunatci (*Chordata*)

Třída: savci (*Mammalia*)

Řád: šelmy (*Carnivora*)

Čeleď: lasicovití (*Mustelidae*)

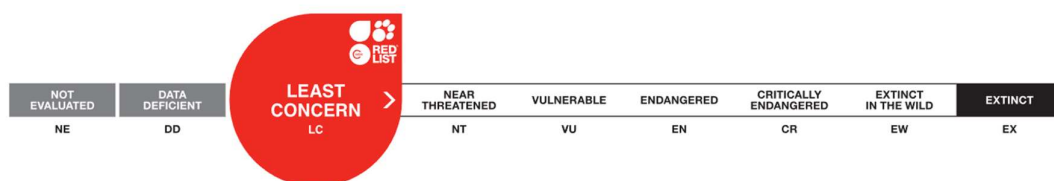
Rod: lasice (*Mustela*) Linnaeus, 1758

Druh: tchoř tmavý (*Mustela putorius*) Linnaeus, 1758

Poddruh: fretka domácí (*Mustela putorius furo*) Linnaeus, 1758

Fretka domácí (*Mustela putorius furo* syn. *Mustela furo*) je šelma z čeledi lasicovití (*Mustelidae*), domestikovaná forma tchoře tmavého (*Mustela putorius*) a příbuzná tchoře stepního (*Mustela eversmanni*), se kterým mají podobný vzhled i kostru (Brown 2001). Genetické testy potvrdili, že předkem fretky je tchoř tmavý, který má s fretkou domácí shodný počet chromozomů ( $2n=40$ ). Blízce příbuzný tchoř stepní má oproti tomu pouze 38 chromozomů. I přesto však dokážou fretky při křížení s tchořem stepním produkovat plodné potomstvo (Grafodatskij et al. 1976).

Rodový název *Mustela* pochází ze slova *mus* (myš) a označuje druhy rodu *Mustela* jako „myšilovy“. *Putorius* z latinského *putor* znamená „zápach“, zatímco *furo* pochází z *furonem* (zloděj). Latinský název pro fretku by se tedy dala přeložit i jako myši lovcí, zapáchající zloděj (Brown 2001).

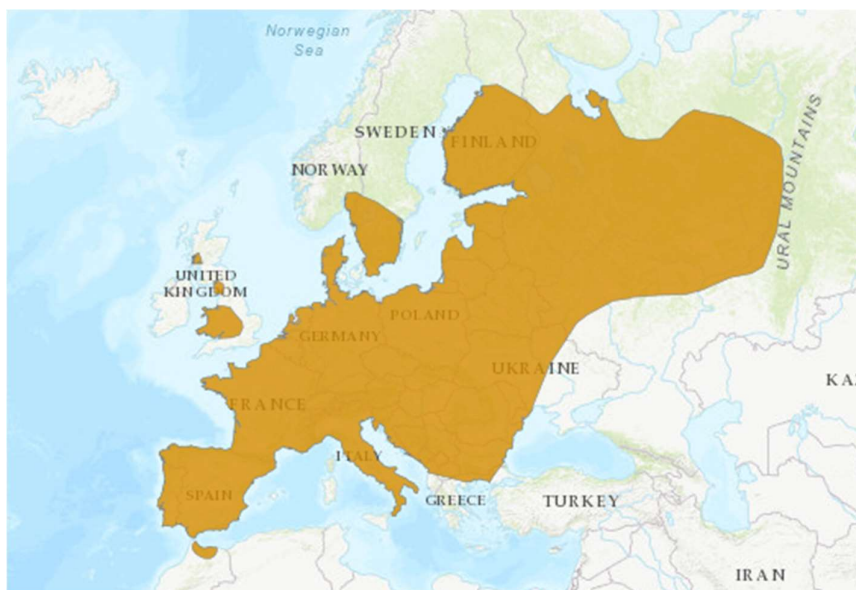


Obrázek 1 Fernandes M, Maran T, Tikhonov A, Conroy J, Cavallini P, Kranz A, Herrero J, Stubbe M, Abramov A, Wozencraft CH. 2007. *Mustela putorius* (Europe assessment). The IUCN Red List of Threatened Species 2007: e.T41658A10502372. Accessed 10 Dec.2023

Populace tchoře tmavého (*Mustela putorius*) je podle IUCN málo dotčená (Obrázek 1), poslední aktualizace však proběhla v letech 2006-2007, pro zjištění aktuálních dat je třeba provést nová pozorování. Populace tchořů jsou ohroženy výzkumem, lovem, invazními a konkurujícími druhy jako je například norek americký (*Neovison vison*) nebo liška obecná (*Vulpes vulpes*). Mimo jiné jsou sekundárně ohroženi rodenticidy (Birks 1999), degradací ekosystému a úbytkem kořisti. Ve Spojeném Království Velké Británie a Severního Irsku jsou ohroženi i hybridizací s fretkou domácí (*Mustela putorius furo*) (Battersby 2005).

Tchoři (*M. putorius*) žijí v lesnatých a částečně zalesněných areálech v blízkosti vody (Blandford 1987), živí se malými savci, obojživelníky a ptáky (Kaufman 1980).

U tchořů v přirozeném prostředí se nachází celá řada parazitických hlístic, například široké spektrum zástupců plicnivek rodu *Crenosoma spp.*, například *Crenosoma taiga*, *C. schachmatovae*, *C. melesi* a *C. vulpis* (Deak et al. 2023).



Obrázek 2 IUCN 2014. *Mustela putorius*, rozsah populace. <https://www.iucnredlist.org/species/41658/45214384>

Tchoř tmavý se vyskytuje po většině Evropy, kromě nejsevernějších oblastí, v západní Asii a byly dokonce zaznamenány populace na severu Afriky (Obrázek 2). V Afrických populacích se vyskytuje od hladiny moře až do výšek 2 400 m.n.m. (Griffiths & Cuzin, 2013).

### 3.1 Specifika fyziologie a anatomie fretek

Fretky mají dlouhé tělo válcovitého tvaru, krátké svalnaté končetiny (Wolf 2009) s pěti prsty na předních i zadních končetinách (Říha 2022), malé oči krátké okrouhlé uši (Wolf 2009) a ocas dlouhý přibližně jako polovina délky těla jedince. Jejich tělo je uzpůsobeno lovu v úzkých prostorech. Je u nich značný pohlavní dimorfismus, samice mohou být o polovinu až dvě třetiny menší než samci. Průměrná váha dospělých samců se pohybuje kolem 1,8 kg, v extrémních případech (Ruské kožešinové farmy) mohou vážit až přes 3 kg. Oproti tomu váha samic se pohybuje mezi 700–1200 g (Fox & Bell 1998), existují však i výjimky (Bulloch & Tynes 2010). U fretek se vyskytují i tzv. mikro fretky, které váží kolem 200–300 g, ale dožívají se podstatně méně než fretky běžné velikosti. Velikostí připomínají hranostaje.

Dožití běžné domácí fretky je 6-12 let (Říha 2022), jinde se uvádí 6-8 let (Fox & Bell 1998) nebo 5-8 let (Wolf 2009).

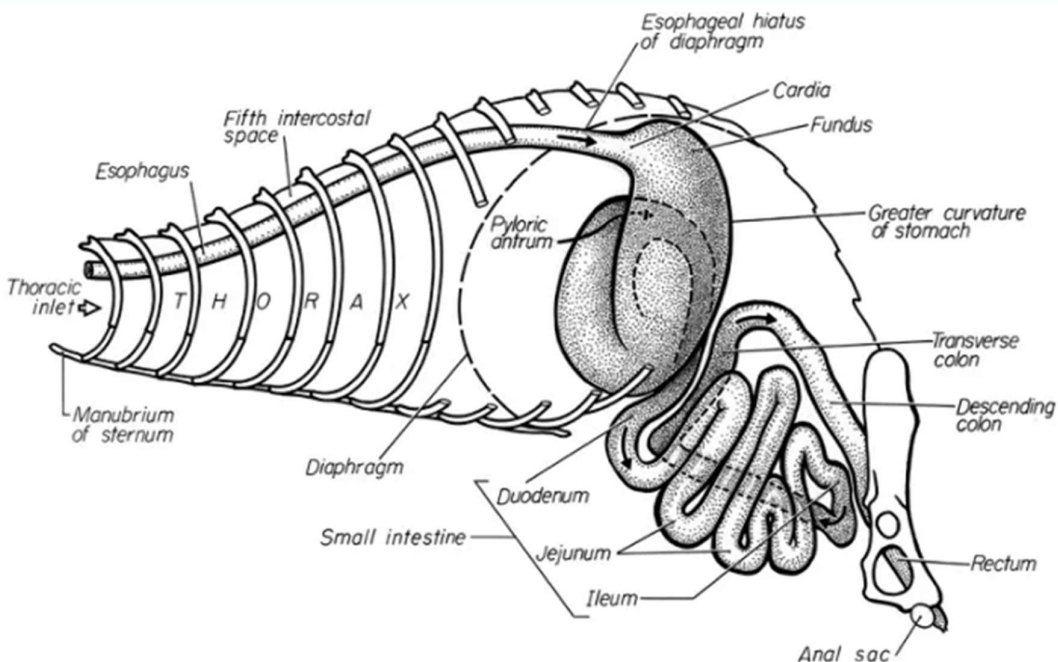
## Gastrointestinální trakt fretky domácí

Nejkranialnější částí trávicí soustavy jsou zuby (Reece 2009). Fretčí zubní vzorec je tvořen řezáky (I), špičáky (C), třenové zuby (P) a stoličky (M).

U dospělých fretek 3131/3132 – celkem 34 zubů trvalého chrupu, u mláďat 313/313 – celkem 28 mléčných zubů (Říha 2022).

Fretky mají relativně krátký gastrointestinální trakt (Wolf & Hebel 2001) viz Obrázek 3, krátkou dobou průchodu tráveniny. Tranzitní doba od požití po vyloučení stravy je přibližně 3 hodiny (Johnson-Delaney 2014), podstatně rychleji, pouhou 1 hodinu, prochází strava zažívacím traktem u mláďat (Bell 1999). průchod živočišného krmiva u dospělých fretek trvá 148 až 219 minut (Johnson-Delaney 2006). Fretky mají poměrně nízkou diverzitu mikroflóry (Wolf & Hebel 2001). Žaludek je morfologicky a histologicky velmi podobný lidskému (Poddar & Murgatroyd 1976). Mají spontánní sekretní kyseliny chlorovodíkové, je pro ně, stejně jako ostatní lasicovité šelmy, ideální schovávat potravu a pojídat malé množství jídla v častých intervalech (Bell 1999), toto přizpůsobení masožravců je výhodné i pro případné pojídání mršín (Lodé 1997).

Na rozdíl od koček a psů, fretky nemají slepé střevo (Říha 2022; Bell 1999; Poddar & Murgatroyd 1976), s tím souvisí, že nemají ani *appendix* (červovitý výběžek slepého střeva), *taenia coli* (tračnickové proužky vyběhající z appendixu), *haustra coli* (zevně vyklenutá místa na střevě) a *appendices epiploicae* (epiploické přívěsky) (Poddar & Murgatroyd 1976). Na 182 až 198 cm dlouhé tenké střevo navazuje přibližně 10 cm dlouhé tlusté střevo (Říha 2022). Poddar a Murgatroyd (1976) udávají délku tenkého střeva v průměru 140 cm. Tenké střevo fretek odpovídá přibližně 5násobku délky jejího těla, pro porovnání u koček je jeho délka rovna 8-10 násobku délky těla kočky (Bell 1999).



**Topography of the digestive tract (left lateral view).**

Obrázek 3 Anatomie trávicího ústrojí fretky LL, převzato z: <https://pethelpful.com/exotic-pets/A-Ferrets-Stomach-Anatomy>

Fyziologicky mají fretky hodně společného s kočkami. Mají velmi dobré trávení bílkovin a tuků, ale špatnou stravitelnost škrobů. Proto by měl být škrob v potravě omezen, pro krmnou dávku se doporučuje horní hranice 30-35 % škrobu (Naismith & Cursiter 1972). V důsledku omezené gastrointestinální flóry a malého počtu enzymů kartáčového lemu, fretky špatně metabolizují sacharidy, obtížně také tráví vlákninu. Vyžadují stravu s vysokým obsahem kvalitních živočišných bílkovin a tuků s minimem sacharidů a vlákniny. Nadbytek sacharidů může vést k onemocnění slinivky, jako je např. inzulinom (Bell 1999).

Proestrus u fretek obvykle přichází během ledna nebo února a snadno se zaznamená díky značnému zvětšení vulvy (Lindeberg 2008). U fretek, které nejsou rozmnožovány nebo uměle stimulovány k ovulaci je extrémně častý výskyt hyperestrogenismu (Lindeberg 2008). Estrus, trvající déle než 1 měsíc vede k útlumu kostní dřeně a hypoplazii buněk (Hart 1990). Dalšími příčinami hyperestrogenismu mohou být cystické vaječníky, ovariální zbytek po kastraci, ovariální neoplazie (Patterson et al. 2003) nebo neléčený adenokorticismus (Sherrill et al. 1985). Jako klinické příznaky se může vyskytnout alopecie, otok nebo výtok z vulvy, anemické sliznice, a dokonce systolický šelest. Při déle trvajícím hyperestrogenismu se může objevit melena i jiná krvácení. Objevuje se metritida, pyometra, popř. i vaginitida (Sherrill et al. 1985). Fretky mají, stejně jako ostatní šelmy, pásovou placentu (Williams et al. 2018). Fretka je březí 39-42 dní a má vrh o 1-15 mládětech, 9 v průměru, oproti tomu samice tchoře tmavého je březí 40-41 dní a obvykle má 1-11 mlád'at, 6 v průměru (Amstislavsky & Ternovskaya 2000).

Samci jsou v říji sezónně od jara do podzimu, Pokud se nevyskytne, ne příliš častý, kryptorchismus, u samců žádné další obtíže s říjí obvykle nenastávají. U koček, psů a koní se

však s kryptorchismem setkáváme častěji než u přežvýkavců (Mahmud et al. 2014). Samci všech lasicovitých šelem mají baculum (penisová kost) se stočenou špičkou (Nowak 1991).

Pižmový zápach fretek způsobuje velký počet mazových žláz v kůži. Jejich počet se u intaktního zvířete v období rozmnožování zvyšuje, což má za následek silnější tělesný pach fretek, žluté zbarvení a mastnotu kůže a srsti. Anální žlázy produkují silný, štiplavý zápach, ale používají je především v případech, kdy jsou fretky vystrašené nebo traumatizované. Ve spojených státech se anální žlázy odstraňují již u mláďat (Wolf 2009). V České republice je takový úkon povolen jen v případě zdravotních obtíží, v opačném případě je odstranění žlázek u fretek zakazuje zákon 246/1992 Sb, ve znění pozdějších předpisů, na ochranu zvířat proti týrání. I přes jejich zápach by se fretky neměly koupat častěji než dvakrát za měsíc, při mytí se jejich kůže vysouší a mohla by je začít svědit (Wolf 2009).

Fretky mají v kůži nedostatek potních žláz, kvůli tomu nejsou schopny pocení (Wolf 2009). Často si lehají na studený povrch, aby se ochladili (Wolf 2009).

Fretky (i tchoři) jsou od přírody krepuskulární (soumrační) živočichové, mají *tapetum lucidum*, což umožňuje efektivnější vidění při nízkém osvětlení, špatně vidí ve tmě a mají pomalu se přizpůsobují jasnému světlu (Fisher 2006). Mají binokulární vidění, mohou otáčet očima, ale většina fretek se dívá dopředu a otáčí hlavou. Zornice je vodorovně rozříznutá, díky tomu dokážou fretky pronásledovat svou kořist skákavým pohybem (Shimbo 1992).

### 3.2 Historie domestikace fretky

Fretka je domestikovaným zvířetem již více než 2000 let (Wolf 2009).

První zmínky o fretce pocházejí z řeckého písemnictví. Byly zaznamenány už Aristofanem kolem roku 450 před naším letopočtem, zmínil ji v jedné ze svých komedií, kde ji nazýval ji „ictis“ (Thomson 1951), řecky lasice. Následně ji kolem roku 350 př.n.l. Aristoteles popsal, jako zvíře nápomocné při lovu a nazval ji také iktis (Brown 2001).

Jejich původ a rané využití nejsou zcela jasné, ale historicky se využívaly k lovu králíků a deratizaci, zejména na Britských ostrovech, Austrálii a Novém Zélandu (Wolf 2009).

První „fretkování“ (vyhánění králíků z nor pomocí fretek) bylo zaznamenáno již v letech 63-24 př.n.l., kdy Říman Straba popisuje fretky cvičené k lovu přemnožených divokých králíků na Baleárských ostrovech.

Fretky se v domácnostech začaly chovat především kvůli odrazení hlodavců. Roku 1220 byly rozšířeny do Německa a ze stejného století pochází i první informace o fretkách z Anglie. V Anglii se dostaly fretky velké oblibě, v roce 1281 byl první „fretkař“ dokonce oficiálně uveden do královského dvora. Jelikož bylo v té době vydáno nařízení, že fretku může vlastnit pouze člověk, který má příjem minimálně čtyřicet šilinků ročně, vlastnili je především vysoce postavení představitelé církve (Brown 2001).

Během 18.století se fretky hojně využívaly na lodích jako ochrana před hlodavci a v téže době se také začaly objevovat zmínky o fretkách jako kožešinových zvířatech. Jako kožešinová zvířata nabrala popularitu až na začátku 20.století. Po epidemii myxomatózy koncem 20.století

se snížila potřeba chovat fretky na lov a začaly se chovat jako společenská zvířata (Brown 2001).

### 3.3 Chov fretky domácí v současnosti

Fretky patřily mezi běžně chovaná kožešinová zvířata, kvalita a hodnota kožešiny může být ovlivněna i různými patogeny, způsobující průjmová onemocnění, včetně parazitů (Kellnerová et al. 2017).

Na Novém Zélandu jsou feralizované fretky volně žijícími invazivními druhy a likvidují tamní populace kiwi a dalších pozemních ptáků, včetně papoušků Kākā (Leech et al. 2008), vzácných ještěrek a drobných savců. Dalším problémem je, že mohou přenášejí tuberkulózu skotu (Parkes & Murphy 2003). Feralizované fretky je velmi obtížné zaznamenat pro jejich rozsáhlý home range, rutinní monitoring je také velmi nákladný (King et al. 2009). Invazivními druhy jsou i v dalších zemích, například na Kanárských ostrovech (Medina & Martín 2010). Ve Velké Británii žijí hybridní tchořů (*M. putorius*) a fretkek domácích (Long 2003).

Nemalou váhu mají také ve zdravotnictví, a to jako laboratorní zvířata pro výzkum respiračních onemocnění, jako např. lidské chřipky (Donnelly et al. 1997). Jsou důležitým modelem v biomedicinském výzkumu a mnoho informací o fyziologii fretky domácí, které v současnosti máme pochází právě z nich (Wolf 2009).

Jako lovecká zvířata hrají svou roli z Evropských zemí především v Anglii a Skotsku, ale také třeba v Belgii a Holandsku. V těchto zemích je fretkování běžným způsobem lovu, většina sokolníků má fretku, se kterou fretkování praktikuje (Vaca 2017).

Zajímavou kapitolou jsou fretky na Novém Zélandu. Konkrétně na Jižní ostrov, došlo v roce 1864 k introdukci králíků, pro účely zábavního lovu. Ještě v tomto desetiletí se tak králíci stali velkým problémem a docházelo k ekonomickým ztrátám, jelikož došlo k drastickému úbytku pastvin pro ovce. Přirozených predátorů králíků byl nedostatek, a tak dovezli fretky, které již v té době byly známé jako vhodný lovec králíků (Fox et al. 1998).

Lovecké fretky jsou využívány především v lokalitách s vysokými populacemi králíků, někteří chovatelé je využívají na oživení krve společenských fretkek, jsou však vyhledávané i některými chovateli jako mazlíčci, a to jak pro možnost ochrany proti hlodavcům, tak pro jejich vyšší inteligenci s porovnáním s běžnými fretkami chovanými jako mazlíčci v lidských domácnostech. U loveckých fretkek dochází k osvěžování krve pomocí sameců divokého tchoře (Vaca 2017). V České republice se fretkování již neprovádí, jelikož stavy králíků, přesto, že jde o zvěř lovnou, jsou zanedbatelné. Výjimkou je králíčí kolonie v Mladé Boleslavi (Vaca 2017), zde se však králíci neusmrcují, ale chytají a převážejí do vzdálenějších honiteb. V USA je lov s fretkami ilegální (Hoppe 2010).



V zahraničí byl pomocí metody PCR potvrzen výskyt *Encephalitozoon cuniculi* u 47 dní starého mláděte tchoře černonohého (*Mustela nigripes*), které bylo nalezené mrtvé. Histologické vyšetření prokázalo nefritidu, pneumonii a encefalitidu s intralezionálními mikrosporidii. Výskyt *Encephalitozoon* spp. byl prokázán i u dalších masožravců včetně lasicovitých šelem (Ter Beest et al. 2019), které se mohou nakazit při kontaktu s nakaženými králíky nebo infikovaným prostředím. *E.cuniculi* byla izolována i u volně žijících potkanů (*Rattus norvegicus*)(Müller-Doblies et al. 2002).

Nákazu prokázali i u 8 % (26/311) divokých norků (*Mustela vison*) na Islandu (Hersteinsson et al. 1993).

Z řad gastrointestinálních parazitů může být rizikem pro lovecké fretky *Toxoplasma gondii*, ty se mohou nakazit například při pozření myši nebo při kontaktu s dalšími šelmami nebo jejich výkaly (Patterson & Fox 2007). V zoologických zahradách se doporučuje chovat kočkovité šelmy daleko od jiných zvířat, včetně lasicovitých, aby se zabránilo přenosu parazitů (Powers 2009).

### 3.3.1 Chov a péče o fretky v zájmových chovech

V posledních letech popularita fretky, jako domácího mazlíčka, dramaticky vzrostla. A to kvůli její přátelské povaze, malé velikosti a relativně snadnému chovu a péči (Wolf 2009). Fretky jsou velmi mrštná a živá zvířata, není snadné zabezpečit domácnost pro jejich volný a bezpečný pobyt (Vinke et al. 2012). V zájmových chovech se fretky chovají jednotlivě nebo ve skupinách, uvnitř nebo vně domu (Wolf 2009).

Fretky mohou být chovány uvnitř domácností i venku (Hillyer 1995).

Nejčastěji se chovají v klecích, kdy doporučené minimální rozměry klece pro 1-2 fretky jsou 1,5-2 m<sup>2</sup>. S každou další fretkou by měl být prostor navýšen o dalších 0,5m<sup>2</sup> (MacKay 2006). Pro představu domovský okrsek divokého tchoře tmavého je přibližně 12,4 ha u samic a 31,4 ha u samců (Blandford 1987). Akvária jsou pro fretky nevhodná kvůli zhoršené ventilaci a riziku přehřátí (Vinke et al. 2012). Z důvodu citlivého respiračního systému se nedoporučuje používat piliny ani slámu jako podestýlku (Jenkins & Brown 1993).

Jelikož fretky spí 18-20 hodin denně, potřebují bezpečné místo k odpočinku a na spaní (Fisher 2006).

Pro dodržení welfare fretky je nezbytná potřeba variability prostředí (Bays et al. 2006), rozšíření jejich prostoru, další fretky a využití různých hraček může mít vliv i na jejich celkové zdraví (Korhonen 1992).

V domácnostech je třeba dávat pozor i na teplotu vzduchu, a to především v létě. Při extrémních teplotách u fretek dochází k přehřívání a může dojít až k úhynu, ideální teplota je do 25 °C, fretky pak preferují teploty mezi 15-21 °C.

Venkovní ubikace ať už klece, voliéry či zahradní domky musí fretkám zajistit závětrí, místo na spaní chráněné před vlhkem (déšť, sníh), stín, ochranu před teplem a průvanem.

Dále by ubikace měly být zabezpečeny proti úniku fretek a vniknutí predátorů či dalších pro fretku život ohrožujících zvířat – může jít například i o psa, který fretku nesežere, ale stále ji může zranit nebo dokonce zakousnout.

Fretky by neměly být také umístěny v přílišně rušných nebo hlučných prostorech.

Mínusové teploty fretek v zimě nevadí, ochrání je proti nim jejich teplý kožich a suchý, zateplený úkryt na spaní.

Obecně fretky snášejí špatně teploty nad 32 °C a méně než -6,7 °C (Wolf 2009).

Jednou z variant chovu je i kombinovaný chov uvnitř a venku. Často jsou fretky ve venkovních ubikacích pouze za hezkého či teplého počasí, někteří majitelé tyto prostory používají jako zabezpečený výběh pro fretky, které jinak žijí v domácnostech. Často jsou v nich fretky pouze pod dohledem majitele. Nejčastějším enrichmentem bývají závěsné hamaky, tunely a interakce fretek s majiteli, nejraději mají hrabání, prolézání tunely, hraní s majiteli a zkoumání nových prostor a hraček (Dancer et al. 2022).

### 3.4 Strava fretek v domácí péči

Fretka je obligátní masožravec, její chrup i gastrointestinální trakt je přizpůsoben stravě masožravců (Johnson-Delaney 2014). Mají vysoké nároky na živočišné bílkoviny a omezené vstřebávání sacharidů (Říha 2022). Přestože jsou fretky domestikované již přes dva tisíce let, ideální způsob krmení se u nich stále určuje (Iske 2024).

Předchůdce fretky, tchoř tmavý (*Mustela putorius*) se živí malými obratlovci a ptáky (Johnson-Delaney 2014).

Tchoři jsou popisováni jako generalističtí predátoři (Santos et al. 2009). Hlodavci a obojživelníci jsou běžnou potravou ve všech regionech (Lodé 1997). Přestože je jejich strava rozmanitá, dochází k regionální specializaci. Králíci jsou hlavní potravou ve Velké Británii (Birks & Kitchener 1999) a Středomoří (Santos et al. 2009). Ve Švýcarsku preferují obojživelníky (Weber 1989), v Bělověžském Národním parku v Polsku tvořily 90% celkové potravy tchořů žáby, hlodavce jedli pouze, když žáby nebyly k dispozici (Jędrzejewska & Jędrzejewski 1998). Příjem hlodavců ve studii se ukázal být pod 10% celkové kořisti (Sainsbury et al. 2020). Dále se z 79 zkoumaných jedinců prokázali být dalším zdrojem obživy bezobratlí a ryby. U ryb v období od září do konce února a u bezobratlých v období od září do konce listopadu (Sainsbury et al. 2020). Tchoři nepohrdnou ani mršinami (Lodé 1997).

Dříve se fretky krmily krmivem pro noroky nebo kočky, v dnešní době převládá komerční strava pro fretky, která je formulována speciálně pro jejich potřeby (Johnson – Delaney 2014).

BARF je zkratka převzata z angličtiny z Biologically Appropriate Raw Food či Bones And Raw Food. Tedy v překladu Biologicky vhodná syrová strava nebo také Kosti a syrová strava. V principu jde o metodu krmení zvířat jejich přirozenou stravou, tedy ne granulovaným krmivem, ale u fretek se snaží přiblížit stravě jejího volně žijícího předchůdce – tchoře.

Tato dieta by měla vést ke zlepšení zdravotního stavu zvířat, nese však také zdravotní rizika, jako je nedostatek vitamínů a minerálů nebo různé infekce, včetně parazitární (Tuska-Szalay et al. 2024).

Krmení metodou BARF, ať už vyvážená čerstvá strava, prostřednictvím celé kořisti nebo mrazem sušenou stravou pro masožravce je nejvhodnějším způsobem krmení fretek (Powers & Brown 2012). V dnešní době je tento způsob krmení s velkým úspěchem rozšířen v mnoha oblastech světa (Lewington 2007). Díky trhu s plazy jsou dostupné i celé kořisti, jako jsou kuřata, myši a krysy (Powers & Brown 2012).

Pokud majitel nechce krmit pouze touto metodou, považuje se občasné pohoštění celou kořistí za cenný potravní enrichment fretek (Powers & Brown 2012).

Výhodou krmení celou kořistí může být i pevná stolice s menším objemem a zápachem, než je tomu u jiných krmiv (Powers & Brown 2012).

Při krmení BARF metodou jsou však vyšší rizika nákazy gastrointestinálních parazitů než u jiných metod, rizika se však dají snížit kupováním kvalitního masa a jeho správným skladováním. Přestože některé syrové maso může obsahovat bakterie a parazity nebezpečné pro lidi, fretky a ostatní predátoři se zdají být, proti těmto infekcím, rezistentní (Bell 1999).

Zvířata, která jsou krmena dietou BARF, mají v žaludku kyselější prostředí ve srovnání se zvířaty, jež konzumují suché krmivo ve formě granulí. Tato vyšší kyselost přispívá k omezení možnosti šíření nebo přežívání parazitů v gastrointestinálním traktu (Novosadová 2011).

Existují studie, které uvádí rizika, zejména zhoršení klinických stavů, tj. hypertyreóza, perforace gastrointestinálního traktu a zlomeniny zubů (van Bree et al. 2018). Konzumace syrového masa může způsobit výskyt bakterií, které mohou být nebezpečné pro lidi i další zvířata (Tuska-Szalay et al. 2024).

V některých zemích může být rizikové i vepřové maso pro riziko Aujeszkyho choroby (ADV), která způsobuje tzv. pseudovzteklinu (Kölle & Schmidt 2015).

Čím více majitelů začíná krmit fretky celou kořistí, jako jsou myši, *Toxoplasma gondii* se může stát klinickým problémem (Patterson & Fox 2007), kromě *T.gondii* mohou být vystaveni i *Cryptosporidium spp.*, *Cystoisospora spp.*, *Neospora caninum*, *Hammondia spp.*, a *Sarcocystis spp.* (van Bree et al. 2018).

Při krmení komerčním krmivem se doporučuje, aby fretky měly přístup ke granulím celý den, i tak si je často schovávají na později (Johnson-Delaney 2014).

Doporučuje se strava s vysokým obsahem kvalitních živočišných bílkovin a tuků a nízkým obsahem komplexních sacharidů (karbohydrátů) a vlákniny (Wolf 2009).

Fretky by neměly kvůli rychlé pasáži gastrointestinálního traktu hladovět déle než 3 hodiny, a to i před plánovaným zákrokem (Bell 1999). Mladé fretky mohou být při hladovění nervózní a mohou z toho důvodu kousat (Johnson-Delaney 2014).

Biomechanika chrupu fretky je výrazně odlišná od býložravců. Je pravděpodobné, že přechod od celokořistové stravy k suchým granulám mohou mít škodlivý dopad na specifickou adaptaci chrupu fretek (Johnson-Delaney 2014). Přesto, že výrobci udávají, že granule jsou křupavé a abrazivní, což snižuje zubní kámen, mohou působit strukturální změny chrupu (Church 2007). Chrup fretky není uzpůsobený k drcení granulí, při nadměrném opotřebení granulí může dojít ke zlomeninám nebo ztrátě zubu (Johnson-Delaney 2014).

Krmiva pro kočky, která jsou k zakoupení v obchodech s potravinami jsou velmi chutná díky povlaku z živočišného tuku, nutričně jsou však nedostatečná, a to v jakékoli fázi života fretky. U chovných fretek jsou nutriční nedostatky rychle odhaleny, u nechovných zvířat nemusí být žádný problém zaznamenán klidně celé roky. Některé z prémiových suchých krmiv pro kočky anebo pro fretky prokázaly, že splňují veškeré nutriční hodnoty pro fretky (Bell 1999).

Fretka vyžaduje stravu s vysokým obsahem bílkovin a tuků a s nízkým obsahem vlákniny (Bell 1999). Hlavním zdrojem kalorií by měl být tuk, jelikož při jeho metabolizaci se uvolňuje dvakrát víc energie než z bílkovin nebo sacharidů (Johnson-Delaney 2014).

Mláďatům se nebude dařit při dietě obsahující méně než 30 % bílkovin a budou vysoce náchylná k parazitárním infekcím a infekčním onemocněním (Bell 1999).

Pokud nejsou fretkám neustále podávány pamlsky, většina fretek jí přirozeně množství stravy, kolik chce, aniž by se staly obézní. V zimě se příjem potravy zvyšuje minimálně o 30 %, toto přibírání až sezónní obezita není škodlivá a měla by být považována za normální, stejně tak jako hubnutí na jaře, kdy se vlivem prodlužování světla přes den nabrané tuky přes zimu postupně metabolizují (Johnson-Delaney 2014).

Při krmení granulami by mělo být riziko nákazy gastrointestinálními parazity minimální, i tak však může dojít např. ke kontaminaci ve výrobě nebo při skladování krmiva, ale vzhledem k přísným podmínkám ve výrobnách by k takovým situacím docházet nemělo.

Může ale dojít ke kontaminaci v domácnostech s kočkami. Krmivo pro fretky by se mělo skladovat ve vzduchotěsných nádobách a mimo dosah koček (Patterson & Fox 2007).

Obecně se vařená domácí strava se u fretek běžně neaplikuje. Obvykle se používá jako dietetické opatření v případě průjemových a jiných zažívacích problémů, které vyžadují omezení syrové stravy.

Při vařené stravě, stejně jako u BARF metody je třeba dbát na přiměřenou teplotu, čerstvost či vhodné skladování. Při jakémkoliv krmivu, a především u granulovaného, je třeba, aby fretka měla také neomezený přístup k čerstvé vodě.

### **3.5 Endoparaziti fretky domácí a tchoře tmavého**

Jak tchoř tmavý, tak fretka domácí může být hostitelem řadou druhů z různých skupin vnitřních parazitů. Z řad parazitických živočichů (*Metazoa*), konkrétně kmene hlístic (*Nematoda*), byl u fretek prokázán výskyt srdečního parazita vlasovce psiho (*Dirofilaria immitis*) (Matsuda et al. 2003) způsobující pravostranné srdeční selhání, plicní kongesci a siderózu a chronickou jaterní kongesci. *D. immitis* mohou přenášet komáři, konkrétní druh přenášející nákazu je závislý na jeho geografickém rozšíření (Loftin et al. 1995), například v USA byl potvrzen přenos srdeční červivosti u 16 druhů komárů (Scoles 1994). Z dalších filaroidních hlístic lze jmenovat plicnivku *Filaroides martis*, parazitující v plicním parenchymu (Dubay et al. 2014). Strongylidní hlístice parazitující u fretek jsou potom zastoupeny například druhem *Skrjabinogylus nasicola*, parazitujícím v nosních dutinách lasicovitých šelem (Powers 2009). Rovněž byl u fretky domácí zaznamenán i vůbec největší druh hlístice parazitující u

šelem, ledvinovec psi (*Diocotphyema renale* syn. *Dictophyme renale* syn *Eustrongylus gigas*) náležící do řádu Ascaridida, parazitující typicky v ledvinách u psů a norků, kteří se nakazí nakaženou rybou (Taylor et al. 2016).

Co se týče zástupců třídy motolice (Trematoda) byl u fretky domácí i volně žijících populací tchoře tmavého prokázán výskyt motolice nosní (*Troglorema acutum*) (Torres et al. 2008), který způsobuje lytické léze nosních dutin. Ve volně žijících populacích tchoře tmavého se dále vyskytují druhy *Crenosoma tajga* (Petrov 1940), *C. schachmatovae* (Deak et al. 2023), *C. melesi* (Torres et al. 2008; Kretschmar 2016) a *C. vulpis* (Lemming et al. 2020). Kromě výše zmíněných byly u fretek ještě izolovány *Toxocara canis*, *Trichinella spiralis* a *Spiroptera nasicola* (Marini et al. 2002).

Z tasemnic se u fretky domácí mohou vyskytovat tasemnice *Dipylidium caninum* (Mader & Rosenthal 2005), *Mesocestoides* spp., *Atriotaenia procyonis* a *Taenia mustelae* (Powers 2009). Výskyt měchožilů, (*Echinococcus* spp.) nebyli dosud u fretek ani tchořů zaznamenáni (Romig & Wassermann 2024), jejich výskyt byl však, z lasicovitých šelem, zaznamenán u jezevce čínského (*Meles leucurus*) (Fu et al. 2023).

Z parazitických protist se u fretky domácí může vyskytovat heteroxenní kokcidie *Toxoplasma gondii* (Burns et al. 2003), protilátky proti tomuto jednobuněčnému parazitovi byly nalezeny i u 33 % (1/3) vyšetřených tchořů evropských (*M. putorius*), 18 % (2/ 11) kun skalních (*Martes foina*) a 17 % (1/6) kun lesních (*Martes martes*) v České republice (Hejlíček et al. 1997).

Mezi cryptosporidie rozšířené u šelem řadíme druhy *C. parvum*, *C. canis*, *C. felis* , u fretek se s největší pravděpodobností, díky dobré adaptaci na hostitele, vyskytuje jiný genotyp (Taylor et al. 2018).

Nově byl u fretek potvrzen i výskyt *Leishmania infantum*, kterou přenáší krev sající písečné mouchy rodu *Phlebotomus* (Villanueva-Saz et al. 2022).

V Rusku v letech 2012-2017 otestovali celkem 323 fretek, byly zaznamenány celkem 4 rody gastrointestinálních parazitů. *Capillaria* sp., *Cryptosporidium* sp. *Eimeria* sp. a *Giardia* sp. (Kurnosova et al. 2019).

*Capillaria* sp. byla nalezena u jediné fretky (Kurnosova et al. 2019). V Michiganu (USA) se *C. hepatica* vyskytuje v populacích křečka dlouhoocasého (*Peromyscus maniculatus*) (Meagher 1999). Přestože do Severní ameriky areál výskytu *M. putorius* nezasahuje (viz Obrázek 2), může být rizikem pro jeho příbuzné z čeledi *Mustelidae* včetně domácích fretek.

### 3.5.1 Gastrointestinální paraziti fretky domácí

Nejběžnější paraziti, kteří postihují fretky, se často vyskytují také u jiných masožravců chovaných jako domácí mazlíčci, včetně psů a koček, (Patterson & Fox 2007). Díky nízké specifitě řady z těchto druhů může docházet k přenosu na fretku domácí.

Přestože ne u všech parazitů probíhá jejich vývojový cyklus v zažívacím traktu hostitele, jejich vývojová stádia opouští tělo hostitele prostřednictvím trusu, z toho důvodu může být v trusu nalezeno širší spektrum parazitů. Jelikož byla tato práce zaměřena na gastrointestinální parazity, v následující kapitole budou podrobněji popsány pouze ty druhy druhů parazitů fretky domácí, které parazitují v trávicím traktu a mohou být detekovány pomocí koprologických flotačních metod.

## Parazitičtí protisté u fretky domácí

### Giardia spp.

Říše Protista

Kmen Metamonada

Třída Diplomonadida

Řád Distomadida

Čeleď Hexamitidae

Rod Giardia Kunstler, 1882

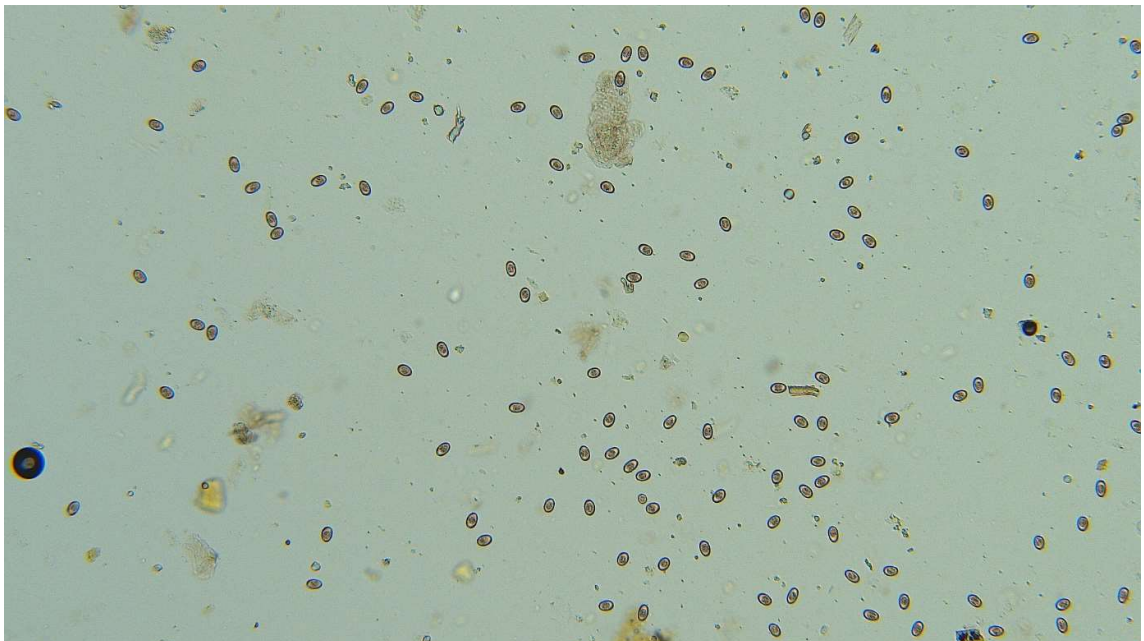
*Giardia intestinalis*, známá také jako *Giardia duodenalis* nebo *Giardia lamblia*, je jediným druhem v rodu *Giardia*, který může infikovat jak, domácí zvířata a hospodářská zvířata, tak člověka (Cacciò & Ryan 2008). Tento parazit má široký rozsah hostitelů, zahrnující suchozemské i mořské savce, a dokonce i ryby (Yang et al. 2010). *G. intestinalis* je parazit, který obývá tenké střevo savců. Jeho tělo má tvar hrušky s bilaterální symetrií, s vyklenutou částí na zádech a přísávacím diskem na spodní straně. Tento parazit má dobře viditelná jádra a osm bičíků. Jeho trofozoiti (aktivní forma parazita) dosahují velikosti 6-8 x 12-15  $\mu\text{m}$ . *Giardia* se rozmnožuje dělením a vytváří cysty, které obsahují dva nové jedince. Cysty mají tvar podobný vejci s pevnou, hladkou stěnou a obsahují 2 až 4 jádra a bičíky. Jejich velikost se pohybuje kolem 7-10 x 8-12  $\mu\text{m}$  (Svobodová et al. 2013).

Cysty *Giardií* jsou vylučovány s výkaly hostitele do vnějšího prostředí, kde jsou okamžitě infekční a vykazují vysokou odolnost vůči vnějším podmínkám. K infekci dochází poté, co hostitel požře infekční cysty. V tenkém střevě se cysty rozpadnou a uvolní trofozoiti, kteří se přichytí ke sliznici střeva (Olson & Buret 2001).

Jednobuněční parazité, jako jsou giardie a kokcidie, jsou u fretek pravidelně nacházeny (Rijks et al. 2015). U fretek se mohou projevovat průjmy, ale jejich výskyt může být i asymptomatický (Mader & Rosenthal 2005). Giardiáza způsobuje malabsorpci, vedoucí k měkké, objemné nebo zrnité stolici. Mezi další klinické příznaky patří úbytek hmotnosti a matná srst (Abe et al. 2005). U fretek se vyskytuje vzácně, ale psi nebo kočky mohou sloužit jako rezervoár sloužící k jejich nákaze (Oglesbee 2006).

## Kokcidie rodu *Eimeria*

Říše Chromista  
Kmen Apicomplexa  
Třída Conoidasida  
Řád Eucoccidiorida  
Čeleď Eimeriidae  
Rod *Eimeria* Schneider 1875



Obrázek 4: Oocysty kokcií rodu *Eimeria* sp. při zvětšení 100x.

Kokcidie (Obrázek 4) jsou největší skupinou skupiny Apicomplexa. Všechny kokcidie jsou intracelulární paraziti obratlovců a bezobratlých. Jsou spojeni především se střevními buňkami, ale mohou infikovat i jiné typy buněk, (Gunn & Pitt 2012). Některé druhy jsou jednohostitelské, jiné využívají dva hostitele – obvykle bezobratlé a obratlovce, ale mohou být i dva obratlovci. Životní cyklus kokcií je podobný a přímý, oocysty jsou infekční za 1-4 dny po vyloučení stolicí (Oglesbee 2006). Po požití se sporozoity uvolní a napadají střevní epitelální buňky, kde se stávají trofozoity (Powers 2009). V buňkách epitelu následně probíhá stadium merogonie při kterém dochází k jejich destrukci, načež uniklí merozoiti napadají další buňky. Následuje stadium gametogonie, při kterém dochází ke vzniku pohlavních jedinců, a pohlavnímu množení. Dále následuje stadium sporogonie při kterém vznikají a dozrávají nové oocysty (Chapman et al. 2013). Skupina dříve obsahovala pouze druhy rodu *Eimeria*, *Cystoisospora* (*Isospora*) a *hemogregarina* (paraziti červených krvinek chladnokrevných obratlovců), nyní zahrnuje i rody *Cryptosporidium*, *Sarcocystis* a *Toxoplasma* (Gunn & Pitt 2012).

Z kokcií se u fretek vyskytují druhy *Eimeria spp.* (Sledge et al. 2011; Williams et al. 1996) a druh *Neospora caninum*, který se vyskytuje v centrální nervové soustavě jak u fretek, tak i v populacích volně žijících tchořů (Bartley et al. 2013; Sobrino et al. 2008). U fretek se mohou vyskytovat i *Sarcocystis sp.* (d'Ovidio et al. 2014). *Sarcocystis muris* (Morrisey 1996), dvouhostitelská kokcie, parazitující obvykle u myši a koček, kde se může nakaženou myší nebo kontaminovanou potravou nakazit i fretka (Ramos-Vera et al. 1997), ta však nepostihuje trávicí ústrojí, ale svalovou soustavu, trusem hostitele vylučuje své oocysty.

Mezi konkrétní druhy kokcií, které se vyskytují u fretek patří druhy *Cystoisospora laidlawi*, *Eimeria furonis* a *Eimeria ictidea* (Pastor et al. 2021; Powers 2009), kokcie mohou způsobit nekrotizující enteritidu s krvavým průjmem, infekcí žlučníku a žlučového epitelu. V Japonsku byla *E.furonis* poprvé zaznamenána u fretky trpící průjmy v červnu 2007 (Abe et al. 2008).

Životní cyklus u kokcií začíná požitím sporulovaných oocyst z kontaminovaných potravin nebo vody, může dojít i k autoinfekci (Marini et al. 2002).

*E. ictidea* se vyvíjí v epitelu tenkého střeva, oocysta má podlouhlý oválný tvar a průměrné rozměry jsou 23,6×17,5 μm.

*E. furonis* se vyvíjí v epitelu tenkého střeva a konečníku a oocysta je kulovitá s průměrnými rozměry 12,8×12,0 μm (Abe et al. 2008). *E. furonis* je často, jako další kokcie bez vnějších příznaků, může mít však i přes negativní koprologické vyšetření fatální následky (Williams et al. 1996). V USA ve 3 populacích zaznamenali vysokou úmrtnost fretek způsobenou *E. furonis*, průměrně 14,4 % ze všech nakažených, nejvíce 20,6 % v jedné ze sledovaných populací (Sledge et al. 2011) *Cystoisospora laidlawi* byla u fretek popsána v roce 1927 (Hoare 1927), od té doby však nebyla v žádné studii zaznamenána (Williams et al. 1996). *Cystoisospora ohioensis*, typická pro psi, však u fretek zaznamenána byla (Patterson & Fox 2007).

### *Cryptosporidium spp.*

Říše Chromista

Kmen Apicomplexa

Třída Conoidasida

Řád Eucoccidiorida

Čeleď Cryptosporidiidae

Rod *Cryptosporidium* Tyzzer, 1907

*Cryptosporidium spp.* jsou prvoci, kteří obývají střevní a respirační epitel (Marini et al. 2002). Mladé fretky mohou být infikovány *C.parvum*, onemocnění je obvykle subklinické (Marini et al. 2002; Patterson & Fox. 2007), oocysty mohou být detekovány i ve stolici klinicky normálních fretek (Marini et al. 2002). Přítomnost oocyst tohoto druhu byla zjištěna i u tchoře černonohého a norků, kteří nevykazovali klinické příznaky (Marini et al. 2002; Fayera et al. 2000; Gómez-Couso et al. 2007). Klinickými projevy mohou být úporné průjmy (Marini et al.



2002). Diagnóza je stanovena pomocí vyšetření stolice, kvůli malé velikosti oocyst (4-6  $\mu\text{m}$ ) jsou však často zaměňovány s kvasinkami (Marini et al. 2002). Vývojový cyklus Cryptosporidií zahrnuje proces schizogonie, gametogeneze a stadia spór, oocysty jsou pozřeny vnímavým hostitelem prostřednictvím kontaminované potravy nebo vody (Melicherová et al. 2014).

## Hlístice parazitující u fretky domácí

Mezi hlístice (Nematoda), které můžeme u fretek najít se řadí druhy typické pro kočku domácí, jako například *Toxocaris leonia*, *Toxocara cati*, *Ancylostoma sp.* (Mader & Rosenthal 2005; Morrisey 1996).

### Škrkavky rodu *Toxocara*

Říše Animalia

Kmen Nematoda

Třída Chromadorea

Řád Ascaridida

Čeleď Ascarididae

Rod *Toxocara*

Toxokaróza je diagnostikována především na základě klinického vyšetření. Velké množství parazitů způsobuje průjem, zvracení, zakrnělý růst, bolesti břicha a v extrémních případech až střevní neprůchodnost nebo nafouklé břicho (Elsheikha et al. 2018). Vajíčka škrkavek rodu *Toxocara* mají typicky členitou membránu, jsou kulovitá nebo oválná a velká přibližně  $87 \times 75 \mu\text{m}$  (*T. canis*) a  $75 \times 65 \mu\text{m}$  (*T. cati*). Přítomnost hlístic rodu *Toxocara* se detekuje pomocí koncentrační/flotační metody, ty nemusí mít dostatečnou citlivost a může dojít k „podhodnocení intenzity infekce, nebo k falešně negativním výsledkům, což může být umocněno nepravidelným vylučováním vajíček samicemi škrkavek (Elsheikha et al. 2018). Vyvíjí se však nové, vysoce citlivé diagnostické testy, například se stává dostupným testování fekálního antigenu (Elsheikha et al. 2018). Existuje rovněž riziko nákazy druhem *Baylisacaris procyonis* zavlčeným invazním mývalcem severním, jak ukazují výsledky experimentální nákazy fretky domácí, které byla podána myš infikovaná larválním stádiem tohoto parazita (Bell 1994).

*Ancylostoma spp.* byla zjištěna u 28 % testovaných fretek v Itálii (d'Ovidio et al. 2014). V žádné z dostupných studií, které autorka této práce zkoumala, nebyl popsán výskyt *Uncinaria spp.* u fretek potvrzen, nachází se ale například u příbuzných jezevců (*Meles meles*) a kun skalních (*Martens foina*) (d'Ovidio et al. 2014).

V Rusku byla u jedné fretky zaznamenána i *Capillaria sp.* (Kurnosova et al. 2019). V Michiganu (USA) se *C.hepatica* vyskytuje v populacích křečka dlouhoocasého (*Peromyscus maniculatus*) (Meagher 1999). Přestože do Severní ameriky areál výskytu *M.putorius* nezasahuje (viz Obrázek 2), může být rizikem pro jeho příbuzné z čeledi *Mustelidae* včetně domácích fretek.

### **Tasemnice (Cestoda) parazitující u fretky domácí**

Fretky mohou být potenciálně nakaženy i tasemnicemi (Powers 2009). Autorka této práce však nenašla žádný záznam o reálném nalezení tasemnic u fretky domácí ani u tchoře tmavého. Například *Taenia mustelae* však byla objevena u lasice hranostaj (*Mustela nivalis*) v Japonsku (Iwaki et al. 1995).

## 4 Metodika

V rámci této diplomové práce bylo sledováno druhové spektrum, prevalence a intenzita infekce gastrointestinálními parazity v chovech fretky domácí. Pro zjištění gastrointestinálních parazitů u fretek byly zvoleny neinvazivní flotační metody vyšetření. Po dobu jednoho roku, od února 2023 do února 2024 byly za tímto účelem získávány vzorky výkalů fretky domácí od oslovených chovatelů a útulků. Celkem bylo vyšetřeno 94 jedinců. Většina vzorků pocházela ze soukromých zájmových chovů v České republice (n=49), ale byly také získány vzorky ze zahraničních chovů (n=45). Konkrétně z Dánska (n=39), Holandska (n=1) a Slovinska (n=5). Dále byl osloven útulek zaměřený na chov fretek odkud bylo získáno 6 vzorků, další 2 fretky z útulku byly již u soukromých majitelů, s ohledem na jejich původ byly ve statistice zahrnuty mezi útlkové fretky (n=8), zároveň všechny útlkové fretky pocházely z České republiky.

Informace o faktorech, které by mohly mít potenciální vliv na výsledky vyšetření byly shromažďovány pomocí dotazníků, které byly majitelům zaslány společně s instrukcemi k odběru vzorků. Dotazník obsahoval otázky týkající se identifikace, pohlaví, věku, původu, předchozí aplikace antiparazitik, případné výsledky předchozích koprologických vyšetření, zdravotního stavu, typu ubikace, a typu podávaného krmiva. U nemocných fretek (n=15) byla doplněna nemoc, kterou daná fretka trpěla.

## 4.1 Sběr a uchování vzorků

Sběr vzorků výkalů o minimální hmotnosti 8 gramů prováděli přímo majitelé fretek během čištění toalet. Fekální materiál byl sbírán vždy do několika hodin po vyloučení. Vzorky byly sbírány do čistých uzavíratelných zip sáčků nebo do uzavíratelných plastových zkumavek a následně uchovány v lednici nebo v chladícím boxu až do samotného vyšetření. Některé ze vzorků (n=16) byly zaslány zásilkovou službou, načež po doručení byly skladovány v lednici. Převoz netrval v žádném z případů déle než 2 dny, přičemž venkovní teploty v době převozu dosahovaly maxima 8°C. Všechny vzorky byly vyšetřeny nejpozději 7 dní po sběru.

Jednotlivé vzorky byly popsány identifikačním číslem podle pořadí, ve kterém byly získávány

Majitelé byli instruováni, sbírat vzorky, pokud možno s co nejnižší příměsí steliva.

## 4.2 Koprologické vyšetření

Pro samotnou detekci a kvantifikaci propagačních stadií parazitů byly všechny získané vzorky vyšetřeny modifikovanou Cornell-Wisconsinovou metodou (Egwand & Slocombe 1982) využívanou pro její vysokou detekční citlivost. Při pozitivním nálezu vajíček, byla provedena koncentrovaná McMasterova metoda (Roepstorff & Nansen 1998), umožňující kvantifikaci infekce.

Pro obě metody byl použit flotační roztok ze směsi glukózy a chloridu sodného o finální hustotě 1,28 g/cm<sup>3</sup>. Detekce vajíček a oocyst byla provedena s pomocí mikroskopu Olympus BX51 vybaveného kamerou Promicam 3-3CP Sony Pregius a zobrazovacím softwarem QuickPHOTO MICRO 3.0. Zachycená propagační stadia byla determinována na úroveň druhu s využitím popisných morfologických klíčů (Saunders 2013).

### Modifikovaná Cornel-Wisconsinova metoda

Pro Cornel-Wisconsinovu metodu byly odváženy a použity 4 g výkalů z každého vzorku, které se vložily do třetí misky a zalily 15 ml suspenzí Bentonitu.

Následně se směs pomocí tloučku rozmíchala do vzniku jednotné konzistence a vzniklá suspenze se přecedila přes sítko do nízké kádinky s výlevkou.

Z jednotlivých kádinek byly jednotlivé vzorky vždy nality do hladiny 10 ml do předem očíslovaných 6 plastových zkumavek.

Zkumavky byly poté umístěny do centrifugy, nastavené na 1 200 otáček po dobu 5 minut.

Po centrifugaci se vzniklý supernatant odlil do výlevky a zbylý sediment byl ředěn flotačním roztokem (NaCl + glukóza) zhruba do 1/3 zkumavky.

Směs se opatrně rozmíchala pomocí Pasteurovy pipety, aby se zamezilo vzniku bublin. Zkumavka byla doplněna až po okraj tak, aby vznikla lehce vyklenutá hladina, tzv. pozitivní meniskus, na kterou se položilo krycí sklíčko.

Následně se zkumavky se sklíčkem vrátily do centrifugy, která se nastavila na 1 100 otáček po dobu 3 minut. Po centrifugaci se krycí sklíčka opatrně odejmula a přiložila na předem označená podložní sklíčka.

Takto připravený vzorek se poté mikroskopoval. Mikroskopování se provádělo se zvětšením objektivu 10-40 x.

### **McMasterova metoda**

Metoda podle McMastera byla provedena pouze u pozitivních vzorků.

Opět byly použity 4 g výkalů z každého vzorku, které se vložily do třecí misky a zalily se 56 ml suspenzí Bentonitu. Pomocí tloučku se směs rozmíchala a vzniklá suspenze se přecedila přes sítko do kádinky s výlevkou. Do zkumavek se odlilo 10 ml suspenze a následovala centrifugace při 1 200 otáčkách po dobu 5 minut. Po dokončení se slil zbylý supernatant a usazený sediment se pomocí Pasteurovy pipety rozmíchal ve 4 ml flotačního roztoku. Nově vzniklá suspenze se nabrala do Pasteurovy pipety a napustila se rovnoměrně do McMasterových komůrek.

Takto připravené komůrky se nechali 5 minut stát, aby propagační stadia parazitů vyflotovala na povrch, poté se mikroskopovalo při zvětšení objektivu 10x.

Při mikroskopování se postupně procházely obě McMasterovy komůrky, dílek po dílku se zapisoval počet nalezených parazitů jednotlivých druhů. Následně se všechna čísla sečetla a celkový počet se vynásobil 20x pro získání EPG (eggs per gram) v případě helmintů, nebo OPG (oocysts per gram), v případě parazitických prvoků.

## 4.5 Analýza dat

### Charakteristiky infekce

Pro všechny parazity detekované Cornell-Wisconsinovou metodou byla stanovena jejich prevalence výskytu, vyjádřená, jako procento jedinců pozitivních na daného parazita ve vyšetřovaném souboru. Na základě výsledků McMasterovy metody byla potom pro zjištěné druhy parazitů určena průměrná intenzita infekce a abundance. Průměrná intenzita infekce byla vypočtena vyjádřena, jako součet všech nenulových hodnot EPG, respektive OPG daného druhu parazita vydělený počtem zvířat pozitivních na daného parazita. Abundance byla stanovena, jako podíl součtu hodnot EPG, nebo OPG a celkového počtu vyšetřených jedinců bez ohledu na to, zda byli infikováni. Pro všechny charakteristiky infekce byly stanoveny 95% konfidenční intervaly.

### Testování hypotéz

K posouzení rozdílů v prevalenci gastrointestinálních parazitů mezi fretkami pocházejícími ze zájmových chovů a fretkami pocházejícími z útulků byl vzhledem k obecně nízké prevalenci a malému počtu vzorků ve skupině fretek z útulků použit Fisherův exaktní test s hladinou významnosti  $\alpha = 0,05$ . Fisherův exaktní test s hladinou významnosti  $\alpha=0,05$  byl použit i pro posouzení rozdílů v prevalenci gastrointestinálních parazitů u nemocných a u zdravých fretek.

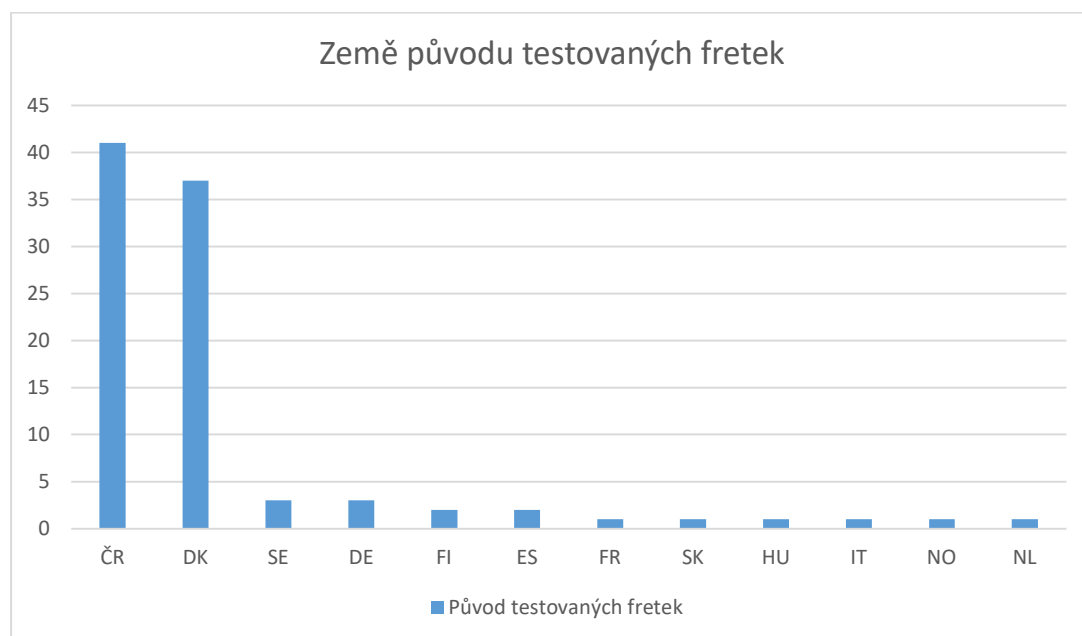
Všechny výpočty a testy byly provedeny s pomocí softwaru Statistika a překontrolovány ve webové aplikaci Social Science Statistics, která také umožňuje provedení Fisherova exaktního testu a vygenerovala přehledné kontingenční tabulky.

## 5 Výsledky vyšetření

### 5.1 Dotazníková šetření

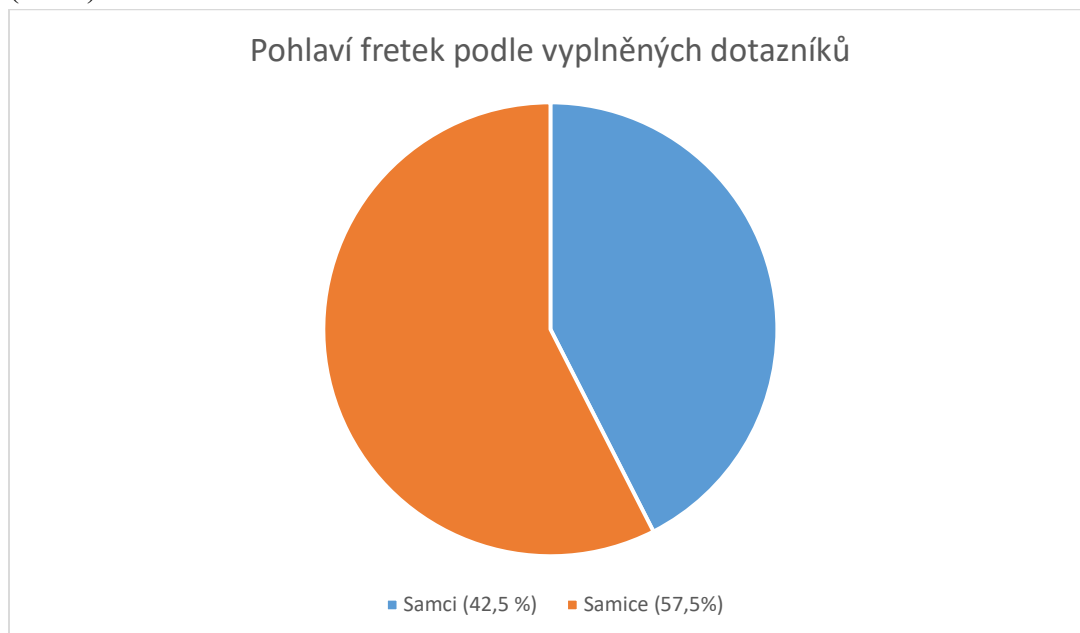
Dotazník byl vyplněn pro 80 fretek z celkem 94, u ostatních se bohužel nepodařilo získat všechny odpovědi.

Graf 1 (Země původu testovaných fretek), celkem se sešly vzorky zvířat z 12 zemí EU, konkrétně z České republiky (41), Dánska (37), Švédska (3), Německa (3), Finska (2), Španělska (2), Francie (1), Slovenska (1), Maďarska (1), Itálie (1), Norska (1) a Nizozemska (1).



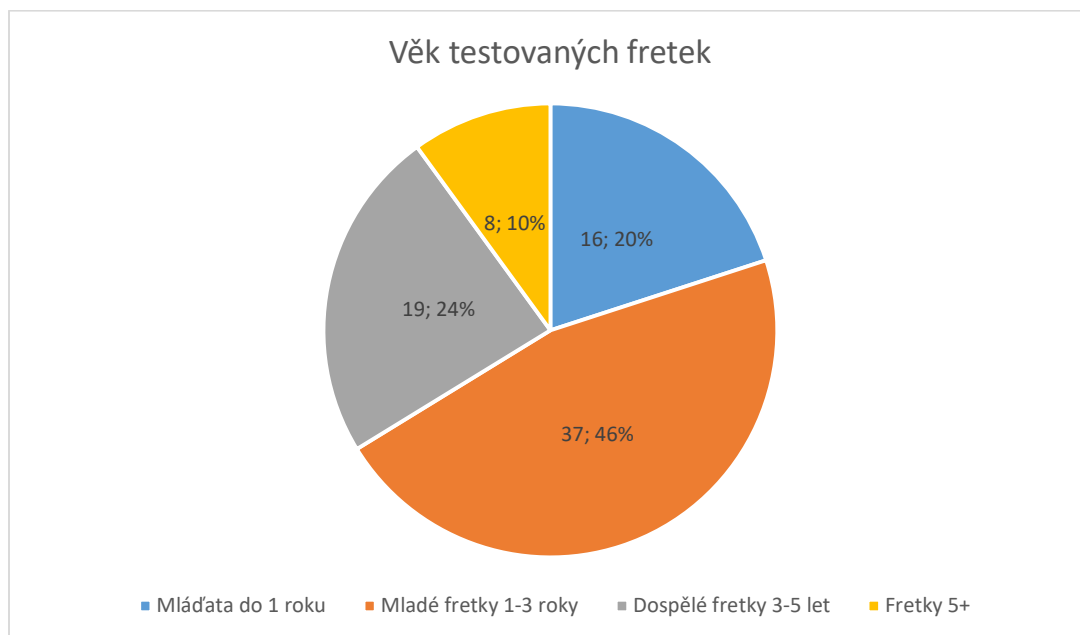
Graf 1: Země původu testovaných fretek.

Vyšetření se podrobila obě pohlaví v relativně vyrovnaném poměru, samic (46/80) a samců (34/80). Viz Graf 2.



Graf 2: Pohlaví fretek podle vyplněných dotazníků.

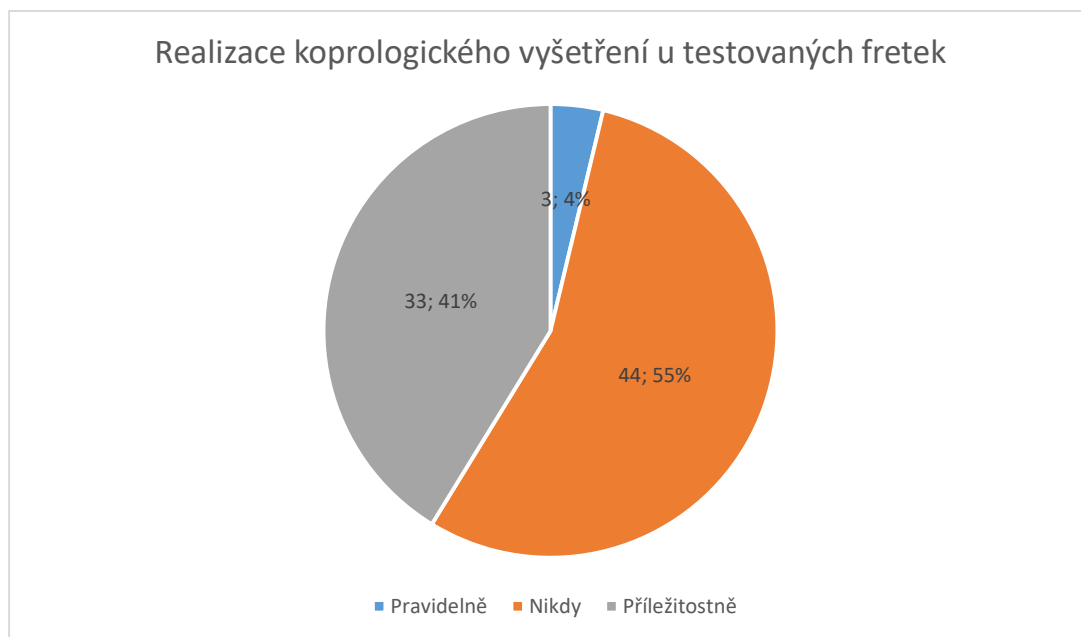
Věkové kategorie zahrnovala mláďata do jednoho roku (16/80), mladé fretky od 1 do 3 let (37/80), dospělé fretky od 3 do 5 let (19/80) a fretky starších 5 let (8/80). Grafické znázornění vyšetřovaných věkových skupin v procentech je znázorněno v Grafu 3.



Graf 3: Věk testovaných fretek.



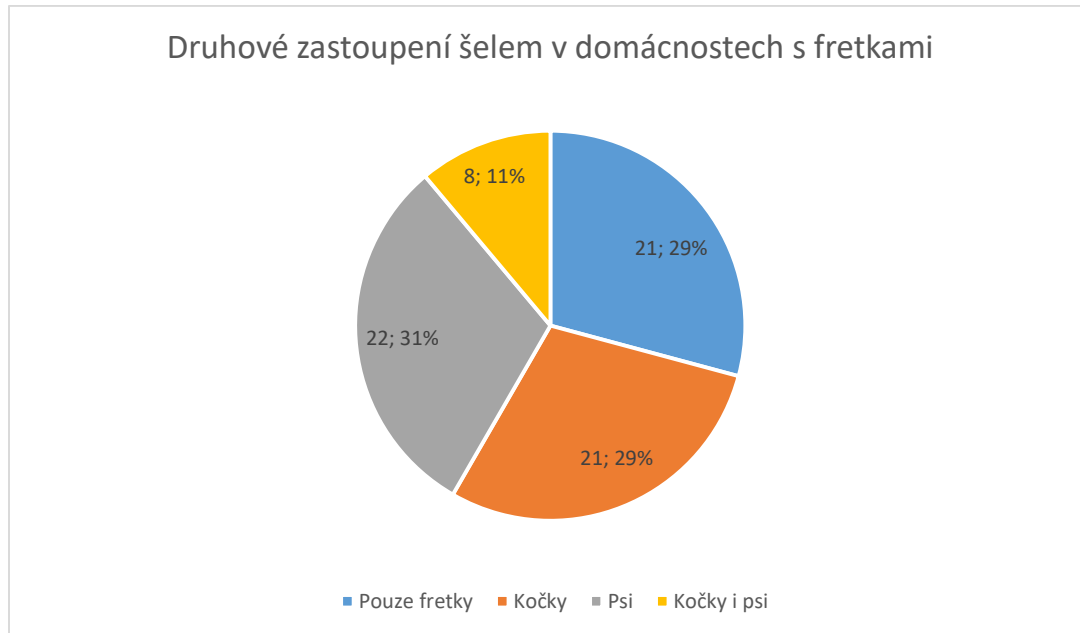
Koprologické vyšetření bylo pravidelně prováděno pouze u 3/80 dotázaných zvířat. Možnost, že koprologické vyšetření nikdy provedeno nebylo, zvolilo 44/80 dotázaných, ostatní majitelé svá zvířata testovali jen příležitostně nebo při podezření na parazity (33/80). Viz Graf 4.



Graf 4: Realizace koprologického vyšetření u testovaných fretek.

Domácnost s dalšími šelmami (psem nebo kočkou) sdílelo 46 z 72 fretek.

Z grafického znázornění v Grafu 5 je zřejmé, že převažují sdílené domácnosti s dalšími šelmami. Konkrétně fretky žijící se psi 31 %, s kočkami 29 %, s oběma druhy pouze 11 %. Celkově žije ve společnosti dalších šelem 71 % dotázaných fretek.



Graf 5: Druhové zastoupení šelem v domácnostech s fretkami.

Zdravotní stav vyplnilo celkem 80 z dotázaných, 65 fretek (81 %) bylo v době testování úplně zdravých, zbývajících 15 (19 %) mělo zdravotní problémy a považovaly se za nemocné (Graf 6). Konkrétně se jednalo o občasné průjmy (n=4), srdeční poruchu (n=2), zápal průdušek (n=2), IBD (n=1), chronickou pankreatitidu s IBD (n=1), DIM (n=1), hyperadrenokorticismus (n=1), malformaci uretry včetně inkontinence (n=1), jedna fretka prodělala nervovou příhodu (n=1) a u jedné fretky nevěděli, co jí bylo, ale potíže už odezněly (n=1).



6: Zdravotní stav testovaných fretek.

## 5.2 Výsledky vyšetření

Ze všech testovaných vzorků byl pouze v jednom (1/94, 1,1 %) prokázán výskyt gastrointestinálních parazitů, konkrétně se jednalo o *Eimeria sp.*. Při porovnání velikostí ostatních druhů se jednalo s největší pravděpodobností o *Eimeria ictidea*.

Velikost zachycených oocyst 15-18 x 25  $\mu\text{m}$  (obr. 4). *E. furonis* mají kulovitý tvar o průměru 12,8 x 12  $\mu\text{m}$  a jsou menší než *E. ictidea*, která je oválná až eliptická a o průměrné velikosti 23,6 x 17,5  $\mu\text{m}$  (Hoare, 1927).



Obrázek 5: Nález nevysporulovaných oocyst druhu *Eimeria ictidea* u imunodeficientní fretky. Zvětšení 400x.



Obrázek 6: Vysporulovaná oocysta *E. ictidea* se 4 sporocystami, zvětšení 400x.

Tabulka 1: Prevalence, intenzita infekce a abundance GI parazitů u fretek z výstav a útulků.

Druh	Zájmové chovy (n=86)			Útulky (n=8)		
	Prevalence (%)	Průměrná intenzita infekce	Průměrná abundance	Prevalence (%)	Průměrná intenzita infekce	Průměrná abundance
<i>Eimeria ictidea</i>	1,16 %(1/86)	1260 (1260/1)	14,65 (1260,86)	0% (0/8)	0	0
<i>Cystoisospora spp.</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Giardia spp.</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Cryptosporidium spp.</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Toxocara spp.</i>	0	0	0	0	0	0

Prevalence parazitů v zájmových chovech u *Eimeria ictidea* byla 1,16 %, průměrná intenzita infekce 1260 OPG a průměrná abundance 14,65.

V útulcích byla prevalence 0 %, průměrná intenzita infekce 0 %, průměrná abundance 0 %.

U ostatních druhů nebyl zaznamenán žádný výskyt.

Tabulka 2: Prevalence, intenzita infekce a abundance GI parazitů u nemocných a zdravých fretek.

Druh	(n=15)			(n=65)		
	Prevalence (%)	Průměrná intenzita infekce	Průměrná abundance	Prevalence (%)	Průměrná intenzita infekce	Průměrná abundance
<i>Eimeria ictidea</i>	6,67% (1,15)	1260 (1260,1)	84 (1260,15)	0 % (0,65)	0	0
<i>Cystoisospora spp.</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Giardia spp.</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Cryptosporidium spp.</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Toxocara spp.</i>	0	0	0	0	0	0

Prevalence parazitů u nemocných fretek byla 6,7 %, průměrná intenzita infekce 1260 a průměrná abundance 84.

Prevalence u zdravých fretek 0 %, průměrná intenzita infekce 0 % a průměrná abundance 0 %.

Pozitivní nález byl pouze u 1 nemocné fretky ze zájmových chovů a to *Eimeria sp.* konkrétně *Eimeria ictidea*.

U ostatních druhů nebyl zaznamenán žádný výskyt.

Obě hypotézy, vyhodnocené pomocí Fisherova exaktního testu, jsou statisticky nevýznamné a byly zamítnuty.

Pro statistické posouzení obou hypotéz byl použit Fisherův exaktní test (viz Tabulka 3 a Tabulka 4).

Tabulka 3: Kontingenční tabulka s porovnáním výskytu parazitů u fretek ze zájmových chovů a z útulků.

Results			
	Zájmové chovy	Útulky	Marginal Row Totals
Fretky s parazity	1	0	1
Fretky bez parazitů	85	8	93
<b>Marginal Column Totals</b>	86	8	94 (Grand Total)

The Fisher exact test statistic value is 1. The result is *not* significant at  $p < .05$ .

Tabulka 4: Kontingenční tabulka s porovnáním výskytu parazitů u fretek nemocných a zdravých.

Results			
	Fretky nemocné	Fretky zdravé	Marginal Row Totals
Fretky s parazity	1	0	1
Fretky bez parazitů	14	65	79
<b>Marginal Column Totals</b>	15	65	80 (Grand Total)

The Fisher exact test statistic value is 0.1875. The result is *not* significant at  $p < .05$ .

### 5.2.2 Výsledky porovnání skupin

V první skupině byly porovnány výsledky u fretek pocházejících ze zájmových chovů (n=86) a z útulků (n=8). Pouze jeden z testů byl pozitivní, a to u fretky ze zájmových chovů. Prevalence parazitů v zájmových chovech byla 1,16 %, intenzita infekce 1260 OPG, abundance 14,65. Intenzita infekce v útulcích (0/8) 0 %, nuly tedy vyšly i u intenzity infekce a abundance.

Ze zadaných hodnot byl vyhotoven Fisherův exaktní test, který vyšel 1. V porovnání s hladinou významnosti  $\alpha=0,05$ , kdy  $1 > 0,05$ , tedy  $p > \alpha$ . Výsledek tedy není statisticky významný, mezi porovnávanými skupinami nebyl rozdíl.

H1 nemůžeme zamítnout a předpokládáme, že platí: Fretky původem ze zájmových chovů budou mít nižší prevalenci výskytu gastrointestinálních parazitů než fretky z útulků.

Ve druhé skupině byly porovnány stejné fretky, pouze v jiných kategoriích. Výsledky u fretek nemocných (n=15) a zdravých (n=65). Fretky včetně diagnóz jsou popsány u Grafu 6. Jelikož pouze jeden z testů byl pozitivní, a to u fretky nemocné. Prevalence parazitů u nemocných fretek (1/15) byla 6,67 %, intenzita infekce 1260 OPG, abundance 84. Intenzita infekce u zdravých fretek (0/65) 0 %, nuly tedy vyšly i u intenzity infekce a abundance.

Ze zadaných hodnot byl vyhotoven Fisherův exaktní test, který vyšel 0,1875. V porovnání s hladinou významnosti  $\alpha=0,05$ , kdy  $0,1875 > 0,05$ , tedy  $p > \alpha$ . Výsledek tedy není statisticky významný, mezi porovnávanými skupinami nebyl rozdíl.

H2 nemůžeme zamítnout a předpokládáme, že platí: Fretky zdravé budou mít nižší prevalenci výskytu gastrointestinálních parazitů než fretky nemocné.

## 6 Diskuze

V rámci práce bylo vyšetřeno 94 fretek z 12 zemí EU, z čehož většina pocházela z České republiky a z Dánska. Osm vyšetřených fretek původem z České republiky pocházelo z útulku. Pozitivní nález byl zaznamenán pouze u jedné dospělé samice ze zájmového (soukromého) chovu v České republice, která byla zároveň jednou z nemocných fretek. Jednalo se o zástupce rodu *Eimeria* sp., která se u autorů napříč studiemi ukazuje jako nejběžnější gastrointestinální parazit vyskytující se u fretek (Kurnosova et al. 2019). Pomocí porovnávacích klíčů byl druh určen podle velikosti oocyst 15-18 x 25 µm jako *Eimeria ictidea*. Bylo provedeno morfologické porovnání pro bližší určení druhu. *E. ictidea* může být na první pohled zaměněna s *E. furonis* a *Cystoisospora laidlawi*, mezi druhy je ale zřejmý rozdíl ve velikosti, *E. furonis* je menší a kulatější a *C. laidlawi* větší než *E. ictidea* (Hoare 1927). Další gastrointestinální paraziti, které jsme v této studii očekávali byli krom *Eimeria* spp.: *T. gondii*, *Giardia* spp., *Cryptosporidium* spp., *Cystoisospora* spp. a *Toxocara* spp.

Přesto, že v této studii byla prevalence parazitů zanedbatelná, například autoři d'Ovidio et al., 2014 v Itálii testovali 50 fretek ze soukromých chovů a obchodů se zvířaty a detekovali intestinální parazity u 15 z nich (30 %). U 28 % (14/50) byla nalezena vajíčka hlístic *Ancylostoma* spp. a u 2 % (1/50) byly nalezeny oocysty kokcií *Sarcocystis* spp. Nemůžeme tedy vyloučit, že by u jiného výběrového vzorku nemohlo dojít k jiným nálezům.

Přítomnost hlístic rodu *Toxocara* se detekovaných koncentračními/flotačními metodami nemusí mít dostatečnou citlivost a může dojít k podhodnocení intenzity infekce, nebo k falešně negativním výsledkům (Elsheikha et al. 2018). Výsledky mohou být ovlivněny i nepravidelným vylučováním vajíček škrkavek (Elsheikha et al. 2018). Nepravidelnost vylučování parazitů byla potvrzena i u *Eimeria furonis*, kde bylo mládě fretky nakažené *E. furonis* s patrnými obtížemi diagnostikováno až post mortem, kdy při pitvě našli všechna vývojová stadia parazita v oblasti žlučníku a žlučových cest. Předchozí koprologické vyšetření bylo u této fretky negativní (Williams et al. 1996). Nákaza *E. furonis* může být pro fretky riziko i kvůli vysoké mortalitě (Sledge et al. 2011).

Výskyt parazitů u domácích fretek, jejich relativní vzácnost a zároveň potenciálně fatální důsledky, vyvolávají několik důležitých otázek ohledně preventivní péče a monitoringu zdraví těchto zvířat. Například autoři Mader a Rosenthal (2005) poukazují na to, že některé typy parazitů běžně nalezené u psů a koček se u fretek vyskytují vzácně, což však neznamená, že fretky jsou zcela imunní vůči všem parazitárním infekcím. S výjimkou kokcií nejsou střevní parazitární infekce u fretek časté (Hofer & Bell 2000).

Byly například provedeny experimentální studie, které ukázaly, že *Trichinella spiralis* může být přenesena z myši na fretky, s nejvyšším počtem larev umístěných ve svalech bránice, experimentální studie také potvrdila, že stejně tak se mohou nakazit volně žijící tchoři, konkrétně to bylo pozorováno na tchořích sylvánské fauny, která se nachází kolem řeky Nidd u vesnice Kirk Hammerton v oblasti města York ve Velké Británii (Campbell et al. 1982). V této studii byly u jednoho ze vzorků nalezeny larvy půdních hlístic, morfologicky připomínající *Crenosoma vulpis*. Byl proveden kontrolním odběr, ten byl však negativní, s největší pravděpodobností muselo dojít ke kontaminaci steliva.

I když jsou škrkavky a tasemnice u fretek vzácné, mohou být fretky hostiteli jiných parazitů, jako jsou *Giardia spp.*, které mohou způsobit vážné gastrointestinální problémy. Kromě toho, kokcidióza, způsobená určitými typy kokcidií, může být u fretek zvláště nebezpečná. Tyto infekce, ač vzácné, vyžadují okamžitou veterinární péči. Ve výzkumu v německy mluvících zemích se ukázalo, že až 35,6 % (150/421) fretek během posledního roku trpělo průjmami (Köbrunner et al. 2020), což by mohl být signál k provedení kontrolního vyšetření trusu.

Případ fretky s pozitivním nálezem *Eimeria sp.* v této Diplomové práci, která trpěla vzácnou autoimunitní poruchou, představuje zajímavou studii o interakci parazitických infekcí a hostitelské imunity v domácnosti se smíšenou zvířecí populací. Skutečnost, že ostatní fretky a kočky v domácnosti byly od tohoto prvoka ušetřeny, může otevřít diskuzi na několik témat týkajících se přenosu parazitů, imunitního systému zvířat a vlivu prostředí na zdraví zvířat.

Kokcidie rodu *Eimeria* zahrnují hostitelsky specifické druhy (Kutz et al. 2012), což znamená, že paraziti, kteří infikují jeden druhu zvířat, nemusí být schopni infikovat jiné druhy. Je možné, že *Eimeria ictidea*, která byla nalezena u fretky v této studii a běžně se vyskytuje u fretek (Blankenship-Paris et al. 1993), není schopna infikovat kočky, jsou k ní méně vnímaví nebo se jedná o rod specifický pro fretky. Tento aspekt zdůrazňuje význam hostitelské specifčnosti v dynamice parazitických infekcí.

Distribuce a přenos parazitů v domácnosti může být také ovlivněn environmentálními faktory, jako je hygiena (Fox et al. 1983), umístění a přístup ke kontaminovaným oblastem. Pokud byla fretka s autoimunitní poruchou víc vystavena kontaminovaným oblastem nebo měla jiné návyky než ostatní zvířata, mohlo by to vysvětlovat, proč byla jediná infikovaná.

Tento případ zdůrazňuje význam prevence a kontroly parazitických infekcí v domácnostech se smíšenou zvířecí populací. Pravidelné testování, antiparazitární léčba, důkladná hygiena a izolace nemocných zvířat mohou pomoci zabránit šíření parazitů mezi zvířaty. V případě úhynu by měla být provedena pitva pro ověření infekčnosti pro zbývající jedince v chovu (Chapman et al. 2005). Zvláště u zvířat se sníženou imunitní funkcí je důležité zvážit dodatečná opatření k ochraně jejich zdraví (Petersen et al. 1992).

Tento případ ilustruje složitost interakcí mezi parazity, hostitelskými zvířaty a prostředím, a zdůrazňuje důležitost komplexního přístupu k prevenci a řízení parazitických infekcí v domácnostech s více druhy zvířat.

Výsledky vyšetření v této diplomové práci mohly být zkresleny nepravidelným vylučováním propagačních stádií parazitů. Pozitivní fretka byla vyšetřovaná opakovaně, celkem šestkrát v intervalu jednoho až tří dnů, přičemž výsledky vyšetření se pohybovaly mezi nulou a osmi tisíci OPG. Vzorky byly ze dnů: 31.3., 2.4., 3.4. a 6.4.2023. Původní nález *E.ictidea* byl o hustotě 1260 OPG (oocysts per gram), druhý vzorek z jiného dne byl negativní - 0 OPG. Další vzorek z 31.3. vyšel negativní – 0 OPG, 2.4. 600 OPG, 3.4. 680 OPG a 6.4. 8200 OPG. To bylo pravděpodobně způsobeno intermitentním vylučováním, souvisejícím s vývojovým cyklem parazita (Velkers et al. 2010). Toto nepravidelné vylučování může snadno vést k falešně negativním výsledkům vyšetření u jednotlivých zvířat, pokud nebudou vzorky k testování sbírány opakovaně.



Pozorování dynamiky výsledků testů na *Eimeria ictidea* u fretky, s výkyvy od negativního výsledku až po značně vysokou hustotu 8200 OPG (oocyst na gram trusu), významně přispívá k diskusi o vlivu časování odběru vzorků a nutnosti opakování vyšetření na diagnostiku parazitárních infekcí.

Například u drůbeže byly sledované výrazné exkrece parazitů v prvních týdnech života, po přirozeném snížení počtu parazitů můžeme předpokládat, že v tomto věku se vyvinula imunita a kuřata byla přirozeně chráněna (Price et al. 2015), stejně tak bychom mohli předpokládat, že vývoj imunity může probíhat i u jiných druhů zvířat, včetně fretek. Je zde i zřejmý vliv imunitní odpovědi organismu na parazitární zátěž. Dá se předpokládat, že kromě mláďat budou mít imunitu oslabenou i staré nebo nemocné fretky. Jedním z vlivů na parazity může mít i inbreeding. Například inbrední křečci dlouhoocasí mají vyšší prevalenci parazitů, konkrétně *Capillaria hepatica* (Meagher 1999).

Různé výsledky testů z různých dnů zdůrazňují, že parazitární zátěž se může v průběhu času značně měnit. To může být důsledkem přirozených fluktuací ve vývojovém cyklu parazita, změn v imunitní odpovědi hostitele (Morrisey 1996), nebo dokonce variací ve stravovacích návycích a prostředí zvířete. Přítomnost vajíček parazitů v trusu může být někdy náhodná, a ne vždy přesně odráží aktuální infekční stav. To zdůrazňuje potřebu opakovaného testování pro zajištění spolehlivé diagnózy (Sayasone et al. 2015).

Jednorázové testování může vést k falešně negativním výsledkům, jak ukazuje první negativní test u pozitivně testované fretky. To je zvláště problematické vzhledem k proměnlivosti intenzity infekce. Tyto výsledky zdůrazňují význam více testů prováděných v různých časech pro zvýšení diagnostické přesnosti (Knopp et al. 2008).

Vysoké hodnoty OPG zaznamenané později v průběhu testování mohou také naznačovat vliv stresových faktorů nebo hustoty osídlení na zvýšení parazitární zátěže. Stres a husté osídlení mohou oslabit imunitní systém zvířat, což umožňuje parazitům lépe se rozmnožovat a šířit.

Teplota prostředí může mít také vliv na nákazu, konkrétně u kokcií se sporulace zastavuje ve 4 °C (Chakravarty & Kar 1946). Mohlo by to znamenat významné omezení přenosu parazitů v zimních měsících, kdy v případě této studie byla sbírána většina vzorků. Ne všechny fretky však byly chovány ve venkovních ubikacích, i tak by však k nákaze mezi jednotlivci nemuselo dojít, pokud se fretčí toalety udržovaly v čistotě. Prepatenční doba u *E. ictidea* je obvykle 7 dní a u *E. furonis* 6 dní (Hoare 1935), podle jiných autorů jsou to pouze 1-4 dny (Oglesbee 2006). Je tedy vhodné záchodky čistit alespoň 1x za den, aby se minimalizovala případná infekce dalších zvířat.

Tento aspekt zdůrazňuje důležitost správného managementu a welfare chovaných zvířat, aby se minimalizovalo riziko parazitárních infekcí.

Tento případ má důležité implikace pro chovatele a veterináře, kteří by měli být informováni o potřebě opakovaného testování při diagnostice parazitárních infekcí. Je důležité, aby se nezávisle na jednom negativním výsledku nepřestalo s monitorováním, zejména u zvířat s předchozími pozitivními nálezy nebo u zvířat vystavených vysokému riziku infekce.

Dynamika výsledků testů u infikované fretky ilustruje, jak variabilita ve výskytu parazitů a v časování odběru vzorků může ovlivnit diagnostické výsledky. Zajištění spolehlivé diagnostiky vyžaduje opakované testy a pečlivou interpretaci výsledků v kontextu celkového zdravotního stavu a prostředí zvířete.

Myšlenka cíleného odčervení fretky, která se opírá o přesnou diagnostiku a zaměření na specifického parazita, je ideálním přístupem k parazitární kontrole. Ne všechna antiparazitika jsou efektivní na všechny druhy parazitů nebo na všechna vývojová stádia. Pokud po podání antiparazitik některý z parazitů přežije, zvyšuje se riziko rozvoje rezistence (Gunn & Pitt 2012; Williams 2006). Nicméně, realizace tohoto ideálu v praxi naráží na několik významných překážek, zvláště když vezmeme v úvahu variabilitu v praxi chovatelů fretky.

Koprologické vyšetření vyžaduje přístup k veterinám nebo laboratořím schopným tento test provádět. Pro některé chovatele může být problémem dostupnost těchto služeb nebo náklady spojené s pravidelným testováním.

S ohledem na to, že se traduje, že fretky na gastrointestinální parazity, díky svému krátkému zažívacímu ústrojí, netrpí (Hoefler & Bell 2000), většina chovatelů žádná preventivní opatření, většina z nich, ať už testování nebo odčervování, neprovádí (viz Graf 4). Aby se minimalizovalo riziko nadměrného nebo nevhodného používání antiparazitik, je důležité poskytovat chovatelům fretky informace o významu a přínosu cíleného odčervení a o rizicích spojených s parazitárními infekcemi.

V některých případech může být praktické použití širokospektrých antiparazitik v pravidelných intervalech jako preventivní opatření, zejména pokud je riziko nákazy vysoké a pravidelné testování není možné, u fretek se však pro specifitu parazitů tato možnost nedoporučuje. Cílené odčervení fretky na základě přesné diagnostiky je ideálním přístupem, který by měl být podporován.

Efektivní komunikace mezi veterináři a chovateli, spolu se vzdělávacími programy, může pomoci zvýšit povědomí o významu testování a cíleného odčervení a podpořit jeho širší aplikaci v chovatelské komunitě.

Jako preventivní opatření je možné pravidelně léčit psy a kočky proti parazitům, aby se minimalizovalo riziko přenosu na fretky. Udržování čistoty a odstraňování výkalů z prostředí může výrazně snížit riziko kontaminace a přenosu parazitů (Chapman et al. 2005). Doporučuje se omezit přístup fretek k místům, kde byly výkaly psů nebo koček, a zabránit jim v lovu potenciálně infikovaných mezipřehoditelů jako můžou být bezobratlí, plazi, ještěři, hlodavci, zajícovci a další potenciální kořist. Domácnost s dalšími šelmami (psem nebo kočkou) v této studii sdílelo 46 z 72 fretek, tato informace může být klíčová pro případný mezidruhový přenos parazitů, například zvýšené riziko přenosu *Toxoplasma gondii* u domácností sdílených s kočkami nebo *Cryptosporidium ohioensis*, kterou se fretka může nakazit v domácnosti se psy (Patterson & Fox 2007).

U každé fretky by měl být, při rutinní veterinární prohlídce, preventivně vyšetřen čerstvý trus (Mader & Rosenthal 2005) a to i u fretek bez příznaků (Hoefler et al. 2012).

## 7 Závěr

Ačkoliv jsou některé parazitické infekce u fretek vzácné, potenciál pro fatální důsledky vyžaduje, aby chovatelé přistupovali k prevenci a monitoringu s maximální opatrností. Pravidelné testování, v kombinaci s dalšími preventivními opatřeními, je nejlepší strategií pro ochranu zdraví těchto zvířat.

Přestože riziko přenosu gastrointestinálních parazitů ze psů a koček na fretky existuje, může být účinně řízeno prostřednictvím důsledné prevence a udržování hygieny. Důležité je, aby majitelé fretek byli informováni o potenciálních rizicích a přijali vhodná opatření k ochraně zdraví svých mazlíčků.

Základem úspěšné prevence je:

Pravidelné testování, které by mělo být součástí rutinní veterinární péče pro fretky. Koprologické vyšetření na detekci parazitů ve výkalech je jednou z běžných metod, která umožňuje identifikovat řadu gastrointestinálních parazitů. Je důležité, aby chovatelé fretek byli informováni o potřebě tohoto testování a aby s veterinářem pravidelně konzultovali zdravotní plán pro svá zvířata.

Udržování čistoty v prostředí fretek je základem prevence parazitických infekcí. To zahrnuje pravidelné čištění a dezinfekci klecí a hracích prostor.

Krmivo by mělo být skladováno a podáváno způsobem, který minimalizuje riziko kontaminace parazity.

Fretky by měly být chráněny před kontaktem s divokými nebo nemocnými zvířaty, která mohou být zdrojem parazitů.

Zajímavé by mohlo být porovnání vzorků stolice u fretek, které byly napadeny blechami. Blechy jsou známé tím, že mohou fungovat jako vektory pro různé parazity a patogeny. Jedním z parazitů, který může být přenášen blechami, jsou tasemnice, konkrétně *Dipylidium caninum*, což je parazit často spojovaný s kočkami a psy, ale může infikovat i fretky, pokud konzumují blechy infikované larvami tasemnice.

## 8 Literatura

Abe N, Read C, Thompson RCA. 2005. Zoonotic genotype of *Giardia intestinalis* detected in a ferret. *J Parasitol.* **91**(1):179–82.

Abe N, Tanoue T, Ohta G, Iseki M. 2008. First record of *Eimeria furonis* infection in a ferret, Japan, with notes on the usefulness of partial small subunit ribosomal RNA gene sequencing analysis for discriminating among *Eimeria* species *Parasitol. Res.* **103**:967-970.

Amstislavsky S, Ternovskaya Y. 2000. Reproduction in mustelids. *Animal Reproduction Science* **60–61**:571–581.

Battersby J. 2005. UK Mammals: Species Status and Population Trends. First Report by the Tracking Mammals Partnership. JNCC / The Tracking Mammals Partnership.

Bartley PM, Wright SE, Zimmer IA, Roy S, Kitchener AC, Meredith A, Innes EA, Katzer F. 2013. Detection of *Neospora caninum* in wild carnivorans in Great Britain. *Vet. Parasitol.* **192**: 279–283.

Bays TB, Lightfoot T, Mayer J. 2006. Exotic Pet Behavior. Birds, Reptiles and Small Mammals. Saunders Elsevier Inc., St. Louis, Missouri, USA.

Bell JA. 1999. Ferret nutrition. *Vet Clin North Am Exot Anim Pract.* **2**(1):169–192.

Bell JE. 1944. Parasites of domesticated pet ferrets. *Compendium Contin Ed* **16**:617-660.

Birks J. 1999. *Mustela putorius*. In: Mitchell-Jones AJ, Amori G, Bogdanowicz W, Kryštufek B, Reijnders PJH, Spitzenberger F, Stubbe M, Thissen JBM, Vohralík V, Zima J. *The Atlas of European Mammals*. Academic Press, London.

Birks JDS, Kitchener AC. 1999. The distribution and status of the polecat *Mustela putorius* in Britain in the late 1990s. Vincent Wildlife Trust. London.

Blandford PRS. 1987. Biology of the polecat *Mustela putorius*: a literature review. *Mamm. Rev.* **17**: 155–198.

Blankenship-Paris TL, Chang J, Bagnell CR. 1993. Enteric coccidiosis in a ferret. *Lab. Anim. Sci.* **43**: 361-363.

Bulloch MJ, Tynes VV. 2010. Ferrets. In: Tynes, V.V. (Ed.), *Behaviour of Exotic Pets*. Wiley-Blackwell Publishing Ltd., USA.

Burns R, Williams ES, O'Toole D, Dubey J. 2003. *Toxoplasma gondii* infections in captive black-footed ferrets (*Mustela nigripes*), 1992-1998: clinical signs, serology, pathology, and prevention. *J. Wildl. Dis.* **39**: 787–797.

Brown SA. 1997. Ferrets: Basic anatomy, physiology, and husbandry. In: Hillyer EV, Quesenberry KE, editors. *Ferrets, Rabbits and Rodents: Clinical Medicine and Surgery*. WB Saunders; Philadelphia.

Brown SA. 2001. History of the ferret. Available from <http://weaselwords.com/ferret-articles/history-of-the-ferret/>. Accessed on 9 December 2023.

Cacciò SM, Ryan U. 2008. Molecular epidemiology of giardiasis. *Mol. Biochem. Parasitol.* **160**: 75–80.

Campbell W, Blair L, Kung F, Ewanciw D. 1982. Experimental *Trichinella spiralis* infection in the ferret, *Mustela putorius furo*. *J Helminth*, **56**(1): 55 – 58.  
DOI: 10.1017/S0022149X0003501X

Dancer AMM, Díez-León M, Bizley JK, Burn CC. 2022. Housing and Environmental Enrichment of the Domestic Ferret: A Multi-Sector Survey. *Animals : an Open Access Journal from MDPI* 12:1065.

Deak G, Ionică AM, Gherman CM, Mihalca AD. 2023. Diversity of *Crenosoma* species in mustelids with the first molecular characterization of *C. melesi* and *C. petrowi*. *Front. Vet. Sci.* 10:1094554. doi: 10.3389/fvets.2023.1094554

d'Ovidio D, Pepe P, Ianniello D, Noviello E, Quinton JF, Cringoli G, Rinaldi L. 2014. First survey of endoparasites in pet ferrets in Italy *Vet. Parasitol.*, **203**: 227-230

Donnelly JJ, Friedman A, Ulmer JB, Liu MA. 1997. Further protection against antigenic drift of influenza virus in a ferret model by DNA vaccination. *Vaccine.* **15**(8): 865–868.  
doi:10.1016/s0264-410x(96)00268-x

Dubay S, Buchholz MJ, Lisiecki R, Huspeni T, Ginnett T, Haen L, Borsdorf P. 2014. Prevalence and Intensity of Nematode Parasites in Wisconsin Ermine. *Journal of Parasitology.* **100**(5): 616–622. doi:10.1645/13-486.1

Dubey JP, Lindsay DS, Speer CA. 1998. Structures of *Toxoplasma gondii* tachyzoites, bradyzoites, and sporozoites and biology and development of tissue cysts, *Clin. Microbiol. Rev.* **11**: 267–299.

Dunstone, N. 1993. *The Mink*. T and AD Poyser, London, UK. 232.

Hart JE. 1990. Endocrine pathology of estrogens: species differences. *Pharmacol Ther.* **47**: 203–218.

Hill DE, Dubey JP. 2003. *Toxoplasma gondii*. In: Torrence, M. E., Isaacson, R. E (eds). *Microbial Food Safety in Animal Agriculture: Current Topics*. Iowa State University Press. Ames. 359-367. ISBN: 0813814952.

Hoare CA. 1927. On the coccidia of the ferret. *Ann. Trop. Med. Parasitol.* **21**: 313–320.

Hoare CA. 1935. The endogenous development of the coccidia of the ferret and the histopathological reaction of the infected intestinal villi. *Ann. Trop. Med. Parasitol.* **29**: 111–122.

Chapman HD, Roberts B, Shirley MW, Williams RB. 2005. Guidelines for evaluating the efficacy and safety of live anticoccidial vaccines, and obtaining approval for their use in chickens and turkeys. *Avian Pathology.* **34**(4): 279–290.  
<https://doi.org/10.1080/03079450500178378>.

Chapman HD, Barta JR, Blake D, Gruber A, Jenkins M, Smith NC, Suo X, Tomley FM. 2013. A Selective Review of Advances in Coccidiosis Research. *Advances in Parasitology*. Academic Press. Volume **83**: 93–171. doi:10.1016/b978-0-12-407705-8.00002-1 .

Church RR. 2007. The impact of diet on the dentition of the domesticated ferret. *Exotic Dvm.* **9**(2):30–9.

Egwand TG, Slocombe JO. 1982. Evaluation of the Cornell-Wisconsin centrifugal floatation technique for recovering trichostrongylid eggs from bovine feces. *Canadian Journal of Comparative Medicine* **46**: 133–137.

Elsheikha HM, Wright I, McGarry J. 2018. *Parasites and Pets: A Veterinary Nursing Guide*. eISBN : 978-1-78639-406-4. 158 pages. Available from  
<https://www.cabidigitallibrary.org/doi/epdf/10.1079/9781786394040.0007> (accessed March 10, 2024).

Fayera R, Morgan U, Upton SJ. 2000. Epidemiology of *Cryptosporidium*: transmission, detection and identification. *Int J Parasitol.* **30**(12–13):1305–22.

Fernandes M, Maran T, Tikhonov A, Conroy J, Cavallini P, Kranz A, Herrero J, Stubbe M, Abramov A, Wozencraft CH. 2007. *Mustela putorius* (Europe assessment). The IUCN Red List of Threatened Species 2007: e.T41658A10502372. Accessed on 10 December 2023.

Fisher PG. 2006. Chapter 4: Ferret behavior. *Exotic Pet Behavior*. 163-205.

- Fox JG, Bell JA. 1998. Growth, reproduction, and breeding. In: *Biology and Diseases of the Ferret*, 2nd ed. Lippincott Williams & Wilkens, London. 211–227.
- Fox JG. 1998. Normal clinical and biologic parameters. In: Fox JG, editor. *Biology and Diseases of the Ferret*. ed 2. Lippincott Williams and Wilkins; Philadelphia.
- Fox JG. 1998. Parasitic diseases. In: Fox JG, editor. *Biology and diseases of the ferret*. 2nd edition. Baltimore (MD): Williams & Wilkins. 375–391.
- Fox JG, Ackerman J, Newcomer CE. 1983. Ferret as a potential reservoir for human campylobacteriosis. *A. J. Vet. Res.* **44**: 1049-1052.
- Fox JG, Marini RP. 2014. *Biology and Diseases of the Ferret*. Ed 3. Wiley Blackwell.
- Fu Y, Zhang X, Li Z, Shi Z, Ma X, Meng R, Zhang Q, Zhao C, Guo S, Ma W, Duo H, Zhao Y, Wu F, Sun D, Shen X, Ma Y, Liu G, Guo Z. 2023. Emerging *Echinococcus shiquicus* infection of Asian badgers in the Qinghai–Tibetan plateau Transbound. *Emerg. Dis.* 1-4. 10.1155/2023/6874033.
- Gomez-Couso H, Mendez-Hermida F, Ares-Mazás E. First report of *Cryptosporidium parvum* ‘ferret’ genotype in American mink (*Mustela vison* Shreber 1777). *Parasitol Res* 2007. **100**(4):877–9.
- Grafodatskij AS, Volobuev VT, Ternovskij DV, Radzhabli SI. 1976. G-banding of the chromosomes in seven species of Mustelidae (Carnivora). *Russian: Zool. Zh.* **55**: 1704–1709.
- Griffiths H, Cuzin F. 2013. In press. *Mustela putorius*. In: J. S. Kingdon and M. Hoffmann (eds), *The Mammals of Africa*, Academic Press, Amsterdam, The Netherlands.
- Gunn A, Pitt SJ. 2012. *Parasitology: an integrated approach*. John Wiley & Sons, Chichester, West Sussex.
- Hejlíček K, Literák I, Nezval J. 1997. Toxoplasmosis in wild mammals from the Czech Republic. *J. Wildl. Dis.* **33**: 480–485.
- Hersteinsson P, Gunnarsson E, Hjartardo'ttir S, Skirnisson K. 1993. Prevalence of *Encephalitozoon cuniculi* Antibodies in Terrestrial Mammals in Iceland 1986 to 1989. *J. Wildl. Dis.* **29**: 341–344.
- Hillyer EV. 1995. Ferret preventive medicine and clinical techniques. In: *Exotic Animals: A Veterinary Handbook*. Veterinary Learning Systems Co. Inc., New Jersey, USA (originally published in TNAVC 1994 Proceedings, vol. 8. 7–9).

Hoefler HL, Bell JA. 2000. Gastrointestinal diseases. In: Carpenter JW, Quesenberry KE, editors. Ferrets, rabbits, and rodents: clinical medicine and surgery. 2nd edition. St. Louis (MO): Saunders. 25–40.

Hoefler HL, Fox JG, Bell JA. 2012. Gastrointestinal diseases. K.E. Quesenberry, J.W. Carpenter (Eds.), Ferrets, Rabbits and Rodents: Clinical Medicine and Surgery (3rd ed.), Elsevier Saunders, St. Louis. 27-45.

Hoppes SM. 2010. The Senior Ferret (*Mustela Putorius Furo*). *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, **13**(1): 107–122. doi:10.1016/j.cvex.2009.12.002

Infante J, Riquelme M, Huerta N, Oettinger S, Fredes F, Simonetti JA, Rubio AV. 2022. *Cryptosporidium* spp. and *Giardia* spp. in wild rodents: using occupancy models to estimate drivers of occurrence and prevalence in native forest and exotic *Pinus radiata* plantations from Central Chile. *Acta Tropica*. Volume 235. 106635, ISSN 0001-706X. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2022.106635>.

Iske C. 2024. An Update on Key Nutritional Factors in Ferret Nutrition. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*. Volume 27, Issue 1, Pages 31-45, ISSN 1094-9194, ISBN 9780443246326, <https://doi.org/10.1016/j.cvex.2023.07.002>.

Iwaki T, Abe N, Shibahara T, Oku Y, Kamiya M. 1995. New distribution record of *Taenia mustelae* Gmelin, 1790 (Cestoda) from the least weasel *Mustela nivalis* in Hokkaido, Japan. *J Parasitol. Oct.* **81**(5):796. PMID: 7472881.

Jędrzejewska B, Jędrzejewski W. 1998. Predation in vertebrate communities: the Białowieża Primeval Forest as a case study. Springer, Berlin.

Jenkins JR, Brown SA. 1993. A practitioner's guide to rabbits and ferrets. Amer Animal Hospital Assn, USA.

Johnson-Delaney CA. 2006. Anatomy and Physiology of the Gastrointestinal System of the Ferret and Selected Exotic Carnivores.

Johnson-Delaney CA. 2014. Ferret Nutrition. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*. **17**(3): 449–470. doi:10.1016/j.cvex.2014.05.008

Jones YL, Fitzgerald SD, Sikarske JG, et al. do2006. Toxoplasmosis in a free-ranging mink. *J Wildl Dis*. **42**(4):865–869.

Kaufman LW. 1980. Foraging cost and meal patterns in ferrets. *Physiol.Behav.* **25** (1): 139–141.

Kellnerová K, Holubová N, Jandová A, Vejčík A, McEvoy J, Sak B, Kváč M. 2017.



First description of *Cryptosporidium ubiquitum* XIIa subtype family in farmed fur animals, European Journal of Protistology, Volume 59, Pages 108-113,ISSN 0932-4739.  
<https://doi.org/10.1016/j.ejop.2017.03.007>

King CM, McDonald RM, Martin RD, Dennis T. 2009. Why is eradication of invasive mustelids so difficult? Biological Conservation. **142**(4): 806–816.  
[doi:10.1016/j.biocon.2008.12.010](https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.12.010)

Knopp S, Mgeni AF, Khamis IS, Steinmann P, Stothard JR, Rollinson D, Marti H, Utzinger J. 2008. Diagnosis of soil-transmitted helminths in the era of preventive chemotherapy: effect of multiple stool sampling and use of different diagnostic techniques. PLoS Negl. Trop. Dis. **2**, e331.

Köbrunner D, Waiblinger S, Stetina BU, Künzel F, Windschnurer I. 2020. Insight into husbandry conditions, health, and behavior of pet ferrets (*Mustela putorius furo*) among German-speaking ferret owners. J. Vet. Behav. **37**: 8–19.

Kölle P, Schmidt M. 2015. Raw-meat-based diets (RMBD) as a feeding principle for dogs. Tierarztl Prax Ausg K Kleintiere Heimtiere **43**:409–419. <https://doi.org/10.15654/>

Korhonen H. 1992. The effects of environmental enrichment in ferrets. In: Smith CP, Taylor V. (Eds.), Environmental Enrichment Information. Resources for Laboratory Animals: Birds, Cats, Dogs, Farm Animals, Ferrets, Rabbits and Rodents. AWIV Resource Series (2), Beltsville, MD, US.

Kretschmar F. 2016. Die Parasiten des Europäischen Iltisses *Mustela putorius* Linnaeus, 1758 in Deutschland [Doctoral Dissertation Thesis] Ludwig-Maximilians-Universität München, Mnichov.

Kurnosova OP, Arisov MV, Odoyevskaya IM. 2019. Intestinal parasites of pets and other house-kept animals in Moscow. Helminthologia **56**:108–117.

Kutz SJ, Ducrocq J, Verocai GG, Hoar BM, Colwell DD, Beckmen KB, Polley L, Elkin BT, Hoberg EP. 2012. Chapter 2 - Parasites in Ungulates of Arctic North America and Greenland: A View of Contemporary Diversity, Ecology, and Impact in a World Under Change. Editors: Rollinson D, Hay SI. Advances in Parasitology. Academic Press. Volume 79. Pages 99-252. ISSN 0065-308X. ISBN 9780123984579.  
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-398457-9.00002-0>.

Leech TJ, Gormley AM, Seddon PJ. 2008. Estimating the minimum viable population size of kaka (*Nestor meridionalis*), a potential surrogate species in New Zealand lowland forest. Biological Conservation **141**:681–691.

Lemming L, Jorgensen AC, Nielson LB, Nielson ST, Mejer H, Chriel M, Petersen HH. 2020.

Cardiopulmonary nematodes of wild carnivores from Denmark: do they serve as reservoir hosts for infections in domestic animals? *Int. J. Parasitol.: Parasit. & Wildl.* **13**: 90-97, 10.1016/j.ijppaw.2020.08.001

Lewington JH. 2007. Nutrition. In: Lewington JH, editor. *Ferret husbandry, medicine and surgery*. 2nd edition. Philadelphia: Saunders Elsevier Limited. p. 57–85.

Lindeberg H. 2008. Reproduction of the female ferret (*Mustela putorius furo*). *Reprod Domest Anim.* **2**:150–156.

Lodé T. 1997. Trophic status and feeding habits of the European polecat *Mustela putorius* L. 1758. *Mammal Rev* **27**:177–184.

Loftin KM, Byford RL, Loftin MJ, Craig ME. 1995. Potential mosquito vectors of *Dirofilaria immitis* in Bernalillo Co., New Mexico. *Journal of the American Mosquito Control Association* **11**:90–93.

Long JL. 2003. *Introduced Mammals of the World: Their History, Distribution and Influence*. CSIRO Publishing. 612 s.

MacKay J. 2006. *Ferret Breeding*. Swan Hill Press, an imprint of Quiller Publishing Press, Shrewsbury, UK.

Mader DR, Rosenthal KL. 2005. Gastrointestinal diseases in ferrets. *The North American Veterinary Conference – 2005 Proceedings*. 1342-1344.

Mahmud M, Onu J, Shehu S, Umar M, Bello A, Danmaigoro A. 2014. Cryptorchidism in Mammals: A Review. *Global Journal of Animal Scientific Research*, 3, pp. 128-135.

Marini RP, Otto G, Erdman S, Palley L, Fox JG. 2002. Biology and diseases of ferrets. In: Fox JG, Anderson LC, Loew FM, et al, editors. *Laboratory animal medicine*. 2nd edition. Amsterdam: Academic Press. p. 483–517.

Matsuda K, Baek BK, Lim CW. 2003. Eurasian otter (*Lutra lutra*) a definitive host for *Dirofilaria immitis*. *J. Zoo Wildl. Med.* **34**: 200–201.

Meagher S. 1999. Genetic diversity and *Capillaria hepatica* (Nematoda) prevalence in Michigan Deer mouse populations. *Evolution.* **53**(4): 1318-1324.

Medina FM, Martín A. 2009. A new invasive species in the Canary Islands: a naturalized population of ferrets *Mustela furo* in La Palma Biosphere Reserve. *Fauna & Flora International. Oryx.* **44**(1): 41–44.

- Melicherová J, Ilgová J, Kváč M, Sak B, Koudela B, Valigurová A. 2014. Life cycle of *Cryptosporidium muris* in two rodents with different responses to parasitization, *Parasitol.* **141** (2): 287–303.
- Morrisey JK. 1996. Parasites of ferrets, rabbits, and rodents. *Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine.* **5**(2): 106–114. doi:10.1016/s1055-937x(96)80023-5.
- Müller-Doblies UU, Herzog K, Tanner I, Mathis A, Deplazes P. 2002. First isolation and characterization of *Encephalitozoon cuniculi* from a free-ranging rat (*Rattus norvegicus*). *Vet. Parasitol.* **107**: 279–285.
- Naismith DJ, Cursiter MC. 1972. Is there a specific requirement for carbohydrate in the diet? In: *Proceedings of the Nutrition Society* 31, 94A.
- Novosadová K. 2011. BARF Krmení psa přirozenou stravou. PLOT. Praha. 232s. ISBN N 978-80-7428-062-7.
- Nowak R. 1991. Carnivora: family Mustelidae. *Walker's Mammals of the World*, **2**: 1104-1105.
- Oglesbee BL. 2006. *The 5-minute veterinary consult: ferret and rabbit*. Ames (IA): Blackwell Publishing.
- Olson ME, Buret AG. 2001. *Giardia* and giardiasis. In: Samuel, W. M., Pybus, M. J., Kocan A. *Parasitic Diseases of Wild Mammals*. Iowa State University Press. Ames. 399-416. ISBN: 9780813829784
- Parkes J, Murphy EC. 2003. Management of introduced mammals in New Zealand. *New Zealand Journal of Zoology* **30**: 335–359.
- Pastor AR, Smith DA, Barta JR. 2021. Molecular characterization of enteric coccidia from domestic ferrets (*Mustela putorius furo*). *Vet Parasitol Reg Stud Reports*. doi: 10.1016/j.vprsr.2020.100528. Epub 2020 Dec 25. PMID: 33678382.
- Pantchev N, Broglia A, Paoletti B, Globokar Vrhovec M, Bertram A, Nöckler K, Cacciò SM. 2014. Occurrence and molecular typing of *Giardia* isolates in pet rabbits, chinchillas, guinea pigs and ferrets collected in Europe during 2006-2012. *The Veterinary Record*, **175**(1):18.
- Patterson M, Fox JG. 2007. Parasites of ferrets. In: Baker DG, editor. *Flynn's parasites of laboratory animals*. 2nd edition. Ames (IA): Blackwell Publishing. p. 501–8.
- Patterson MM, Rogers AB, Schrenzel MD, Marini RP, Fox JG. 2003. Alopecia attributed to neoplastic ovarian tissue in two ferrets. *Comp Med.* **53**:213–217.

- Petersen E, Lebech M, Højlyng N, Holten-Andersen W, Mølbak K, Høgh B, Jepsen S. 1992. Parasitaere sygdomme hos patienter med nedsat immunforsvar. Klinisk billede og diagnose [Parasitic diseases in patients with impaired immune response. Clinical picture and diagnosis]. *Ugeskr Laeger*. Sep 7;154(37):2475-80. Danish. PMID: 1413170.
- Petrov AM. 1940. Paraziticheskie chervi kun'ikh Moskovskogo Zooparka. *Trudy Moskov Zooparka*. 1:202–231.
- Poddar S, Murgatroyd L. 1976. Morphological and histological study of the gastro-intestinal tract of the ferret. *Acta nat*. 96:321-334.
- Powers LV. 2009. Bacterial and Parasitic Diseases of Ferrets. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*. 12(3): 531–561. doi:10.1016/j.cvex.2009.06.001
- Powers LV, Brown SA. 2012. Basic anatomy, physiology, and husbandry. In: Quesenberry KE, Carpenter JW, editors. *Ferrets, rabbits, and rodents clinical medicine and surgery*. 3rd edition. St Louis (MO): Elsevier Saunders. p. 1–12.
- Price KR, Freeman M, Van-Heerden K, Barta JR. 2015. Shedding of live *Eimeria* vaccine progeny is delayed in chicks with delayed access to feed after vaccination. *Vet Parasitol*. 2015 Mar 15;208(3-4):242-5. doi: 10.1016/j.vetpar.2015.01.009. Epub 2015 Jan 17. PMID: 25638718.
- Ramos-Vera JA, Dubey JP, Watson GL, Winn-Elliot M, Patterson JS, Yamini B. 1997. Sarcocystosis in mink (*Mustela vison*). *J Parasitol*. 83(6):1198–201.
- Reece WO. 2009. *Fyziologie a funkční anatomie domácích zvířat*. 2.rozšířené vydání. Grada Publishing. Praha. ISBN 978-80-247-3282-4.
- Rijks JM, Cito F, Cunningham AA, Rantsios AT, Giovannini A. 2016. Disease Risk Assessments Involving Companion Animals: an Overview for 15 Selected Pathogens Taking a European Perspective. *Journal of Comparative Pathology*. Volume 155, Issue 1, Supplement 1. Pages S75-S97. ISSN 0021-9975. <https://doi.org/10.1016/j.jcpa.2015.08.003>.
- Roepstorff A, Nansen P. 1998. Epidemiology, diagnosis and control of helminth parasites of swine. *FAO Animal Health Manual*, Rome.
- Romig T, Wassermann M. 2024. Echinococcus species in wildlife. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife*, Volume 23. 100913. ISSN 2213-2244. <https://doi.org/10.1016/j.ijppaw.2024.100913>.
- Říha M. 2022. *Fretka*. Nakladatelství PLOT, Praha. 351s.

Sainsbury KA, Shore RF, Schofield H, Croose E, Hantke G, Kitchener AC, McDonald RA. 2020. Diets of European polecat *Mustela putorius* in Great Britain during fifty years of population recovery. *Mammal Research*, **65**(2), 181–190. doi:10.1007/s13364-020-00484-0

Santos MJ, Matos HM, Baltazar C, Grilo C, Santos-Reis M. 2009. Is polecat (*Mustela putorius*) diet affected by “mediterraneity”? *Z Säugetierkd* **74**:448–455.

Sayasone S, Utzinger J, Akkhavong K, Odermatt P. 2015. Repeated stool sampling and use of multiple techniques enhance the sensitivity of helminth diagnosis: A cross-sectional survey in southern Lao People’s Democratic Republic. *Acta Tropica*, **141**: 315–321. doi:10.1016/j.actatropica.2014.09.00

Scoles GA. 1994. Surveying for vectors of dog heartworm. *Vector Control Bulletin of the North Central States* **3**:59–67.

Sherrill A, Gorham J. 1985. Bone marrow hypoplasia associated with estrus in ferrets. *Lab Anim Sci*. **35**:280–286.

Shimbo FM. 1992. A Tao full of detours, the behavior of the domestic ferret. Elon College. NC. Ministry of Publications.

Sledge DG, Bolin SR, Lim A, Kaloustian LL, Heller RL, Carmona FM, Kiupel M. 2011. Outbreaks of severe enteric disease associated with *Eimeria furonis* infection in ferrets (*Mustela putorius furo*) of 3 densely populated groups. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* **239**: 1584–1588.

Sobrino R, Dubey JP, Pabon M, et al. 2008. *Neospora caninum* antibodies in wild carnivores from Spain. *Vet Parasitol.* **155**(3–4):190–7.

Svobodová V, Svoboda M, Vernerová E. 2013. *Klinická parazitologie psa a kočky*. BVM. Brno. s. 256. ISBN: 9788090546813

Ter Beest JM, LaDouceur EEB, Juan-Sallés C, Garner MM, Howerth EW, Wellehan JFX, Childress AL, Graves GE, Gyimesi ZS. 2019. Encephalitozoon cuniculi infection in a black-footed ferret (*Mustela nigripes*) kit. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine* **50**(2), 487-491, (13 June 2019). <https://doi.org/10.1638/2018-0101>

Torres J, Miquel J, Fournier P, Fournier-Chambrillon C. 2008. Helminth communities of the autochthonous mustelids *Mustela lutreola* and *M. putorius* and the introduced *Mustela vison* in Southwestern France. *J. Helminthol.* **4**: 349–355.

Thomson APD. 1951. A History of the Ferret. *Journal of the History of Medicine and Allied Sciences*, **6**(4): 471–480. <http://www.jstor.org/stable/24619967>

Tuska-Szalay B, Papdeák V, Vizi Z, Takács N, Hornok S. 2024. Parasitological and molecular investigation of consequences of raw meat feeding (BARF) in dogs and cats: implications for other pets living nearby. *Parasitol Res* 123, 114. <https://doi.org/10.1007/s00436-024-08124-1>

Vaca D. 2017. Svět myslivosti. Vydání 2/2017. 22-31.

van Bree FPJ, Bokken GCAM, Mineur R, Franssen F, Opsteegh M, van der Giessen JWB, Lipman LJA, Overgaauw PAM. 2018. Zoonotic bacteria and parasites found in raw meat-based diets for cats and dogs. *Vet Rec* 182:50. <https://doi.org/10.1136/vr.104535>

Velkers FC, Blake DP, Graat EAM, Vernooij JCM, Bouma A, de Jong MCM, Stegeman JA. 2010. Quantification of *Eimeria acervulina* in faeces of broilers: Comparison of McMaster oocyst counts from 24h faecal collections and single droppings to real-time PCR from cloacal swabs. *Veterinary Parasitology*. 169(1-2): 1–7. doi:10.1016/j.vetpar.2010.01.001

Villanueva-Saz S, Giner J, Marteles D, Verde M, Yzuel A, Riera C, Fisa R, Alcover M, Fernández A. 2022. Leishmaniosis caused by *Leishmania infantum* in ferrets: Update review, *Veterinary and Animal Science*. Volume 15. 100229. ISSN 2451-943X. <https://doi.org/10.1016/j.vas.2021.100229>.

Vinke CM, Schoemaker NJ. 2012. The welfare of ferrets (*Mustela putorius furo* T) A review on the housing and management of pet ferrets. *Applied Animal Behaviour Science*. 139: 155–168.

Weber D. 1989. The diet of polecats (*Mustela putorius* L.) in Switzerland. *Z Säugetierkd* 54:157–171.

Williams BH, Chimes MJ, Gardiner CH. 1996. Biliary coccidiosis in a ferret (*Mustela putorius furo*). *Vet. Pathol.* 33: 437–439.

Williams BH, Burek Huntington K, Miller M. 2018. Chapter 11 - Mustelids. Pages 287–304 in Terio KA, McAloose D, Leger JSt, editors. *Pathology of Wildlife and Zoo Animals*. Academic Press. Available from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128053065000110> (accessed March 24, 2024).

Williams RB. 2006. Tracing the emergence of drug-resistance in coccidia (*Eimeria* spp.) of commercial broiler flocks medicated with decoquinate for the first time in the United Kingdom. *Veterinary Parasitology*. Volume 135. Issue 1. Pages 1-14. ISSN 0304-4017. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2005.10.012>.

Wolf P, Hebel D. 2001. Characteristics of the digestive physiology in ferrets [Besonderheiten in der Verdauungsphysiologie von Frettchen]. *Kleintierpraxis*. 46: 161-164.

Wolf TM. 2009. FERRETS. Manual of Exotic Pet Practice, 345–374.  
<https://doi.org/10.1016/B978-141600119-5.50016-0>

Yang R, Reid A, Lymbery A, Ryan U. 2010. Identification of zoonotic Giardia genotypes in fish. Int. J. Parasitol. **40**: 779–785.

Zhang K, Fu Y, Li J, Zhang L. 2022. Public health and ecological significance of rodents in Cryptosporidium infections. One Health. Volume 14.100364. ISSN 2352-7714.  
<https://doi.org/10.1016/j.onehlt.2021.100364>.

*Literatura byla generována pomocí volně dostupného citačního manažeru Zotero -  
<https://www.zotero.org/>*