

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra zoologie a rybářství



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

**Gastrointestinální parazité
u psa domácího (*Canis lupus f. familiaris*)
z prostředí útulků a soukromých chovů na Vysočině**

Bakalářská práce

Radka Lázničková

Kynologie

Prof. Ing. Iva Langrová, CSc.

© 2023 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci " Gastrointestinální parazité u psa domácího (Canis lupus f. familiaris) z prostředí útulků a soukromých chovů na Vysočině " jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské 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 bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 21. 4. 2023

Poděkování

Rád(a) bych touto cestou poděkovala Ing. Tomáši Husákovi za odborné vedení mé práce.

Gastrointestinální parazité u psa domácího (*Canis lupus f. familiaris*) z prostředí útulků a soukromých chovů na Vysočině

Souhrn

Bakalářská práce se zabývá výskytem gastrointestinálních parazitů u psů na Vysočině, kteří pocházeli z útulků a soukromých chovů. Cílem práce bylo zjistit četnost výskytu parazitů a jejich druhové zastoupení v rozdílných prostředích, ve kterých se psi nacházeli, ať už se jednalo o útulek, nebo město či vesnici.

Vzorky byly laboratorně vyšetřovány od října 2020 do dubna 2021. Celkem bylo odebráno 202 vzorků trusu psů, z toho 133 vzorků ze soukromých chovů a 69 vzorků z útulků pro psy. Ze 133 vzorků, pocházejících od psů vlastněných soukromými osobami, bylo 65 vzorků odebráno z městského prostředí a 68 vzorků bylo získáno z prostředí vesnic. Vzorek trusu byl od každého psa odebírán pouze jednou. Pro detekci parazitárních vajíček v trusu byly použity flotační metody. Metodou Cornell-Wisconsin byly vyšetřeny všechny vzorky a v případě pozitivního nálezu, byla u daného vzorku provedena metoda McMaster.

Výsledky vyšetření a informace, získané formou dotazníku vyplněného chovatelem i útulky, byly zpracovány a statisticky vyhodnoceny v tabulkovém softwaru Microsoft Excel. Zjištěná prevalence výskytu gastrointestinálních parazitů na Vysočině byla 20,3 %, což představuje 41 pozitivních vzorků z celkového počtu 202 vyšetřených zvířat. Nejčastěji vyskytující se parazit byla *Toxocara canis* (12,9 %). Druhým nejpočetnějším parazitárním druhem byl *Trichuris vulpis* 4,5 %. Dalšími byli *Uncinaria stenocephala/Ancylostoma* spp. (2,0 %) a *Toxascaris leonina* (1,0 %). Byly zaznamenány i vzorky, ve kterých se nacházelo více druhů. Prevalence koinfekcí byla u *Toxocara canis* s *Trichuris vulpis* (2,5 %), *Toxocara canis* s *Toxascaris leonina* (1,0 %), a *Toxocara canis* s *Uncinaria stenocephala/Ancylostoma* spp. (1,0 %).

Klíčová slova: Parazité, pes, Nematoda, *Toxocara canis*, *Toxascaris leonina*, *Trichuris vulpis*

Gastrointestinal parasites in the domestic dog (*Canis lupus f. familiaris*) from the environment of shelters and private breeding in the Highlands

Summary

The bachelor thesis deals with the occurrence of gastrointestinal parasites in dogs in the Highlands, which came from shelters and private breeding. The aim of the thesis was to determine the frequency of parasites and their species distribution in different environments in which the dogs were located, whether it was a shelter or a town or village.

Samples were laboratory tested from October 2020 to April 2021. A total of 202 dog faecal samples were collected, 133 from private breeding and 69 from dog shelters. Of the 133 samples originating from privately owned dogs, 65 samples were collected from urban settings and 68 samples were obtained from rural settings. The faeces sample was collected only once from each dog. Flotation methods were used to detect parasitic eggs in the faeces. All samples were examined by the Cornell-Wisconsin method and if positive, the McMaster method was performed on that sample.

The results of the examination and the information obtained by means of a questionnaire completed by the breeders and shelters were processed and statistically evaluated in Microsoft Excel spreadsheet software.

The prevalence of gastrointestinal parasites in the Highlands was found to be 20.3 %, which represents 41 positive samples out of a total of 202 animals examined. The most frequently occurring parasite was *Toxocara canis* (12.9 %). The second most abundant parasite species was *Trichuris vulpis* 4.5 %. The next were *Uncinaria stenocephala/Ancylostoma* spp. (2.0 %) and *Toxascaris leonina* (1.0 %). Samples with more than one species were also recorded. The prevalence of co-infections was for *Toxocara canis* with *Trichuris vulpis* (2.5 %), *Toxocara canis* with *Toxascaris leonina* (1.0 %), and *Toxocara canis* with *Uncinaria stenocephala/Ancylostoma* spp. (1.0 %).

Keywords: Parasites, Dog, Nematoda, *Toxocara canis*, *Toxascaris leonina*, *Trichuris vulpis*

Obsah

1	Úvod	9
2	Cíl práce	10
3	Literární řešerše.....	11
3.1	Gastrointestinální systém psa domácího	11
3.1.1	Stavba střevní stěny.....	11
3.1.2	Tenké střevo (intestinum tenue).....	11
3.1.3	Tlusté střevo (intestinum crassum)	13
3.2	Gastrointestinální parazité psa domácího	14
3.2.1	<i>Toxocara canis</i>	14
3.2.1.1	Životní cyklus	15
3.2.1.2	Zoonotický potenciál	17
3.2.1.3	Biologická kontrola.....	17
3.2.2	<i>Toxascaris leonina</i>	18
3.2.3	<i>Trichuris vulpis</i>	18
3.2.4	<i>Ancylostoma caninum</i>	19
3.2.4.1	Životní cyklus	20
3.2.4.2	Zoonotický potenciál	21
3.2.4.3	Biologická kontrola.....	21
3.2.5	<i>Uncinaria stenocephala</i>	22
3.3	Flotační metody vyšetřování trusu.....	23
3.3.1	Pasivní flotace (prostá).....	24
3.3.2	Aktivní flotace (centrifugální)	24
3.3.3	Kvantitativní flotační metody	25
3.3.3.1	Stollova metoda.....	25
3.3.3.2	Metoda Cornell-Wisconsin (postup dvojité centrifugace).....	26
3.3.3.3	Metoda McMaster	26
3.3.3.4	FLOTAC.....	27
4	Metodika	28
4.1	Studovaná oblast.....	28
4.2	Odběr vzorků	28
4.2.1	Odběr trusu psů soukromých majitelů	28
4.2.2	Odběr trusu psů v útulcích.....	28
4.3	Parazitologický rozbor vzorků.....	29
4.3.1	Metoda Cornell-Wisconsin.....	29
4.3.2	Metoda McMaster	30

4.4	Analýza výsledků	31
5	Výsledky.....	32
5.1	Porovnání četnosti výskytu gastrointestinálních parazitů mezi útulky	33
5.2	Porovnání četnosti výskytu gastrointestinálních parazitů mezi útulky a soukromými chovy psů	35
5.3	Porovnání četností výskytu gastrointestinálních parazitů mezi psy, žijícími ve městě a psy, žijícími na vesnici.....	37
6	Diskuze.....	39
6.1	Porovnání prevalence v soukromých a městských útulcích	39
6.2	Porovnání prevalence v útulcích a soukromých chovech	40
6.3	Porovnání prevalence v soukromých chovech ve městě a na vesnici	41
7	Závěr	42
8	Literatura.....	43

1 Úvod

Již více než před 12 000 lety započalo soužití psa s člověkem (Gebremedhin et al. 2020). Dnes na světě žije téměř jedna miliarda psů (Ziam et al. 2022) a jejich počet se v domácnostech v posledních letech neustále zvyšuje, zejména ve velkých městech, kde jsou považováni za člena rodiny (Arruda et al. 2021). Psi pomáhají lidem snižovat pocity osamělosti a zlepšovat jejich fyzický i psychický stav (Giumelli & Santos 2016).

Jsou ale také často infikováni různými vnitřními parazity (Ilić et al. 2021) a tak těsný kontakt mezi psy a lidmi zvyšuje riziko přenosu různých druhů parazitů a způsobovat zoonotická onemocnění (Bajer et al. 2011; Baneth et al. 2016; Lempereur et al. 2020). Zejména *Toxocara* spp. má výrazný zoonotický potenciál, protože se vyskytuje ze všech parazitů v Evropě nejčastěji (Symeonidou et al. 2017). Infekce *Toxocara canis*, škrkavkou psí, může vyvolat u člověka viscerální, oční nebo neurologická onemocnění spojená s vysokou hladinou eozinofilů (Kaneva et al. 2015) a představuje i velký zdravotní problém pro štěňata a mladé psy (Epe 2009). Navíc infikovaní psi, pokud nejsou léčeni, představují zdroj kontaminující životní prostředí parazitárními vajíčky či larvami prostřednictvím svých výkalů. Ty v nich mohou zůstat po dlouhou dobu infekční (Simonato et al. 2015; Mircean et al. 2017). Průnikem kůží infekčních parazitických stadií mohou nakazit člověka i měchovci *Ancylostoma* spp. (Simonato et al. 2015), kteří u psů způsobují při silném napadení život ohrožující ztráty krve, již se živí (Traversa 2012). Dalšími častými gastrointestinálními parazity jsou u psů *Toxascaris leonina*, škrkavka šelmí, či *Trichuris vulpis*, tenkohlavec liščí.

Ne všichni psi však mají s člověkem harmonický vztah. To může vyústit v odložení psa do útulku, v němž zůstávají, dokud nejsou adoptováni, u některých i do jejich smrti (Simonato et al. 2015). V útulcích se tak díky vysoké koncentraci jedinců na jenom místě a stále přicházejícím novým psům, kteří mohou být infikováni, vyskytuje vyšší prevalence parazitů (Barutzki & Schaper 2011). Podle Světové zdravotnické organizace tvoří toulaví psi 83 % světové populace psů (Ilić et al. 2021).

Aby se zabránilo přenosu gastrointestinálních parazitů, udrželo se zdraví lidí i psů a sledovala se účinnost anthelmintických léčiv, je důležité u psů zkoumat výskyt parazitárních infekcí (Nagamori et al. 2020). K tomu se nejčastěji využívá vyšetření trusu psů pomocí flotačních vyšetřovacích metod (Ziam et al. 2022).

2 Cíl práce

Cílem této práce bylo zhodnocení výskytu gastrointestinálních parazitů z prostředí útulků a soukromých chovů na Vysočině, který může mít nepříznivý dopad na zdraví psů, ošetřovatelů v útulcích či jejich majitelů. Na základě koprologických vyšetření odebraných vzorků bylo zjišťováno druhové zastoupení původců parazitárních infekcí a také kvantifikována jejich vývojových stádia objevená v trusu. V rámci literární rešerše byly popsány části trávicího traktu psa, které jsou cílovými orgány pro dospívání a rozmnožování gastrointestinálních parazitů, byly zpracovány charakteristiky nalezených parazitárních druhů a popsány nejpoužívanější diagnostické metody založené na flotaci psích výkalů.

Dle zjištěných informací získaných o podmínkách chovu ve vyšetřovaných útulcích v porovnání s podmínkami chovu u soukromých majitelů a dle vlastního pozorování prostředí při odběru vzorků v útulcích byly sestaveny následující hypotézy:

- Gastrointestinální parazité se vyskytují častěji u psů žijících v útulcích, založených soukromými osobami či občanskými sdruženími než u psů žijících v městských útulcích.
- Gastrointestinální parazité se vyskytují častěji u psů žijících v útulcích než u psů žijících v soukromých chovech.
- Gastrointestinální parazité se vyskytují častěji u psů žijících v soukromých chovech na vesnici než u psů žijících v soukromých chovech ve městě

3 Literární rešerše

3.1 Gastrointestinální systém psa domácího

Gastrointestinální systém (apparatus digestorius) neboli trávicí systém má tvar duté trubice začínající ústy a končící konečníkem. Propojuje tedy organismus na obou stranách těla s vnějším prostředím a materiál v lumen trubice je vlastně stále mimo tělo (Reece and Rowe 2017). Dle Koniga (2002) lze trávicí trakt rozčlenit na hlavové střevo (dutina ústní a dutina hltanu), přední střevo (jícen a žaludek), střední střevo (tenké střevo) a zadní střevo (tlusté střevo) - canalis analis s řití. Celková průměrná délka tenkého, slepého a tlustého střeva je u psa 4,82 m (Reece & Rowe 2017).

Cílovými orgány gastrointestinálních parazitů jsou tenké a tlusté střevo. Z tohoto důvodu se následující text věnuje těmto částem trávicí soustavy.

3.1.1 Stavba střevní stěny

Střevní stěna má základní stavbu duté útroby, která je tvořena čtyřmi vrstvami. Od vnitřní části orgánu k vnější je to sliznice (tunica mucosa), podslizniční vrstva (tela submucosa), svalová vrstva (tunica muscularis) a na povrchu se nachází pobřišnice (tunica serosa). Ve sliznici lze rozlišit tři vrstvy, a to povrchový epitel (lamina epithelialis), žlázatou vrstvu (lamina propria mucosae) s lymfatickými buňkami a hladkosvalovou vrstvu (lamina muscularis mucosae), na kterou nasedá podslizniční. Podslizniční vrstva je tvořena řídkým vazivem s kolagenními a elastickými vlákny, mezi nimiž probíhají cévy, lymfatická tkáň a vegetativní nervová pletěň (plexus submucosus Meissneri) (Zhang & Fenderson 2015, Bodes & Martínez 2023).

3.1.2 Tenké střevo (intestinum tenue)

Tenké střevo psa je část trávicí trubice vycházející z žaludku a přecházející v tlusté střevo (Colville & Bassert 2016). Jeho délka je přibližně 3,5krát větší, než je délka těla živého zvířete. Po jeho smrti se střevo prodlouží vlivem ochabnutí svalového tonusu (Aspinall & Cappello 2019). Průměrná délka tenkého střeva je u psa v 4,14 m (Reece & Rowe 2017).

Střevní sliznice je utvářena k resorpci látek z enzymaticky zpracovávané potravy. Pro zvětšení absorpčního povrchu je sliznice složena v záhyby (plicae circulares), vybíhá v prstovité klky (villi intestinales) a povrch střevních buněk (enterocytů), je zprohýbán v mikrokilky (mikrovilli), tvořící na sliznici kartáčový lem (Hermanson et al. 2020). Toto uspořádání dle Reece & Rowe (2017) zvětšuje povrch střeva až 600x v porovnání s povrchem dutého válce stejných rozměrů. Klkem prochází arteriola, rozpadající se na jeho hrotu v kapilární síť. Z ní se krev obohacená vstřebanými aminokyselinami a jednoduchými cukry sbíhá do venuly u báze klku a je vedena portální žílou do jater. Mízní kapilára doprovázející arteriolu odvádí glycerol a mastné kyseliny vzniklé při trávení tuků hrudním mízovodem k srdci, kde se spojí s krevním oběhem (Aspinall & Cappello 2019). Mezi klky se nachází Lieberkühnovy krypty s buňkami, které se jediné dělí, a nahrazují tak opotřebované buňky

vytlačováním starších buněk (enterocytů, pohárkových buněk, endokrinních buněk) z koncových částí klků (König & Liebich 2002). Obměna trvá dle stáří zvířete od 2 do 10 dnů (Reece & Rowe 2017). Lamina epithelialis je složena z enterocytů, z roztroušených pohárkových buněk, které produkují hlenový sekret a z buněk s endokrinní sekrecí. Lamina propria mucosae obsahuje nerozvětvené tubulózní žlázy (glandulae intestinales, Lieberkühnovy krypty). Střevní stěna je prostoupena mnoha samostatnými lymfatickými uzlíčky (lymphonoduli solitarii) a směrem k tlustému střevu, zejména v kyčelníku (ileu) také jejich nahloučeninami, nazvanými jako Peyerovy plaky (lymphonoduli aggregati) (König & Liebich 2002). Lamina muscularis mucosae je u psa třikrát silnější než u jiných domácích zvířat a skládá se z vnitřní kruhové a vnější podélné vrstvy (Hermanson et al. 2020). Je zodpovědná za zprohýbání sliznice a pohybuje se tak, aby se stěna střeva dostala co nejvíce do kontaktu s lumenálním obsahem. Její svalová vlákna prochází i klky a kontrakcí s nimi pohybuje, což usnadňuje i pohyb lymfy (Reece & Rowe 2017).

V řídkém vazivu podlizniční vrstvy se na počátku duodena nachází rozvětvené tubulózní žlázy (glandulae duodenales, Brunnerovy žlázy). Ty produkují množství enzymů, jejichž směs se označuje jako succus entericus, střevní šťáva (Aspinall & Cappello 2019). Meissnerova nervová pleteň (plexus nervorum submucosus; plexus submucosus Meissneri) se podílí na řízení sekrece epiteliálních buněk, průtoku krve a vnímání bolesti z receptorů reagujících na roztažení střeva. Tunica muscularis je tvořena vnitřní cirkulární a vnější podélnou svalovinou, mezi nimiž je Auerbachova nervová pleteň (plexus nervorum myentericus; plexus myentericus (Auerbachii)). Ta se podílí na koordinaci pohybů střevní stěny. Nervové plexy tvoří enterický nervový systém, zajišťující určitou funkční autonomii trávicí trubice od jícnu až ke konečníku (Klein 2020).

Tenké střevo je členěno na tři části. Dvanáctník (duodenum) dlouhý okolo 25 cm, lačník (jejunum) a kyčelník (ileum) (Colville & Bassert 2016). Do kraniální části duodena ústí dva pankreatické vývody a žlučovod, přivádějící zásaditý sekret, který se míchá s kyselým chymem vystupujícím z žaludku a snižuje tak jeho pH (König & Liebich 2002). Díky vysokému obsahu živin v přicházející trávenině se zde zdržuje většina střevních parazitů (Hermanson et al., 2020). Jejunum je nejdelší částí tenkého střeva a je tvořeno kličkami uloženými mezi játry, žaludkem a močovým měchýřem. Ileum má velmi silnou svalovou vrstvu (König & Liebich, 2002). Mezi lačníkem a kyčelníkem jsou rozdíly v utváření sliznice, ale anatomicky jsou od sebe nerozlišitelné, proto se používá pro obě části výraz jejunoileum. U psa je illeum přibližně 15 cm od konce tenkého střeva a v jeho stěně je mnohem méně Peyerových plaků než v předchozích částech. V celém tenkém střevě psa je okolo 22 míst s Peyerovými plaky (Hermanson et al. 2020).

3.1.3 Tlusté střevo (*intestinum crassum*)

Pes má nejjednodušší stavbu tlustého střeva ze všech domácích savců. Je to prostá trubice s ne o moc větším průměrem, než má tenké střevo (Hermanson et al. 2020) a průměrnou délkou 60 cm (Reece & Rowe 2017). Jeho hlavní funkcí je vstřebávání vody, vitamínů rozpustných ve vodě a elektrolytů (Aspinall et al. 2019). Probíhá zde i mikrobiální trávení (Reece & Rowe 2017). Jeho sliznice oproti tenkému střevu neobsahuje shluky lymfatické tkáně a klky. Nachází se zde pouze solitární lymfatické uzlíky, nejpočetněji v konečniku. Sliznice je uspořádána v kruhové nebo podélné záhyby v závislosti na typu kontrakce stěny (Hermanson et al. 2020).

Navazuje na kyčelník a končí řití (anus). Je členěno na slepé střevo (cecum), tračník (colon) a konečník (rectum) (König & Liebich 2002). Délka slepého střeva je přibližně 8 cm. Vystupuje ze vzestupného tračníku tlustého střeva. Tvar má často vývrtkový, ale existuje zde variabilita jak ve tvaru, tak i ve velikosti (Hermanson et al. 2020).

Na tračníku lze rozlišit tři části, a to vzestupný tračník (colon ascendens) spojený v ohybu na pravé straně těla (flexura coli dextra) s příčným tračníkem (colon transversum), který přechází v ohybu na levé straně těla (flexura coli sinistra) v sestupný tračník (colon descendens), nejdelší částí tračníku. Nachází se v hřbetní části břišní dutiny a svým tvarem připomíná otazník. U psa velikosti bigla je dlouhý pouchých 25 cm (König & Liebich 2002). Vzestupný tračník může ve vzácných případech chybět (Hermanson et al. 2020). Stěna tlustého střeva obsahuje tubulózní žlázy (glandulae intestinales) a oproti tenkému střevu bohatší zastoupení pohárkových buněk s mucinózním sekretem, který usnadňuje posun výkalů (faeces) střevem (König & Liebich 2002). V případě parazitární infekce se zde nachází velké množství eozinofilů. Lymfocyty vycestovávají do epitelu, když jej omývají uvolněné imunoglobuliny produkované jako obrana proti lumínálnímu antigenu (Bodes & Martínez 2023).

Konečníkem odchází zbytky nevyužité potravy ve formě stolice. Začíná v pánevním vchodu výstupem z colon descendens a končí v úrovni druhého nebo třetího ocasního obratle (Hermanson et al. 2020). Je členěn na konečnickovou ampulli (ampulla recti) přecházející v řitní kanál (canalis analis) zakončeném řitním otvorem (anus) (König & Liebich 2002). Řitní kanál je opatřen dvěma svalovými svěrači. Vnitřním z hladké svaloviny (m. sphincter ani internus), jehož kontrola je mimovolní, a vnějším z příčně pruhované svaloviny (m. sphincter ani externus) ovladatelným myslí (Aspinall & Cappello 2019).

U řitního otvoru dochází ke změně střevní sliznice se žlázami na kutánní sliznici a tento přechod má tři zóny. Zona columnaris s lymforetikulární tkání se sliznicí tvořící podélné řasy (columnae anales), zona intermedia s prstencovitými análními kryptami s cirkumanálními žlázami (glandulae circumanales) a zona cutanea s vývody paranálních váčků (sinus paranales), vznikající vychlípěním zadního střeva. Do nich ústí mazové a apokrinní potní žlázy (glandulae sinus paranales). Jejich sekret je řídký, zápachající (König & Liebich 2002). Sliznice konečniku je opatřena přibližně stovkou samostatných lymfatických uzlíků velikosti v průměru 3 mm (Hermanson et al. 2020).

Defekace je reflex, kdy stolice opouští koncovou část tračníku a konečniku. U psů v závislosti na složení potravy probíhá 2–3 x denně (Reece & Rowe 2017). Defekovaný materiál obsahuje vodu, vlákninu, bakterie, odloučené epitelie, sekret z análních váčků a sterokobilin, pigment obsažený ve žluči (Aspinall & Cappello 2019). V případě parazitární infekce plicními hlísticemi a hlísty parazitujícími ve střevech, jsou součástí stolice i jejich vajíčka.

3.2 Gastrointestinální parazité psa domácího

Kmen Nematoda (hlístice) zahrnuje více než 20 000 druhů, kteří žijí buď volně v půdě, ve sladké i slané vodě, nebo jako parazité rostlin, živočichů a člověka. Parazitické hlístice tvoří nejméně 1/2 všech druhů (Deplazes et al. 2016). Mají válcovitý tvar těla, zužující se na obou koncích (Bowman 2021). Velikost druhů parazitujících u psů je od 4 mm dlouhých svalovců *Trichinella* spp. (Railliet 1895) až po 1 metr dlouhého ledvinovce psího, *Diocotophyma renale* (Goeze 1782) (Saari et al. 2019). Parazitické druhy mají oddělená pohlaví, jsou to tedy gonochoristé a často se u nich projevuje pohlavní dimorfismus, a to nejen v rozdílné velikosti těla (Volf & Horák 2007).

Životní cyklus je buď přímý, nebo nepřímý. Přímý cyklus začíná uvolněním vajíčka do vnějšího prostředí, kde se vylíhnou larvy (Taylor et al. 2015). Proto jsou hlístice s tímto cyklem označovány jako geohelmini a díky absenci mezihostitele jako monoxenni (Volf & Horák 2007). Dvakrát svlékají starou kutikulu. Přes první larvální stadium L1 se tedy vyvíjí do třetího larválního stadia L3, které je již schopné infekce. Ve vnějším prostředí se larvy živí bakteriemi. Nicméně existují výjimky, kdy larva může být pozřena přímo ve vajíčku (Taylor et al. 2015). Nepřímý životní cyklus je vázán na mezihostitele. Z tohoto důvodu jsou označovány jako biohelmini, kteří jsou heteroxenni (Volf & Horák 2007, Mehlhorn 2016). V mezihostiteli probíhají první dvě svlékání do larválního stadia L3, které je schopné dalšího vývinu až po pozření mezihostitele definitivním hostitelem, v němž se pak ještě dvakrát svlékají do dospělosti (Taylor et al. 2015).

Ve vyšetřovaných vzorcích trusu byly z tohoto kmene nalezeny v tenkém střevě parazitující škrkavka psí *Toxocara canis* (Werner 1782), škrkavka šelmí *Toxascaris leonina* (von Linstow 1902), měchovec psí *Ancylostoma caninum* (Ercolani 1859), měchovec liščí *Uncinaria stenocephala* (Railliet 1884) a v tlustém střevě tenkohlavec liščí *Trichuris vulpis* (Froelich 1789) (Epe 2009). V následujícím textu jsou tyto druhy popsány.

3.2.1 *Toxocara canis*

Škrkavka psí je nejčastěji se vyskytujícím parazitem psovitých šelem po celém světě. Onemocnění způsobené touto parazitickou hlísticí je označováno jako toxokaróza (Merigueti et al. 2018). Patří mezi zoonózy, onemocnění přenosné ze zvířat na lidi (Maizels 2013).

První důkazy o tomto starobylém parazitovi byly nedávno nalezeny při parazitologické analýze koprolitu (zkaměnělého výkalu) v 1,2 milionu let staré lokalitě Haro River Quarry v severozápadním Pakistánu. Předpokládá se, že výkal patřil masožravci hyeně krátkočelé (*Pachycrocuta brevirostris*), jejíž hlavní složkou potravy byly kosti (Perri et al. 2017).

Tělo škrkavky je oblé, na koncích špičaté, kryté žlutě zbarvenou kutikulou. Délka dospělých samečků se pohybuje od 9 do 13 cm s tloušťkou 0,25 cm a zahnutým koncem těla (Taylor et al. 2015). Samičky mají tělo rovné a jsou větší než samečci. Mohou dosahovat délky až 18 cm a tloušťky 0,3 cm (Svobodová et al. 2013). Larvy, které migrují v organismu, jsou okolo 0,3 mm dlouhé (Saari et al. 2019).

3.2.1.1 Životní cyklus

Toxocara canis má složitý vývojový cyklus. Jeho průběh je závislý na věku definitivního hostitele, na stavu jeho imunitního systému a způsobu, jakým proběhla nákaza (Fahrion et al. 2008). Některé studie uvádějí i závislost na pohlaví či vnímavosti určitých plemen (Schnieder et al. 2011). Definitivní hostitel se může infikovat čtyřmi různými cestami. Pozřením vajíček z vnějšího prostředí, pozřením paratenického hostitele, přes placentu (transplacentární či transuterinní přenos) anebo přes mléčnou žlázu (laktogenní přenos) (Overgaauw 1997; Araujo et al. 2013).

Dospělé škrkavky se pohlavně rozmnožují a produkují do tenkého střeva $85\text{--}90 \times 75 \mu\text{m}$ velká kulovitá vajíčka, jež jsou vylučována s trusem definitivního hostitele do vnějšího prostředí (Azam et al. 2012; Zajac et al. 2021) jako environmentálně rezistentní stadia, odolná vůči různým teplotám, vlhkosti a běžně používaným dezinfekčním prostředkům (Bartosova et al. 2021). Jedna samice jich je schopna vyprodukovat až 200 000 denně (Strube et al. 2013). Podle typu půdy a klimatických podmínek dochází ve vajíčku k vývinu larvy do třetího larválního stadia L3 (Epe 2009). Při teplotě okolí $25\text{--}30 \text{ }^\circ\text{C}$ a vyšší vlhkosti, $89\text{--}95 \%$, je po 9–15 dnech ve vajíčku zřetelná plně vyvinutá infekceschopná larva (Schnieder et al. 2011). Při $37 \text{ }^\circ\text{C}$ za vlhkého vzduchu nedochází k embryonaci a v suchých podmínkách za téže teploty s vystavením UV záření vajíčka odumírají. Mohou však přežít pod vrstvou sněhu za teploty $-29 \text{ }^\circ\text{C}$. Při poklesu teploty pod $11,8 \text{ }^\circ\text{C}$ se vývoj larválních stádií zastavuje (Azam et al. 2012). Larvy hynou při teplotách nižších než $-15 \text{ }^\circ\text{C}$ (Overgaauw 1997).

Po pozření vajíčka hostitelem z prostředí se larva uvolňuje v duodenu. Následně přechází přes kapilární řečiště střevní stěny do dalších částí těla (Overgaauw 1997; Svobodová et al. 2013). U psovitých šelem do 4 měsíců věku migrují larvy nejčastěji do jater přes portální oběh, z nich do srdce přes zadní dutou žílu a následně přes plicní arterie do plic (Saari et al. 2019). V plicích drážděním vyvolávají kašlací reflex. Dostávají se tak přes dýchací cesty do ústní dutiny a jsou spolknuty. Při této migraci, zvané enterohepatopulmonální či hepatotracheální, se larva vyvíjí a v tenkém střevě je schopná se již pohlavně rozmnožovat (Svobodová et al. 2013). Migrace trvá 1–2 týdny (Saari et al. 2019). Doba od nakažení po produkci vajíček v trusu je 32–39 dní, u starších psů až 56 dní (Fahrion et al. 2008). Od třetího měsíce věku štěňat hepatotracheální migrace ustupuje a je nahrazována migrací somatickou (Schnieder et al. 2011). U psů ve 4–6 měsících probíhá ve většině případů pouze migrace somatická, kdy z plic larvy prochází plicními žilami přes srdce do aorty, která je rozvádí do dalších tkání v těle. Zasahují do jater, mozku, srdce, kosterní svaloviny, stěn trávicí trubice, avšak mohou zůstat i v plicích (Taylor et al. 2015). U dospělých psů nad 2–3 roky se vyskytují v drtivé většině pouze somatická stadia a tento jev bývá označován jako věková rezistence (Overgaauw 1997). Jeho podstatou je vnímavější imunitní systém po již prodělané infekci, který ztěžuje dalším přichozím larvám ve střevě dospívat. Larvy produkují exkrečně-sekreční antigeny, na které reaguje imunitní systém hostitele (Hon et al. 2022). 7. den po infekci nastupuje eozinofilie, s maximem 14 dní po infekci (Schnieder et al. 2011) a dochází ke zvýšení jaterních enzymů glutamátdehydrogenázy a alanintransaminázy (Epe 2009; Schnieder et al. 2011).

Usazené larvy v orgánech žijí několik let v hypobiotickém stavu, kdy zpomalí svůj metabolismus a růst, a jsou připravené se za specifických podmínek opět aktivovat pro transplacentární či transmamární přenos. U nakažených březích fen přechází nejčastěji z ledvin

krvní cestou přes placentu do plodů. Ze stavu hypobiózy jsou vyvedeny stimulací hormonů produkováných fenou okolo 42. dne březosti (Svobodová et al. 2013). Larvy třetího larválního stadia prochází z placenty matky do jater plodů a v malé míře také do ostatních parenchymatických orgánů, kde setrvávají do porodu (Schnieder et al. 2011; Buckle et al. 2019). Po 30 minutách až 72 hodinách od narození štěňat opouštějí orgány a dostávají se přes krevní oběh do plicního parenchymu. Následně vycestovávají z alveolů plic do dýchacích cest a přes hltan míří do dvanácterníku, kde 2–6 dní po porodu podmiňují vznik zánětu. U feny se probouzí další somatické larvy, které putují přes krevní oběh do mléčné žlázy (Buckle et al. 2019). Nejintenzivněji k tomu dochází ve 2–3 týdnu po porodu. Štěňata jsou tedy znovu infikována dalšími larvami při sání mléka (Svobodová et al. 2013). Laktogenní přenos má však význam především v případě, kdy se fena nakazí po porodu (Schnieder et al. 2011). Larvy přijmuté s mateřským mlékem prochází trávicím traktem a ve střevě štěňate se vyvíjí v dospělé jedince (Saari et al. 2019). Při silném napadení v prvních dnech až týdnech života štěňat mohou migrující larvy zapříčinit i jejich úmrtí. V plicích, vyvolávající pneumonii, fibrinoidní nekrózu plicních arteriol a v játrech jaterní nekrózu a tromboflebitidu (Buckle et al. 2019). Břicho štěňat může být zvětšené nejenom početným výskytem škrkavek, ale také vlivem plynů, které vznikají ovlivněním mikrobiomu (Epe 2009). U štěňat stáří 2–4 měsíců byl pozorován postinfekční pokles T i B lymfocytů, potlačení fagocytární aktivity neutrofilů a dochází k sekundární imunodeficienci vlivem metabolitů škrkavek (Said et al. 2020). Fena je v poporodním období imunitně oslabená, což umožňuje její opětovnou nákazu při čištění infikovaných štěňat larvami vylučovanými trusem do prostředí (Buckle et al. 2019). Tyto larvy stadia L4 již nemigrují a zůstávají ve střevě feny (Overgaauw 1997). Larvy, které po porodu cirkulují v krevním řečišti feny, se v převážné většině opět vrací do hypobiotického stavu a zapouzdřují se ve tkáních jako somatické larvy (Svobodová et al. 2013).

Další cestou nákazy je sežrání napadeného paratenického hostitele, jímž jsou ptáci, malí savci, ale i bezobratlí (Macpherson 2013). Paratenický hostitel pozře vajíčko s larválním stadiem L3 (Saari et al. 2019). U myši larva prochází dvěma migračními fázemi. První je hepatopulmonální, probíhající během prvního týdne po infekci. Druhá je myotropněneurotropní, tedy zakončená ve svalové a nervové tkáni. Ta nastupuje počátkem druhého týdne po infekci (Strube et al. 2013). Larvy v tkáních přechází do stavu hypobiózy, ve kterém jsou schopny přežít a čekat na definitivního hostitele až 10 let. I u paratenických hostitelů byly zaznamenány případy transplacentárního přenosu. Pokud se přes paratenického hostitele škrkavkami nakazí psovité šelma, pak larvy ve většině případů nemigrují a již zůstávají v jejím tenkém střevě, kde rychle dospívají a již po dvou týdnech produkují vajíčka (Saari et al. 2019). Dle Hollanda (Holland 2017) je však velmi málo informací o volně žijících paratenických hostitelích, a pokud nějaké studie jsou, soustředí se pouze na drobné savce. Byla prokázána vyšší séropozitivita malých savců žijících v blízkosti měst na Slovensku oproti venkovským lokalitám (Antolová et al. 2004). Experimentálně byla potvrzena role paratenických hostitelů i u norků na kožešinových farmách. (Klockiewicz et al. 2019). Po pokusné naze samic a samců potkana obecného samice vykazovali větší počet larev v játrech, což by poukazovalo na to, že pohlaví ovlivňuje průběh migrace (Santos et al. 2017). Infikované myši byli méně aktivní oproti neinfikovaným a neměli strach z otevřených prostor, takže byli snadnějším cílem pro ulovení definitivním hostitelem (Hamilton et al. 2006).

3.2.1.2 Zoonotický potenciál

Hlavním zdrojem infekce u lidí jsou pozřena embryonovaná vajíčka, vyskytující se v kontaminované půdě (Habluetzel et al. 2003; Gawor et al. 2008; Mizgajska-Wiktor et al. 2017; Fakhri et al. 2018; Raissi et al. 2021) a na syrové zelenině i ovoci (Hajipour et al. 2021; Bowman 2021; Eslahi et al. 2022). Člověk se ale také může nakazit pozřením somatických larev v syrovém mase (Hoffmeister et al. 2007; Yoshikawa et al. 2008; Macpherson 2013; Dutra et al. 2014; Meriguetti et al. 2018). Další alternativou je nákaza embryonovanými vajíčky vyskytujícími se přímo na psí srsti, především u dlouhosrstých plemen s hustou podsadou (Wolfe & Wright 2003; Aydenizöz-Ozkayhan et al. 2008; Roddie et al. 2008; Sivajothi & Reddy 2018; Delai et al. 2021). Holland (2017) však uvádí, že tato cesta nákazy je pravděpodobně zanedbatelná díky velmi vzácné embryonaci vajček přímo na srsti

Migrace larev při lidské toxokaróze vyvolává různé klinické syndromy. OLM, oční larva migrans, proniknutá do oční koule, může poškozovat sítnici, podnítit vznik sekundárního glaukomu a v některých případech dochází až k oslepnutí (Good et al. 2004; Moreira et al. 2014; Hennein et al. 2022). VLM, viscerální larva migrans, migruje do orgánů břišní dutiny a plic, působí lokální záněty a vysokou eosinofilii. Zvýšené jsou i hodnoty játerních enzymů, stejně tak je i zvětšená skezina a dochází k nekróze jater (Moreira et al. 2014). Může se objevit kašel, dušnost, astma (Aghaei et al. 2018) i svědění, vyrážka, myokarditida či nefritida (Rostami et al. 2019). Nervová forma onemocnění (neurotoxokaróza, NT) nemá typické projevy (Despommier 2003; Lee et al. 2021). Larvy mohou pronikat přes hematoencefalickou bariéru a napadat centrální nervový systém. Je tak vyvolána řada neurologických projevů od meningitidy, encefalitidy a myelitidy (Luna et al. 2018; Deshayes et al. 2016) po epileptické záchvaty (Emmer et al. 2015). Většinou je však infekce pouze s mírnými příznaky a probíhá jako skrytá toxokaróza s nespecifickými příznaky eozinofilie, a zvýšenými hladinami IgE (Magnaval et al. 2001; Rostami et al. 2019).

3.2.1.3 Biologická kontrola

Vajíčka nejsou odstraněna při čištění odpadních vod a nezničí je ani kompostování. (Epe 2009). Přibývají studie, které se soustředí na schopnost nematofágních hub ničit vajíčka *Toxocara* spp. ve vnějším prostředí. Araujo et al. (2013) a MacIel et al. (2012)) prokázali účinnost houby *Pochonia chlamydosporia* v laboratorních podmínkách, kdy vegetativní struktury, chlamydiospory, byly schopné přichytit se na vajíčka, proniknout do nich a zničit je. Podobných výsledků dosáhl Hiura et al. (2015), který kuřatům podal vajíčka *T. canis* s *P. chlamydosporia* v kombinaci s *Duddingtonia flagrans*.

Další studie se zabývají možností redukovat intezitu napadení organismu pomocí probiotik. Avila et al. (2012) pozoroval snížení počtu larev nalezených u inokulovaných myší o 36 % po 15denním kmení dietou obohacenou nepatogenní kvasinkou *Saccharomyces boulardii*. Ta působí na střevní sliznici imunostimulačně, protizánětlivě a zvyšuje obnovu střevních epiteliálních buněk (Canonici et al. 2011). Podobný výsledek byl zaznamenán i v případě podávání *Enterococcus faecalis* (Avila et al. 2012). Cardoso et al. (2020) potvrdil účinnost *S. boulardii* na snížení intenzity infekce u myší krmených kuřecími játry se somatickými larvami škrkavky.

3.2.2 *Toxascaris leonina*

Škrkavka šelmí, působí parazitární onemocnění psovitých, ale také kočkovitých šelem (Li et al. 2021). Vyskytuje se po celém světě a je velmi podobná škrkavce psí (Cháves-González et al. 2022). Její prevalence je však u psů výrazně nižší, zejména proto, že u ní nedochází k přenosu přes placentu, ani přes mléčnou žlázu a nevstupuje do hypobiotického stavu (Traversa 2012). Časté jsou infekce společně s *T. canis* (Saari et al 2019).

Tělo je bělavé, krémové až narůžovělé. Samci s délkou 2–7 cm jsou menší oproti samicím, které dosahují až 10 cm (Beugnet et al. 2018). Vajíčka se podobají vajíčkům *T. canis*, oproti nim jsou však eliptická s hladkým povrchem a menší blastomerou. Jejich velikost je 75–85 μ x 60–75 μ m (Zajac et al. 2021).

K infekci dochází pozřením vajíček z vnějšího prostředí nebo pozřením paratenického hostitele, nejčastěji hlodavce s larvami uloženými v jeho orgánech. Vývoj larvy do třetího larválního stadia trvá ve vajíčku v závislosti na okolní teplotě 1–4 týdny (Villeneuve et al. 2015). Larva proniká do stěny tenkého střeva (Okulewicz et al. 2012). Zde se ve střevní sliznici svléká a po dvou týdnech se vrací do dutiny střeva, kde 3–5 týden po infekci přechází dalším svlékáním do čtvrtého larválního stadia. Dospělí jedinci se vyskytují ve střevě 6. týden po nákaze (Taylor et al. 2015).

Produkována vajíčka odchází s trusem do vnějšího prostředí, kde se za vhodných podmínek stávají infekceschopná již za týden. Doba od pozření vajíčka po produkci vajíček dospělým jedincem je 48 až 72 dní (Rostami et al. 2020). U definitivního hostitele nezpůsobuje závažné zdravotní problémy a průběh je často bezpříznakový. Může se však objevit průjem, zvracení, a dokonce i život ohrožující ucpání střev (Li et al. 2021).

Není známo, že by tento druh měl zoonotický potenciál (Villeneuve et al. 2015).

3.2.3 *Trichuris vulpis*

Tenkohlavec liščí je parazit psovitých šelem kolonizující jejich slepé a tlusté střevo. Je rozšířen po celém světě. *Trichuris* znamená "vlasový ocas". Byl takto dříve pojmenován, protože se předpokládalo, že jeho velmi dlouhá tenká část těla je jeho zadní částí. Ve skutečnosti je to však přední část, a zadní část těla, tvořící $\frac{1}{4}$ délky, je výrazně silnější s uloženými pohlavními orgány a vajíčky. Proto byla snaha rod *Trichuris* přejmenovat na *Trichocephalus*, tedy "vlasová hlava", ale tento název nebyl přijat. Avšak někteří autoři ho stále používají (Traversa 2011).

Podobně jako u škrkavek je pro něj typický pohlavní dimorfismus. U samců je zadní část stočená, samice jí mají rovnou (Svobodová et al. 2013).

Hnědavá vajíčka citrónovitého tvaru, velká 70–85 \times 35–40 μ m jsou opatřena na každém konci výraznou průhlednou zátkou (Zajac et al. 2021). Jejich vývoj je přímý, bez mezipřehostitele. Larva se ve vajíčku vyvíjí ve vnějším prostředí za 10 dní při teplotě 25–30 °C a ideální vlhkosti, běžně však přibližně za 1 měsíc. Pokud však podmínky nejsou pro vývoj vhodné, může se tato doba prodloužit až na 7 měsíců (Elsemore et al. 2014). Vajíčko s larválním stádiem L1 setrvávající v půdě je schopné nakazit definitivního hostitele i po 12 letech (Jacobs et al. 2015).

Na jeho zničení ve vnějším prostředí se podílí velmi nízká vlhkost, sluneční záření a teploty pod bodem mrazu (Svobodová et al. 2013).

Psovité šelma se nakazí pozřením vajíčka. Uvolněná larva se několikrát svléká ve žlázkách sliznice tenkého střeva. 10. den po infekci se ze žlázek uvolní a pokračuje do slepého a tlustého střeva, kde zanořuje svou tenkou část pod střevní epitel, zatímco zadní konec leží volně v lumen. V této fázi jsou larvy přibližně 1 mm dlouhé (Elsemore et al. 2014). Přes zanořenou tenkou přední část přerůstají epitelové buňky v syncytium stimulované sekretem produkovaným tenkohlavcem (Saari et al. 2019). Pohybem rozrušují cévy a soudržnost epitelu a z uvolněných tekutin jsou larvy vyživovány (Jacobs et al. 2015). V případě lehké infekce se vyskytují ve slepém střevě, ale s rostoucím počtem parazitů se šíří do celého tlustého střeva (Mohan et al. 2022).

Někteří psi tolerují vysokou parazitární zátěž bez zjevných klinických příznaků (Traversa 2011). U jiných se mohou vyskytovat záněty střevní sliznice, zejména ve slepém střevě, doprovázené krvavým průjmem s bolestivým vyprazdňováním a hubnutím (Elsemore et al. 2014). Dalším příznakem může být hyponatrémie, hyperkalémie, metabolická acidóza a snížený poměr sodíku a draslíku (Car et al. 2019).

Infekce u štěňat jsou méně časté než u dospělých psů, a to díky dlouhé prepatentní periodě a době, po kterou jsou starší psi vystaveni infekčnímu tlaku. Při výskytu tenkohlavců je často prokázán i výskyt *A. caninum* (Saari et al. 2019).

T. vulpis není považován za zoonotického, ačkoli podezření na lidské infekce byly v ojedinělých případech hlášeny (Traversa 2011).

3.2.4 *Ancylostoma caninum*

Měchovec psí, je parazit tenkého střeva psovitých šelem s kosmopolitním výskytem. Je vázán na lokality s teplým a vlhkým podnebím. S přechodem do chladnějších oblastí se jeho výskyt snižuje a je střídán měchovcem rodu *Uncinaria*, který parazituje u psovitých šelem v mírných, a dokonce arktických podnebných pásech. V Severní Americe, na Pensylvánském území, jsou endemická místa, kde se u psů vyskytují oba druhy. V Evropě je *A. caninum* běžný ve Středomoří. Velmi zřídka je identifikován ve Velké Británii, kde převládá *U. stenocephala* (Jacobs et al. 2015).

Dospělí jedinci dorůstají pouze do 1,8–2,2 cm v případě samic, samečci jsou menší, dosahují 1,2 cm. Hlavová část je ohnutá a tělo tak má hákovitý tvar (Svobodová 2013). Přichytávají se ke sliznici střeva pomocí tří párů ventrálních a jednoho menšího dorsálního páru zubů kutikulárního původu uložených ve velké bukální dutině (Silva et al. 2021). Při tom poškozují krevní kapiláry a arterioly mechanicky, ale i chemicky pomocí hydrolytických enzymů působící praskání cév (Jimenez Castro et al. 2021). Vylučují také látky bránící srážení krve, antikoagulancia, která způsobují, že i po nakrmení rána stále krvácí (Saari et al. 2019). Sají krev pumpováním hltnu (Jacobs et al. 2015). Jeden měchovec může zapříčinit ztrátu krve v objemu 0,1 ml denně při vytvoření až 6 ranek. Místo sání tedy mění po 4–6 hodinách (Constantinoiu et al. 2015). Tyto faktory při masivní infekci způsobují anemické stavy, hypoalbuminémii (Campos et al. 2017), apatii a enteritidu s čerstvou (hematochezie) nebo natrávenou krví (melena) (Epe 2009). Trvalá chronická infekce může vést až k úhynu

(Heukelbach & Feldmeier 2008). Barva jedince po nakrmení je červeno šedá (Taylor et al. 2015). Dospělí měchovci tráví krev hostitele prostřednictvím enzymaticky katalyzované trávicí kaskády. Po roztržení červených krvinek neznámým mechanismem štěpí hemoglobin pomocí asparaginových proteáz na fragmenty hemu a globinu. Hem uvolněný během tohoto procesu je pro měchovce toxický, takže jeho střevo vylučuje enzymy glutathion-transferázy, které pomáhají detoxikovat hem prostřednictvím enzymaticky katalyzované redukční reakce (Shalash et al. 2021).

3.2.4.1 Životní cyklus

Měchovci jsou monoxenní geohelminté (Silva et al. 2021). Vajíčka vylučovaná trusem hostitele jsou velká, $52\text{--}79 \times 28\text{--}58 \mu\text{m}$, eliptická a morfologicky identická s rodem *Uncinaria* (Zajac et al. 2021). Obsahují hroznovitý shluk 8–16 buněk (Beugnet et al. 2018). Jedna samička jich je schopná naklást do střevního lumen až 16 000 denně (Silva et al. 2021). Lze je nalézt i v odpadních vodách a kalech (Gyawali et al. 2017). Hromádka výkalů vyprodukovaná 30 kg psem, který je infikován měchovcem, může obsahovat přibližně 500 000 vajíček (Jimenez Castro et al. 2021). Ve vnějším prostředí se za příznivé teploty od 15 do 37 °C a vlhkosti z vajíček vyvinou během 5–10 dní larvy, které se v půdě či výkalech dvakrát svlékají do třetího larválního stádia L3. V něm jsou schopné přežít 3–4 týdny a během tohoto období infikovat hostitele (Alcántara et al. 2020). Larvy prvního a druhého stadia se živí mikroorganismy a organickými zbytky přítomnými ve výkalech a půdě. L3 již potravu nepřijímají (Silva et al. 2021). Reagují na vibrace půdy, zvýšení teploty a také obsah oxidu uhličitého, což u nich vyvolává pohyby podobné plazícím se hadům, jimiž se přiblíží k hostiteli (Heukelbach & Feldmeier 2008). K nákaze dochází pronikáním larev přes kůži mezi prsty, tedy k perkutánní infekci (Da Silva Dias et al. 2020). V místě vstupu do organismu vyvolávají dermatitidu. Pokud byl pes již v minulosti nakažen, vyskytují se v místě díky sensibilizaci i vředy. U většiny však tyto příznaky do 5 dnů vymizí (Saari et al. 2019).

Larvy podstupují tracheální nebo somatickou migraci. Při tracheální migraci, trvající 2–7 dní, se z podkožních cév dostávají do oběhového systému, jímž jsou dopraveny do plic (Svobodová et al. 2013). Zde se svlékají do larválního stádia L4 (Saari et al. 2019) a pak putují do průdušnice, přes jejíž stěnu přechází do hltanu a z něj do tenkého střeva, kde se naposledy svlékají a dorůstají v dospělce (Svobodová et al. 2013). U mladých psů proniká dospělý měchovec až k lamina muscularis mucosae, u starších psů se fixují ve střední a povrchové vrstvě sliznice, vždy mezi klky (Constantinoiu et al. 2015). Somatická migrace ve větší míře nastupuje u dospělých psů. Začíná průchodem do krevních cév v podkoží, jimiž jsou zaneseny přes plíce nejčastěji do kosterní svaloviny, tukové tkáně, ale i mozku, kde vyvolávají nekrohemoragickou a lymfoplazmocytární encefalitidu (Perry et al. 2016). V těchto tkáních přechází do hypobiotického stavu a z něj pak běžně repopulují střevo (Elsemore et al. 2017; Little et al. 2019).

Podobně jako u škrkavek jsou aktivovány i vlivem hormonů březí feny a podstupují transplacentární a laktogenní migraci (Epe 2009). Při transplacentární nákaze plodů se larvy vyvíjí v dospělé jedince až v poporodním období. Ve štěněcím trusu se pak vajíčka měchovců objevují v 10–12 dnech jejich věku (Svobodová et al. 2013). Úmrtnost štěňat je vysoká. Při

nákaze sáním mléka se larvy uchylují do střevních žláz a po dosažení dospělosti začínají 15–26 dní po infekci produkovat vajíčka (Epe 2009).

Infekce je možná i orální cestou přes paratenického hostitele, jako jsou švábi či myši (Da Silva Dias et al. 2020), nebo přímým pozřením larev z vnějšího prostředí. Ty pak prostupují přes sliznici ústní dutiny a podstupují migraci, jako při transkutánním přenosu, anebo se posouvají do tenkého střeva, kde se po 2–3 týdnech transformují v dospělé jedince (Silva et al. 2021).

U *A. caninum* byla v posledních letech prokázána rezistence vůči běžně používaným anthelmintickým léčivům, zejména u dostihových chrtů v USA, kteří byli odchováni na farmách v populaci i přes 250 jedinců. Vysoká míra parazitismu a časté ošetření anthelmintiky vedly k vývinu počtu genotypů měchovců, i těch s mutací rezistentní vůči anthelmintikům (Kitchen et al. 2019; Jimenez Castro et al. 2020; Jimenez Castro et al. 2021). V 60. a 70. letech 20. století byla vyrobena účinná vakcína založená na rentgenem ozářených larvách. Byla však stažena z trhu kvůli vysokým nákladům a neschopnosti poskytovat sterilizační imunitu (Hotez et al. 2016).

3.2.4.2 Zoonotický potenciál

Larva L3 proniká z vnějšího prostředí neporušenou kůží člověka nebo přes její folikuly. Vytváří malé, načervenalé léze 1–5 dní po asymptomatické penetraci označované jako kožní larva migrans cutanea (LMC) (Da Silva Dias et al. 2020; Dam Larsen et al. 2021; Krzywanski et al. 2021). Larvy zůstávají v povrchové části kůže, neboť nemají dostatek kolagenázy, která by jim umožnila pronikat do hlubších vrstev. Velmi vzácně však mohou kůží projít a vyvolat larva migrans visceralis (LMV), syndrom s plicním postižením (tzv. Löfflerův syndrom) (Alcántara et al. 2020). Vzácně měchovec migruje do tenkého střeva, kde vyvolává zánět, eozinofilní enteritidu (Bowman et al. 2010; Jimenez Castro et al. 2020). Jediný nezralý dospělý měchovec žijící v tenkém střevě člověka je schopen vyvolat bolesti břicha, střevní krvácení, průjem (Dantas-Torres et al. 2020). Stále více důkazů naznačuje, že se u lidí mohou příležitostně vyskytnout i infekce, při kterých dochází k produkci vajíček (Furtado et al. 2020). V Evropě však mnoho případů napadení *A. caninum* zaznamenáno není, případy byly popsány v Německu a ve Francii (Bowman et al. 2010).

3.2.4.3 Biologická kontrola

Podobně jako u *T. canis* byla zkoumána účinnost nematofágní hub. Izoláty *Paecilomyces lilacinus*, *Trichoderma harzianum* a *Trichoderma virens* snižovaly v laboratorních podmínkách líhivost vajíček vlivem vylučovaných hydrolytických enzymů proteáz a chitináz (Hofstätter et al. 2017). *Duddingtonia flagrans* produkuje četné silnostěnné chlamydozpy s vegetativními adhezivními hyfami a sítěmi, které mají nematofágní aktivitu. Při podávání této houby v krmivu došlo ke snižování počtu vajíček na gram trusu (Kramer De Mello et al. 2014). Vysoká účinnost byla prokázána u bakterií *Bacillus thuringiensis*, které produkují endotoxinové proteiny syntetizované během sporulace. Tyto proteiny vykazují nematocidní účinek na larvy i ovidicidní účinek na vajíčka v prostředí (Hu et al. 2018). Endotoxiny produkované *B. thuringiensis* jsou

často druhově specifické a nekontaminují životní prostředí, jsou tedy bezpečné pro necílové organismy (Dunstand-Guzmán et al. 2020). Ekawardhani et al. (2021) prokázal schopnost léčivé rostliny *Momordica charantia*, hořká dýně, inhibovat potravní aktivitu larev a extrakt z kůry *Diospyros anisandra* vykazoval inhibici líhivosti larev.

3.2.5 *Uncinaria stenocephala*

Měchovec liščí je parazit tenkého střeva psovitých, vzácně i kočkovitých šelem (Deplazes et al. 2016). Vyskytuje se převážně v oblastech mírného pásma, zejména ve střední a severní Evropě, Kanadě a Spojených státech, ale byl pozorován také v tropických oblastech Nigérie a Tanzanie (Štrkolcová et al. 2022).

Délka těla je u samic 7–16 mm, samečci jsou 5–11 mm dlouzí (Mehlhorn 2016). 71–92 × 35–58 µm velká vajíčka jsou velmi podobná vajíčkům *A. caninum* a ve světelném mikroskopu obtížně rozlišitelná (Zajac et al. 2021). K vývinu larev ze 4–8 blastomer jim oproti *A. caninum* stačí nižší teplota 15–20 °C. Ve vnějším prostředí mohou přežít i několik měsíců (Svobodová et al. 2013).

U měchovce liščího je významná převážně perorální infekce. Zdrojem jsou ve velké míře exkrementy lišek. Pes se tak nakazí pro něj typickým koprofágním chováním (Wasył et al. 2013). Perkutánně pronikají larvy do hostitele ve stadiu L3 mnohem méně často a pokud se tak stane, nejsou většinou schopné dostat se do tenkého střeva (Epe 2009). Zdrojem infekce mohou být také parateničtí hostitelé, především hlodavci (Štrkolcová et al. 2022).

U. stenocephala neprochází tracheální ani somatickou migrací (Štrkolcová et al. 2022) a ani nebyl podán důkaz o laktogenním (Epe 2009) nebo transplacentárním přenosu (Deplazes et al. 2016). V tenkém střevě se larvy živí tkáněmi, ale také malým množstvím krve. Místa uchycení na sliznici tenkého střeva často mění. Dospělí psi jsou často bez příznaků. Při těžké infekci způsobují hemoragické záněty, průjmy a také vyvolávají alergickou reakci (Štrkolcová et al. 2022). Kůže je v místech průniku larvy zarudlá, zesílená, dochází zde k vypadávání chlupů a je na dotek bolestivá díky rozvinuté dermatitidě (Talyor 2015; Saari et al. 2019).

3.3 Flotační metody vyšetřování trusu

Grassi, Parona a Parona již v roce 1878 provedli vyšetření lidských výkalů, ve kterých rozpoznali vajíčka měchovce lidského. Tím prokázali přítomnost tohoto parazitárního onemocnění v trávicím traktu člověka a započali tak výzkum v oblasti vyšetřování trusu na průkaz gastrointerstiniálních parazitů (Ballweber et al. 2014).

Flotace trusu pro ohalení parazitární infekce však podhodnocuje skutečnou prevalenci. Ikdyž je prováděna za použití osvědčených postupů centrifugace, nemá dokonalou citlivost a není schopna odhalit prepatentní a jednopohlavní infekce (Epe 2009, Elsemore et al. 2017). Nevhodná je i pro zjišťování přítomnosti tasemnic, jejich vylučování vajíček je nekonstatní, a motolic, jejichž vajíčka jsou těžká (Dryden et al. 2005). Také může docházet ke zkreslení, když se v trávicím traktu nachází více parazitických druhů, koinfekce. Například větší plodnost samice *T. canis* oproti *A. caninum* zvyšuje mikroskopickou diagnózu infekce škrkavkou oproti infekci měchovcem (Elsemore et al. 2017).

Jednou ze zásadních podmínek úspěšné flotace je výběr vhodného flotačního roztoku. Ten se připravuje smísením odváženého množství soli nebo cukru s daným množstvím vody. Výsledný roztok by měl mít takovou specifickou měrnou hmotnost (hustotu), která bude nadnášet směrem k povrchu roztoku co největší možné množství parazitárních vajíček či cyst (Dryden 2005) a zároveň velké části trusu budou klesat ke dnu (Hendrix & Robinson 2017). Čím vyšší bude hustota roztoku, tím více vajíček bude plavat, ale zároveň mohou být nadnášeny i některé části trusu. Navíc s vyšší hustotou roztoku se zvyšuje jeho osmotický tlak, který může poškozovat parazitární stuktury (Zajac et al. 2021). Používané flotační roztoky jsou uvedeny v tabulce č. 1.

Flotační roztok	Složení	Hustota
<i>Sheatherův cukerný roztok</i>	454 g sacharózy 6 ml 40 % formaldehydu 355 ml vody	1.200
<i>Chlorid sodný Willisova kapalina</i>	500 g chloridu sodného 1000 ml vody	1.200
<i>Síran zinečnatý Faustova kapalina</i>	330 g heptahydrátu síranu zinečnatého doplnit vodou do 1000 ml	1.200
	685 g heptahydrátu síranu zinečnatého 685 ml vody	1.350
<i>Dusičnan sodný</i>	315 g dusičnanu sodného doplnit vodou do 1000 ml	1.200
	250 g dusičnanu sodného 300 g pentahydrátu thiosíranu sodného doplnit vodou do 1000 ml	1,300
<i>Síran hořečnatý Epsomská sůl</i>	350 g síranu hořečnatého doplnit vodou do 1000 ml	1.280
<i>Sacharóza Dusičnan sodný Thiosíran sodný</i>	1200 g sacharózy 1280 g dusičnanu sodného 1800 g pentahydrátu thiosíranu sodného 720 ml vody	1.450

Tab. 1. Zpracováno dle (Ballweber et al. 2014; Beugnet et al. 2018, Zajac et al. 2021)

Běžně používané roztoky mají specifickou hmotnost v rozmezí od 1,18–1,3. U *T. canis* se přibližná specifická hmotnost vajíček pohybuje okolo 1,091, u *A. caninum* 1,061 a u *T. vulpis* 1,151 (Zajac et al. 2021). Dryden (2005) uvádí, že při použití flotačního roztoku síranu zinečnatého a cukerného roztoku, oba s hustotou 1,2, nedošlo k rozdílným nálezům u *A. caninum*, ale u *T. vulpis* byly pozorovány významně vyšší počty vajíček v cukerném roztoku.

Trus lze vyšetřit pasivní (stacionární) flotací anebo odstředivou flotací. Flotační roztok sacharózy použitý s odstředivou flotací je považován za velmi citlivou metodu detekce parazitárních vajíček (Gates & Nolan, 2009; Elsemore et al. 2014; Little et al. 2019).

Flotační metody mohou být kvalitativní (pasivní flotace), založené na pouhém průkazu, a kvantitativní, které stanovují množství vajíček na gram trusu (metoda McMaster) (Cringoli et al. 2011).

3.3.1 Pasivní flotace (prostá)

V pasivní flotaci se využívá gravitační síly, která nahrazuje sílu odstředivou (Ballweber et al. 2014). Vzorek trusu o velikosti 2–3 g se promíchá s flotačním roztokem. Poměr mezi těmito složkami je přibližně 1:10 (Saari 2019). K odstranění větších částí trusu se směs přecedí přes čajové sítko a vlije do zkumavky tak, aby vznikl na povrchu tekutiny pozitivní meniskus, na který se přiklopí krycí sklíčko. Zkumavka se nechá volně položená 15 minut. Poté se se sklíčkem přenesou povrchová část tekutiny na podložní sklíčko a pozoruje se pod mikroskopem (Adolph et al. 2017). Saari (2019) udává, že doba, po kterou by mělo zůstat krycí sklíčko položené na zkumavce, je 10–45 minut v závislosti na její výšce a tím vzdálenosti, kterou musí vajíčka překonat, aby se vznesla k povrchu tekutiny. Pasivní flotace má velmi nízkou citlivost (Little et al. 2019).

3.3.2 Aktivní flotace (centrifugální)

Použití odstředivky ve flotačním vyšetření trusu uvolňuje vyšší koncentrace vajíček než prostá flotace (Hendrix & Robinson 2017). Vyšší citlivost této metody umožňuje zachytit vajíčka i v případě, že je jich ve výkalech velmi malé množství. U cukerného roztoku s vysokou viskozitou a roztoku síranu zinečnatého s nižší hustotou je centrifugace nutná, neboť tyto vlastnosti zpomalují flotační proces (Zajac et al. 2021).

První popisy centrifugálních metod uváděli rychlost odstředování vzorků v otáčkách za minutu. Ty však pouze udávají, jak rychle se rotor centrifugy otáčí kolem své osy. Relativní centrifugační síla (RCF) vyjadřuje, jak velká síla působí při odstředování na obsah držený rotorem. Její hodnota je závislá na otáčkách za minutu a na poloměru rotoru. Uvádí se v násobcích g. Z tohoto důvodu se hodnota otáček za minutu nepoužívá, neboť je významná pouze u odstředivek se stejným poloměrem rotoru (Ballweber et al. 2014).

3.3.3 Kvantitativní flotační metody

Dle Nielsona (2021) lze tyto flotační techniky rozdělit na dva hlavní typy, a sice takové, které využívají buď počítačící komůrku anebo pracují se zkumavkou a krycím sklíčkem. Metody založené na počítačící komůrce jsou metoda McMaster a její modifikace jako například FLOTAC a Stollova technika s jejími modifikacemi, jako jsou metody Wisconsin a Cornell-Wisconsin, které zahrnují ve svém postupu zkumavku s krycím sklíčkem.

Tyto metody slouží především ke stanovení intenzity infekce. Modifikace metod se týká změny hmotnosti vyšetřovaných výkalů, objemu použité vody anebo flotačního roztoku, výběru flotačního roztoku, použití dodatečné centrifugace či délky a rychlosti centrifugace (Cringoli et al. 2010).

3.3.3.1 Stollova metoda

V roce 1923 byla popsána původní Stollova technika detekce parazitárních vajec, založená na principu jednoduché techniky ředění. Vzorek trusu byl smíchán s ředidlem, ze směsi bylo odebrán určitý podíl a umístěn na podložní sklíčko k mikroskopické vyšetření. Stanovení počtu vajíček na gram (EPG, egg count per g) se provádělo vynásobením příslušným ředicím faktorem. V roce 1924 popsal Lane modifikaci této metody, kdy do ní začlenil odstředování. Jeho technika zahrnovala promývání 1 g výkalů ve vodě, čímž se odstranily velké plovoucí zbytky a pigmentace tekutiny. Po té roku 1930 Stoll porovnal tuto techniku se svojí původní a upravil ji tak, že použil 10 g výkalů, které byly homogenizovány ve 300 ml vody. Z této suspenze bylo převzato 15 ml do jedné zkumavky nebo 30 ml do dvou zkumavek, které byly odstředěny jednu minutu při 1000 otáčkách za minutu. Po centrifugaci byl k sedimentu dolit flotační roztok nasyceného chloridu sodného o specifické hmotnosti 1,2. Malé množství flotačního roztoku po odstranění původního krycího skla bylo vloženo zpět do zkumavky a znovu odstředěno. Tento postup se opakoval obvykle dvakrát, dokud nebyla na krycím sklíčku pozorována žádná vajíčka. Na prvních dvou sklíčkách bylo nalezeno 98,3 % z celkového počtu vajíček. Detekční limit Stollovy techniky závisí na počátečním poměru výkalů a vody a na množství zkoumané suspenze (Ballweber et al. 2014).

Zajac (2021) popisuje postup modifikované Stollovy metody následovně. Po smíchání 5 g výkalů s 20 ml vody a přečtení vzniklé směsi, se z ní odebere 1 ml do odstředivé zkumavky. Zkumavka se doplní jakýmkoliv flotačním roztokem do vytvoření mírného inverzního menisku, na nějž se položí krycí sklíčko. Odstředěním v centrifuze po dobu 10 minut při $300\text{--}650 \times g$ se sejmě krycí sklíčko, umístí na podložní a pozoruje pod mikroskopem. Vajíčka nalezená v 1 ml odstředěné suspenze představují $1/25$ objemu celé připravené směsi. Pro výsledný počet vajíček v trusu je třeba vynásobit počet nalezených vajíček číslem 25. Takto získaná hodnota se vydělí 5 g použitého vzorku a výsledná hodnota udává počet vajíček v 1 g stolice. Násobící faktor je 5 a minimální citlivost testu je 5 EPG. Násobící faktor 10 by byl v případě, kdy by se ke vzorku trusu přidalo 45 ml vody.

3.3.3.2 Metoda Cornell-Wisconsin (postup dvojité centrifugace)

Vzorek se při této metodě neředí a tím je umožněn záchyt vajíček obsažených v trusu méně než 10 EPG (Ballweber et al. 2014).

Smícháním 1–5 g výkalů s 10–12 ml vody v nádobě vznikne suspenze, která se přecedí do jiné nádoby. První použitá nádoba se vypláchne 2–3 ml vody a opět přecedí do druhé nádoby. Tento krok lze vynechat a rovnou přistoupit ke smíchání vzorku trusu s flotačním roztokem. Z přecezeného roztoku se odebere 15 ml do centrifugační zkumavky a odstředí nejméně 3 minuty při $264 \times g$. Po centrifugaci se slije supernatant a sediment se promíchá s flotačním roztokem po okraj. Na zkumavku se nasadí krycí sklíčko a opět odstředí. Krycí sklíčko se pak přenesse na podložní a pozoruje se pod mikroskopem. Postup lze spřesnit použitím 22 ml flotačního roztoku s 5 g výkalů a směs rozdělit do 2 zkumavek (Beugnet et al. 2018).

3.3.3.3 Metoda McMaster

Tato metoda byly poprvé popsána ve 30. letech 20. století Gordonem a Whitlockem, kteří při práci s ovčím trusem zaznamenali velké množství nečistot při vizualizaci parazitárních vajíček za použití Stolovy metody. Zdokonalili tuto flotační metodu a vytvořili komůrkové McMasterovo sklíčko, pojmenované podle McMaster Animal Health Laboratory v Sydney v Austrálii, kde pracovali. Postup používal 2 g výkalů smíchaných s 30 ml vody, po jejichž promísení bylo k suspenzi přidáno 30 ml flotačního roztoku, kterým byl Sheatherův cukerný roztok nebo roztok nasyceného chloridu sodného. Směs byla protřepána do kašovitě konzistence a část přenesena do počítací komůrky s vyrytou počítací mřížkou a objemem 0,15 ml (Ballweber et al. 2014).

Nejjednodušší modifikace McMasterovy metody se provádí smícháním 2 g trusu s 28 ml flotačního roztoku, nebo 4 g s 26 ml flotačního roztok, anebo 4 g s 56 ml flotačního roztoku. Vzniklá suspenze se v případě výskytu velkých částí přecedí přes sítko či plátýnko. Pipetou je přecezený materiál přenesen do komůrky McMasterova sklíčka. Ta je zcela naplněna, nejen oblast pod mřížkou. Sklíčko se nechá 5 minut stát, čímž dochází k flotaci. Pozoruje se pod mikroskopem při zvětšení $100\times$, tedy s objektivem zvětšujícím $10\times$, a vajíčka či cysty jsou počítány ve čtvercích všech komor. Výpočet EPG se provádí sečtením počtu nalezených vajíček v obou komorách a vynásobením mezi detekce (Zajac et al 2021). Detekční mez se vypočítá dle hmotností zvážených a zpracovaných výkalů (4 g), objemu flotačního média se suspendovanými výkaly (56 ml + 4 g = 60 ml) a objemem suspenze v obou počítacích komůrkách (0,3 ml), $(60/4) / 0,3 = 50$ EPG, z čehož vyplývá, že jedno pozorované vajíčko odpovídá 50 vajíčkům v jednom gramu trusu. Tento detekční limit je však teoreticky odvozené číslo, které nezohledňuje možnou ztrátu vajec při filtraci, míchání a flotaci a také předpokládá dokonalou homogenizaci vzorku (Nielsen 2021).

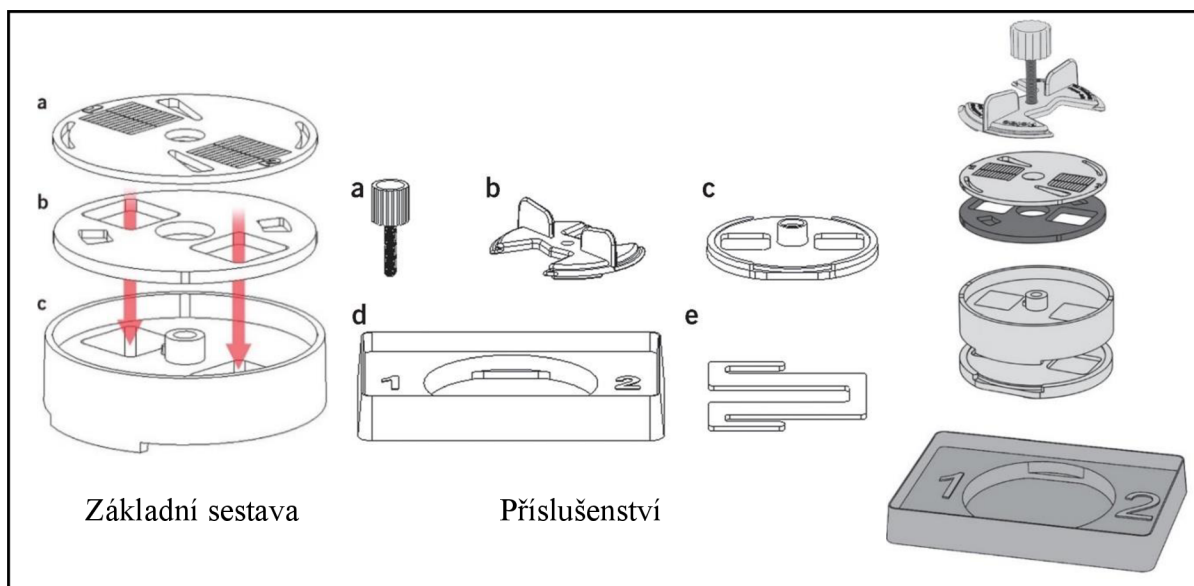
Další modifikací McMasterovy techniky je postup s použitím centrifugy, kdy se výkaly rozmělní ve vodě, scedí a odstředí v centrifugační zkumavce. Vzniklý sediment se zachová a tekutina nad ním se odlije. Následuje resuspendace sedimentu v přidaném flotačním roztoku do zkumavky. Po promísení se doplní zkumavka flotačním roztokem do požadovaného objemu a odebere se množství, které naplní počítací komůrky (Zajac et al 2021).

3.3.3.4 FLOTAC

Metoda byla vyvinuta v Itálii v laboratořích Università degli Studi di Napoli Federico II. Autory této metody jsou profesor Giuseppe Cringoli a jeho kolegové z oddělení veterinárního lékařství (Ballweber et al. 2014).

Technika umožňuje kombinaci flotace odstředěním s následným počítáním stádií parazitů ve 2 komorách, které pojmu více suspenze trusu (5 ml na komoru) než obvyklá sklíčka pro počítání McMaster. Lze s ní detekovat oocysty kokcií, vajíčka helmintů i larvy hlístic (Desplazes et al. 2016).

Jedná se o válcovitý systém z polykarbonátového termoplastu složený ze základny, přenosového disku a čtecího disku. Základnou a přenosovým diskem prochází dvě flotační komory, každá o objemu 5 ml. Součástí je i příslušenství. Kompletní systém je znázorněn na Obrázku. 1. (Cringoli et al. 2010). Na čtecím disku se nachází mřížky, každá mřížka (18 × 18 mm) obsahuje 12 stejně vzdálených rádků, usnadňující počítání vajíček. Pokud je zředění trusu 1:10, odečet dvou mřížek (celkový objem 10 ml = 1,0 g trusu) dává citlivost 1 EPG, odečet jedné mřížky (celkový objem 5 ml = 0,5 g trusu) dává citlivost 2 EPG (Taylor et al. 2015).



Obr. 1. Základní sestava se skládá ze čtecího disku (a), překladového disku (b) a základny (c). Z příslušenství šroub (a), klíč (b), dno (c), nástavec pro centrifugu (d) a nástavec pro mikroskop (e). Zpracováno dle (Cringoli et al. 2010).

U masožravců se odebírá trus, pokud možno vyloučený za 24 hodin, homogenizuje se dřevěnou špachlí a přenesení se 1–5 g do nádoby, kde se homogenizuje ručním mixérem s vodou v poměru 1:10. Vzniklá suspenze se přecedí přes sítko a odebere se 11 ml do, která se odtřeďí 3 minuty při 170 x g. Po centrifugaci se slijí supernatant a k sedimentu se doplní flotační roztok do 11 ml, homogenizuje se a naplní do obou flotačních komor. FLOTAC se odstředí 5 minut při 120 x g a po vyndání z odstředivky se systémem pootočí z polohy 1 do polohy 2 a pozoruje pod mikroskopem. celý proces mimo mikroskopování trvá 12-15 minut. (Cringoli et al. 2010).

Metoda FLOTAC se provádí v laboratořích, proto byla vyvinuta dostupnější technika Mini-FLOTAC, která umožňuje diagnostiku bez použití centrifugy (Alvarado-Villalobos et al. 2017).

4 Metodika

4.1 Studovaná oblast

Vzorky byly získávány od psů soukromých chovatelů a psů z útulků, nacházejících se v kraji Vysočina. Majitelé psů pocházeli z krajského města Jihlavy a mikroregionu Loucko, který zahrnuje obce Bítovčice, Kamenice, Kozlov, Vysoké Studnice, Velký Beranov a městys Luka nad Jihlavou. Vzorky z útulků byly odebírány v krajském městě Jihlava, okresním městě Třebíč, ve Velkém Meziříčí, městu spadajícího pod okres Žďár nad Sázavou, v městě Polná ležící v okrese Jihlava a ve vesnici Častonín, situované v okrese Pelhřimov.

4.2 Odběr vzorků

Trus byl odebírán v období od září 2020 do dubna 2021. Od každého psa byl odběr proveden pouze z jedné defekace během jednoho dne. Celkem bylo získáno 202 vzorků trusu psů, z toho 69 vzorků pocházelo z útulků, 68 vzorků od soukromých chovatelů v mikroregionu Loucko a 65 vzorků od soukromých chovatelů z Jihlavy.

4.2.1 Odběr trusu psů soukromých majitelů

Soukromí majitelé odebírali celé výkaly svých psů ihned po jejich defekaci do igelitových sáčků, ze kterých byl vytlačen vzduch. Každý sáček byl popsán permanentním fixem nebo byl opatřen papírkem s údaji o majiteli, psovi a s datem odběru. Vzorek chovatelé uchovávali do jeho vyzvednutí na chladných místech. S každým majitelem byl dohodnut den, kdy se bude vzorek odebírat, a čas, kdy bude vzorek osobně vyzvednut.

4.2.2 Odběr trusu psů v útulcích

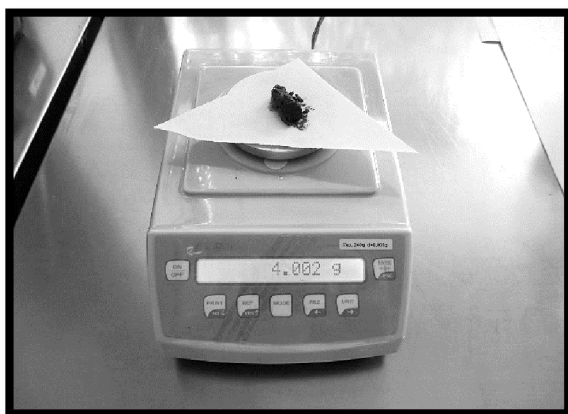
Odběr byl prováděn vždy v ranních hodinách, kdy u městských útulků byli psi ošetřovateli vypustěni do oplocených výběhů s travnatým povrchem, v případě soukromých útulků do zahrad s hlinitým i travnatým povrchem, dvorů vydlážděných kameny prosypanými pískem nebo byly venčeni na vodítkách po jednom či více jedincích v přílehlém lese. V případě, že pes vykonal potřebu nad ranními hodinami v kotci, byl trus odebrán z něj. V útulcích spadajících po město, byly ve většině případů ve venkovních kotcích betonové povrchy, v případě vnitřních kotců litá podlaha. U soukromých útulků byla situace různá. Mimo betonových podlah bylo použito i lino, protože psi byli uzavřeni v jednotlivých místnostech na statku i po více jedincích. Odběr celých výkalů byl prováděn do polyetylenových sáčků s rychlouzavírací lištou, z nichž byl vytlačen vzduch. Sáčky byly popsány permanentním fixem datem odběru, místem odběru a jménem psa.

4.3 Parazitologický rozbor vzorků

Vzorky byly dopraveny do laboratoře na České zemědělské univerzitě v Praze nejdéle 3 dny po jejich odběru. K vyšetření výkalů byly použity flotační kvantitativní metody Cornell-Wisconsin a McMaster. Metoda McMaster byla začleněna do vyšetřovacího postupu v případě pozitivity vzorku vyšetřeného metodou Cornell-Wisconsin. Vzorky byly váženy na analytických vahách Kern s maximální váživostí 240 g a dílkem 0,001 g, odstředovány centrifugou Rotofix 32 A s výkyvným rotorem o maximální odstředivé síle 4226 x g odpovídající 6 000 otáčkám za minutu a nativní preparáty byly pozorovány pod mikroskopem Olympus BX21. Jako flotační roztok byl používán pro obě metody nasycený roztok chloridu sodného s 500 g glukózy o hustotě 1,28 g/cm³ a bentonitový roztok připravená ze 7 g bentonitu a 1 l vody.

4.3.1 Metoda Cornell-Wisconsin

Postup metody byl následující:



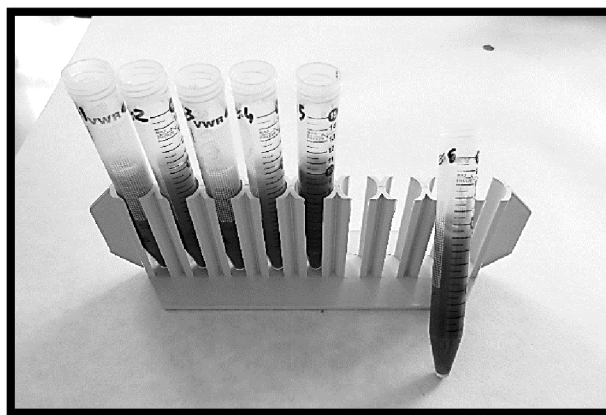
Obr. 2. Byly odváženy 4 gramy trusu.



Obr. 3. Navážené množství se přeneslo do porcelánové misky s 15 ml bentonitu a bylo homogenizováno pomocí porcelánového tloučku.



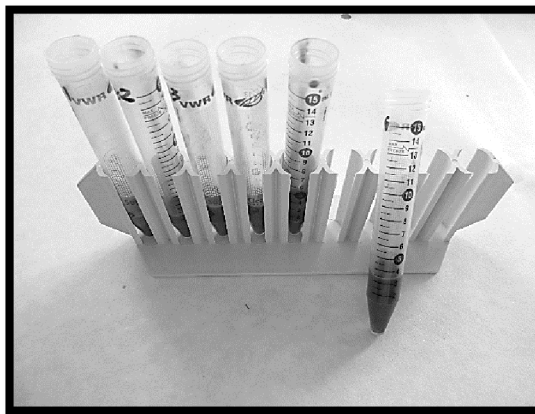
Obr. 4. Homogenizovaná směs byla přecezena přes čajové sítko do kádinky.



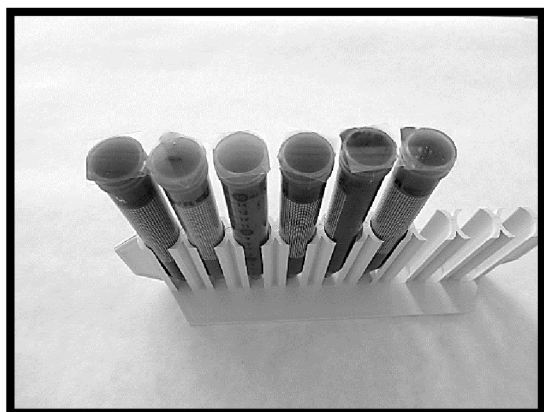
Obr. 5. Celý filtrát byl nalit do 15 ml centrifugační zkumavky do stejného objemu u všech zkumavek.



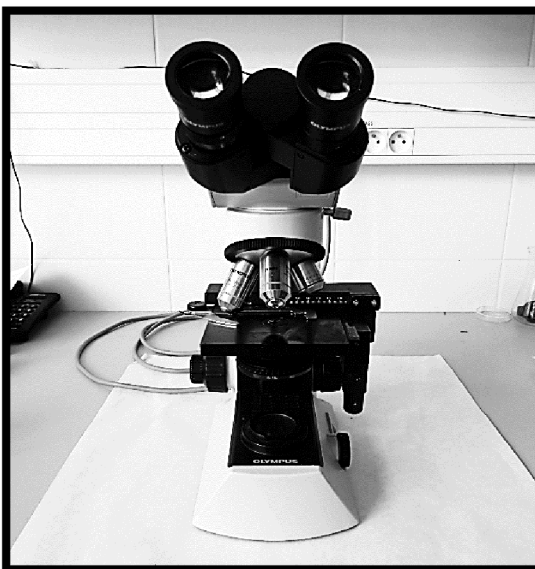
Obr. 6. Zkumavky byly odstředěny při 1200 otáčkách po dobu 5 minut.



Obr. 7. Byl slit supernatant, přidal se flotační roztok do $\frac{3}{4}$ zkumavky a sediment se resuspendoval pomocí Pasteurovy pipety.



Obr. 8. Zkumavky byly dolity flotačním roztokem do vzniku konvexního menisku a kryty krycím sklíčkem. Poté opět centrifugovány při 1 100 otáčkách za minutu po dobu 3 minut.



Obr. 9. Krycí sklíčko bylo po odstředění přeneseno na podložní sklíčko a nativní preparát byl pozorován pod mikroskopem při zvětšení 100–400 \times .

4.3.2 Metoda McMaster

Ze vzorku, u kterého byl pozitivní nález v metodě Cornell-Wisconsin, byly odváženy 4 g a homogenizovány s 56 ml bentonitu v glazované porcelánové třecí misce s použitím drsného porcelánového třecího tloučku. Suspenze byla přecezena přes čajové sítko a z filtrátu bylo odebráno 10 ml do centrifugační zkumavky, která byla odstředována 5 minut při 1 200 otáčkách za minutu. Po centrifugaci byl ze zkumavky slit supernatant a sediment resuspendován ve 4 ml flotačního roztoku. Pasteurovou pipetou pak byla suspenze přenesena do dvou komůrek McMasterova sklíčka tak, aby je zcela vyplnila. Sklíčko se nechalo 5 minut flotovat odložené na pracovním stole a poté pozorovalo pod mikroskopem. Počet nalezených parazitárních vajíček se vynásobil 20 a výsledná hodnota vyjadřovala jejich přibližné množství v jednom gramu trusu.

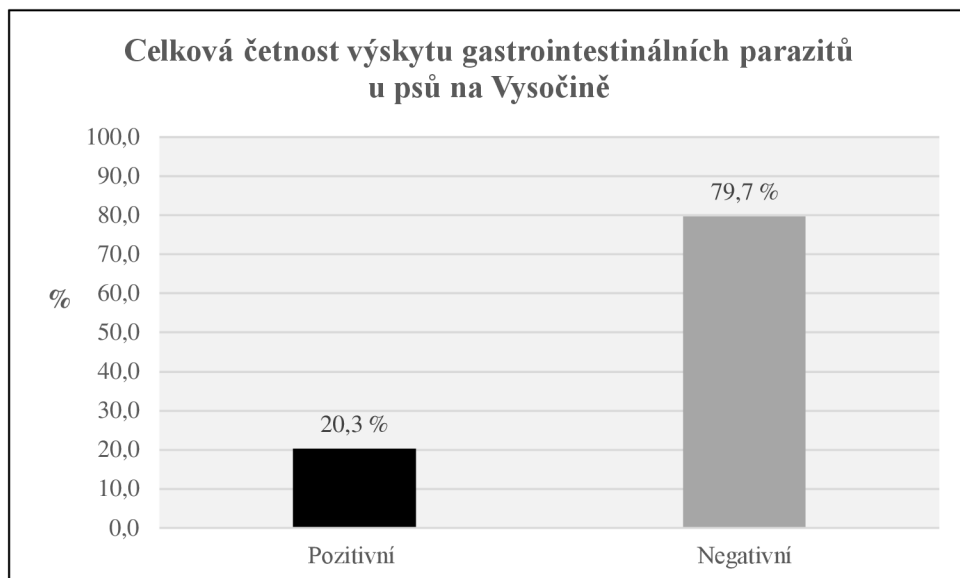
4.4 Analýza výsledků

Informace k jednotlivým vzorkům zanámenávali chovatelé do dotazníku, jehož vyplnění bylo možné online přes dotazníkový software. Útulkům byla zasílána tabulka s otázkami vytvořenými v tabulkovém procesoru.

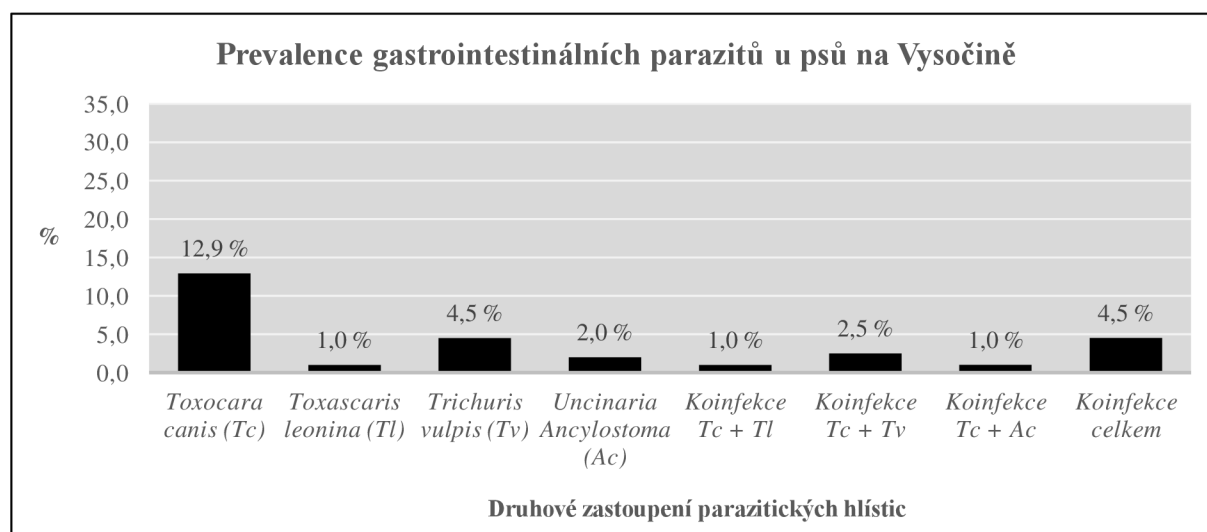
Získaná data pak byla vložena do programu Microsoft Office Excel verze 2302 a zpracována do tabulek. Ty byly využity pro výpočty a tvorbu grafů vyjadřujících prevalenci a diverzitu druhů zjištěných gastrointestinálních parazitů.

5 Výsledky

Celková četnost výskytu gastrointestinálních parazitů na Vysočině byla 20,3 %, což představuje 41 pozitivních jedinců z celkového počtu 202 vyšetřených zvířat.



Obr. 10. Grafické znázornění pozitivních nálezů u všech vyšetřovaných vzorků.



Obr. 11. Graf uvádí podíl jednotlivých parazitárních druhů ve všech pozitivních nálezech. Ve vyšetřovaném trusu byla pozorována vajíčka *T. canis* ve 26 (12,9 %) vzorcích, *T. leonina* ve 2 (1,0 %) vzorcích, *T. vulpis* v 9 (4,5 %) vzorcích, *U. stenocephala/Ancylostoma* spp. ve 4 (2,0 %) vzorcích, smíšené infekce pak u *T. canis* a *T. leonina* ve 2 (1,0 %) vzorcích, *T. canis* a *T. vulpis* v 5 (2,5 %) vzorcích, *T. canis* a *U. stenocephala/Ancylostoma* spp. v 5 (1,0 %) vzorcích a všechny smíšené infekce byly tedy nalezeny v 9 (4,5 %) vzorcích výkalů.

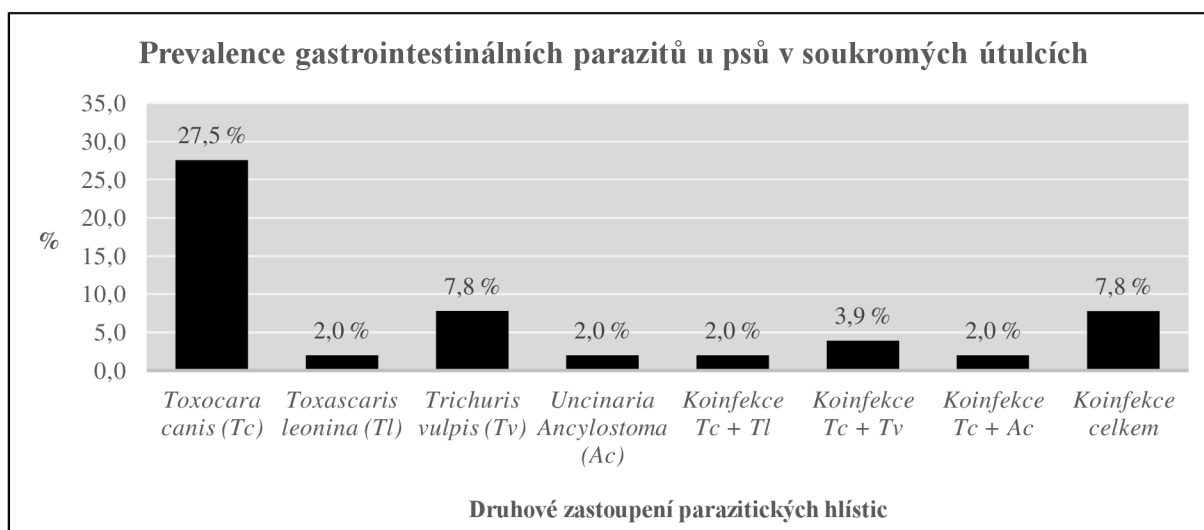
5.1 Porovnání četnosti výskytu gastrointestinálních parazitů mezi útulky



Obr. 12. Graficky vyjádřená četnost výskytu gastrointestinálních (GIT) parazitů poukazuje na velmi rozdílné procentuální hodnoty mezi útulky provozovanými soukromými osobami a útulky, jejichž zřizovatelem jsou města. V soukromých útulcích bylo nalezeno 31,9 % pozitivních vzorků, což odpovídá 22 napadeným jedincům z celkového počtu 51 vzorků, a v městských útulcích byly pozitivní 2 jedinci z odebraných 18 vzorků, což je procentuálně vyjádřeno hodnotou 2,9.

Pozorované četnosti			
	Psi z městských útulků	Psi ze soukromých útulků	Celkem
Pozitivní	2	20	22
Negativní	67	31	98
Celkem	69	51	120
Očekávané četnosti			
	Psi z městských útulků	Psi ze soukromých útulků	Celkem
Pozitivní	12,6500	9,3500	22
Negativní	56,3500	41,6500	98
Celkem	69	51	120
			p = 0,000000372

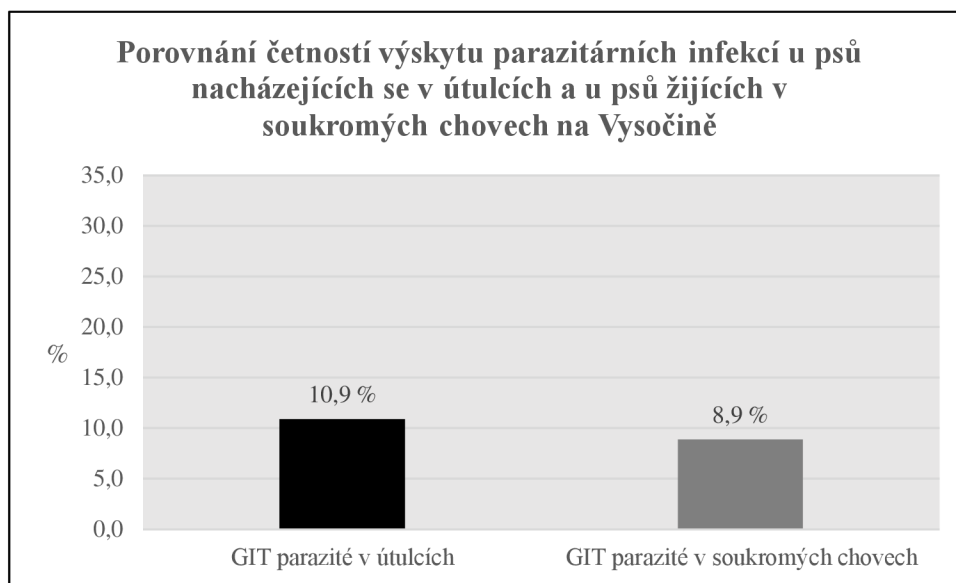
Obr. 13. Závislost mezi výskytem gastrointestinálních parazitů u psů a útulkem, ve kterém se psi nacházeli, byla statisticky ověřována χ^2 testem na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. Cílem bylo určit pravdivé tvrzení jedné ze dvou hypotéz. Nulová hypotéza udává, že se parazité nevyskytují častěji u psů v soukromých útulcích než u psů v městských útulcích. Naopak alternativní hypotéza říká, že se parazité vyskytují častěji u psů v soukromých útulcích. Výsledek p-hodnoty byl výrazně nižší než hladina významnosti, z čehož vyplývá, že nulová hypotéza není platná a byla přijata alternativní hypotéza. Výskyt gastrointestinálních parazitů je tedy častější u psů nacházejících se v soukromých útulcích než u psů v útulcích městských.



Obr. 14. Graf ukazuje zastoupení parazitických druhů, které byly nalezeny ve vzorcích trusu psů pocházejících z útulků založených soukromými osobami. Celkem bylo vyšetřeno 51 vzorků. Byla zjištěna přítomnost *T. canis* ve 14 (27,5 %) vzorcích, *T. leonina* v 1 (2,0 %) vzorku, *T. vulpis* ve 4 (7,8 %) vzorcích, *U. stenocephala/Ancylostoma* spp. v 1 (2,0 %) vzorku, koinfekce *T. canis* a *T. leonina* v 1 (2,0 %) vzorku, *T. canis* a *T. vulpis* ve 2 (3,9 %) vzorcích, *T. canis* a *U. stenocephala/Ancylostoma* spp. v 1 (2,0 %) vzorku a celková koinfekce tak byla ve 4 (7,8 %) vzorcích.

Výskyt gastrointestinálních parazitů u psů v městských útulcích byl velmi nízký. V trusu byla nalezena pouze vajíčka *T. canis*, a to u dvou jedinců, každý z jiného útulku. V městských útulcích bylo odebráno celkem 18 vzorků. Prevalence výskytu střevních parazitů tak dosahovala 11,1 %.

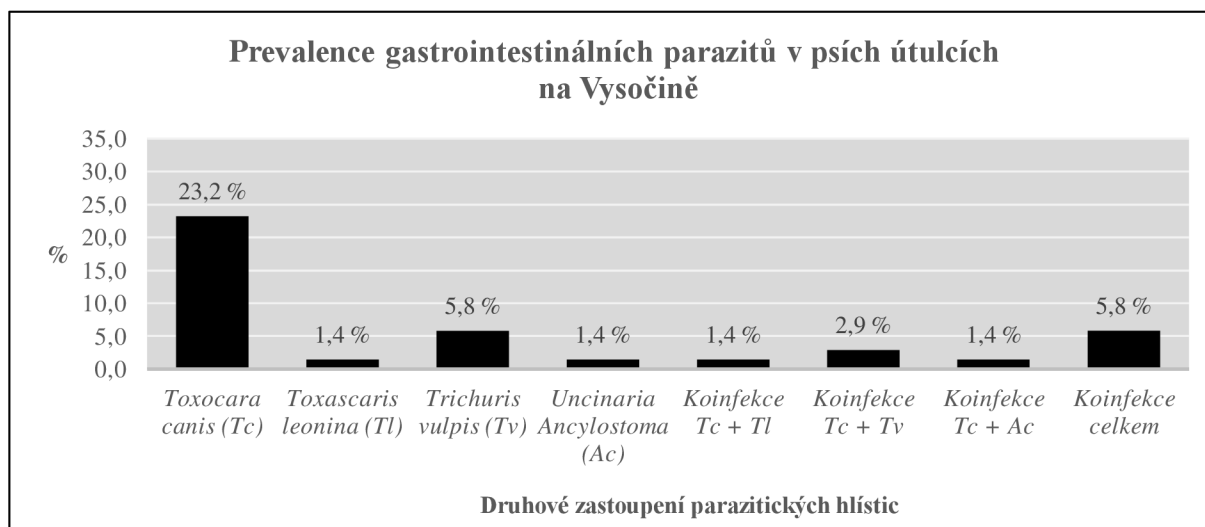
5.2 Porovnání četnosti výskytu gastrointestinálních parazitů mezi útulky a soukromými chovy psů



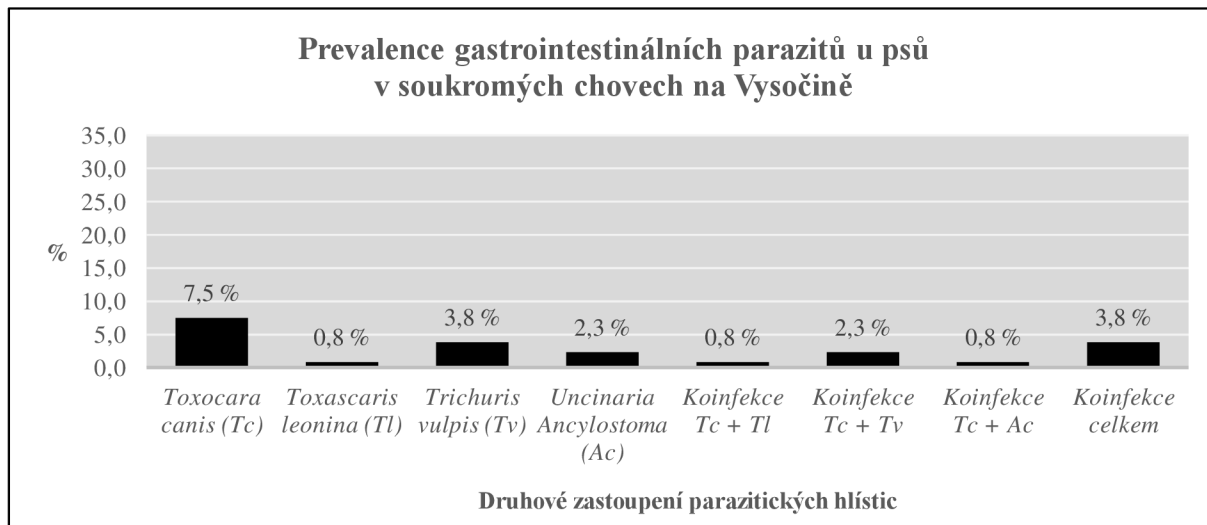
Obr. 15. Graficky vyjádřená četnost výskytu gastrointestinálních parazitů porovnávající psy z útulku se psy ze soukromých chovů. V útulcích bylo nalezeno 10,9 % pozitivních vzorků, což odpovídá 22 jedincům z celkového počtu 69 vzorků, a v soukromých chovech bylo pozitivních 19 jedinců z celkového počtu 133 vzorků, což je procentuálně vyjádřeno hodnotou 8,9.

Pozorované četnosti			
	Psi z útulků	Psi ze soukromých chovů	Celkem
Pozitivní	22	19	41
Negativní	47	114	161
Celkem	69	133	202
Očekávané četnosti			
	Psi z útulků	Psi ze soukromých chovů	Celkem
Pozitivní	14,0050	26,9950	41
Negativní	54,9950	106,0050	161
Celkem	69	133	202
			p = 0,003186765

Obr. 16. Závislost mezi výskytem gastrointestinálních parazitů u psů z útulků a u psů v soukromých chovech byla statisticky ověřována χ^2 testem na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. Byly formulovány statistické hypotézy. Nulová hypotéza udává, že se parazité nevyskytují častěji u psů v útulcích než u psů žijících v soukromých chovech. Alternativní hypotéza tvrdí, že se parazité vyskytují častěji u psů nacházejících se v útulcích než u psů žijících v soukromých chovech. Výsledek p-hodnoty byl nižší než hladina významnosti. Nulová hypotéza tedy byla prohlášena za neplatnou a alternativní hypotéza byla potvrzena. Výskyt gastrointestinálních parazitů je častější u psů v útulcích než u psů v soukromých chovech.

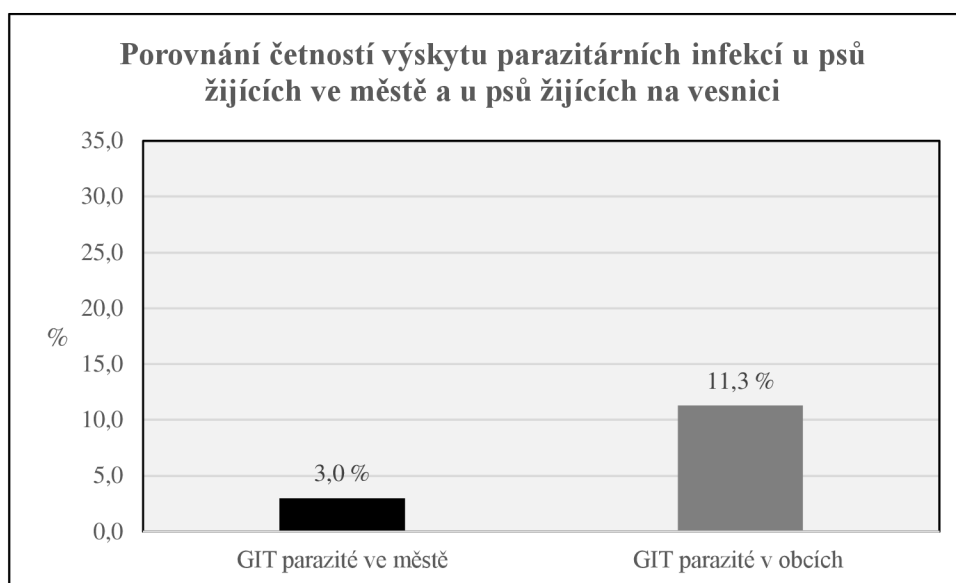


Obr. 17. Grafické znázornění jednotlivých parazitárních druhů ve všech vyšetřovaných útulcích, ve kterých bylo odebráno 69 vzorků. Zastoupena byla *T. canis* v 16 (23,2 %) vzorcích, *T. leonina* v 1 (1,4 %) vzorku, *T. vulpis* ve 4 (5,8 %) vzorcích, *U. stenocephala/Ancylostoma* spp. v 1 (1,4 %) vzorku, koinfekce *T. canis* a *T. leonina* v 1 (1,4 %) vzorku, *T. canis* a *T. vulpis* ve 2 (2,9 %) vzorcích, *T. canis* a *U. stenocephala/Ancylostoma* spp. v 1 (1,4 %) vzorku a celková koinfekce tak byla ve 4 (5,8 %) vzorcích výkalů.



Obr. 18. Graf ukazuje podíl jednotlivých druhů parazitů nalezených u psů v soukromých chovech ve 133 vyšetřovaných vzorcích. Ve výkalech byla zjištěna vajíčka *T. canis* v 10 (7,5 %) vzorcích, *T. leonina* v 1 (0,8 %) vzorku, *T. vulpis* v 5 (3,8 %) vzorcích, *U. stenocephala/Ancylostoma* spp. ve 3 (2,3 %) vzorcích, smíšené infekce *T. canis* a *T. leonina* v 1 (0,8 %) vzorku, *T. canis* a *T. vulpis* ve 3 (2,3 %) vzorcích, *T. canis* a *U. stenocephala/Ancylostoma* spp. v 1 (0,8 %) vzorku a smíšené infekce se vyskytovaly celkem v 5 (3,8 %) vzorcích výkalů.

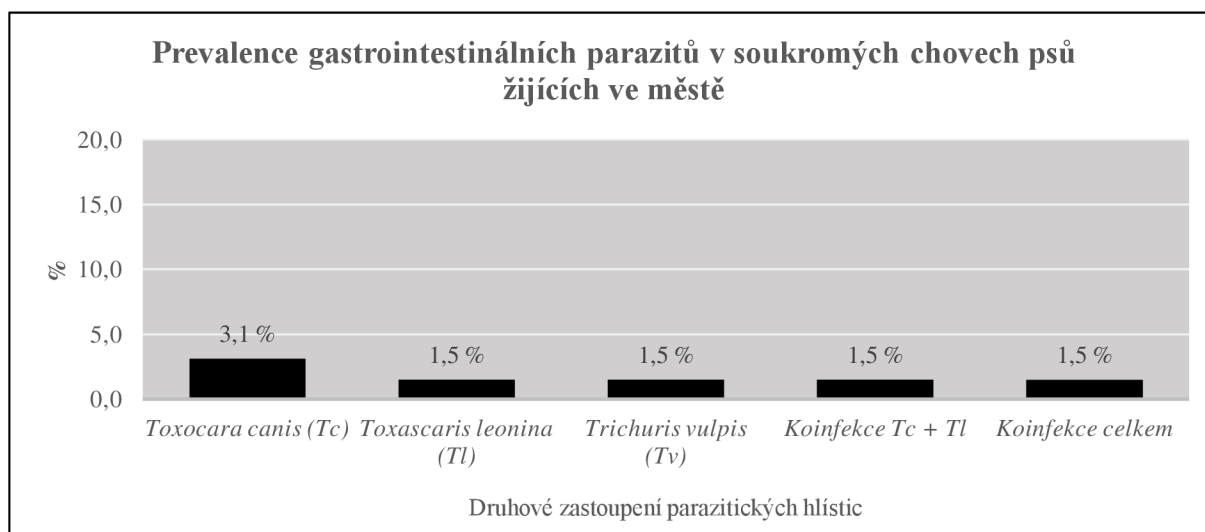
5.3 Porovnání četností výskytu gastrointestinálních parazitů mezi psy, žijícími ve městě a psy, žijícími na vesnici



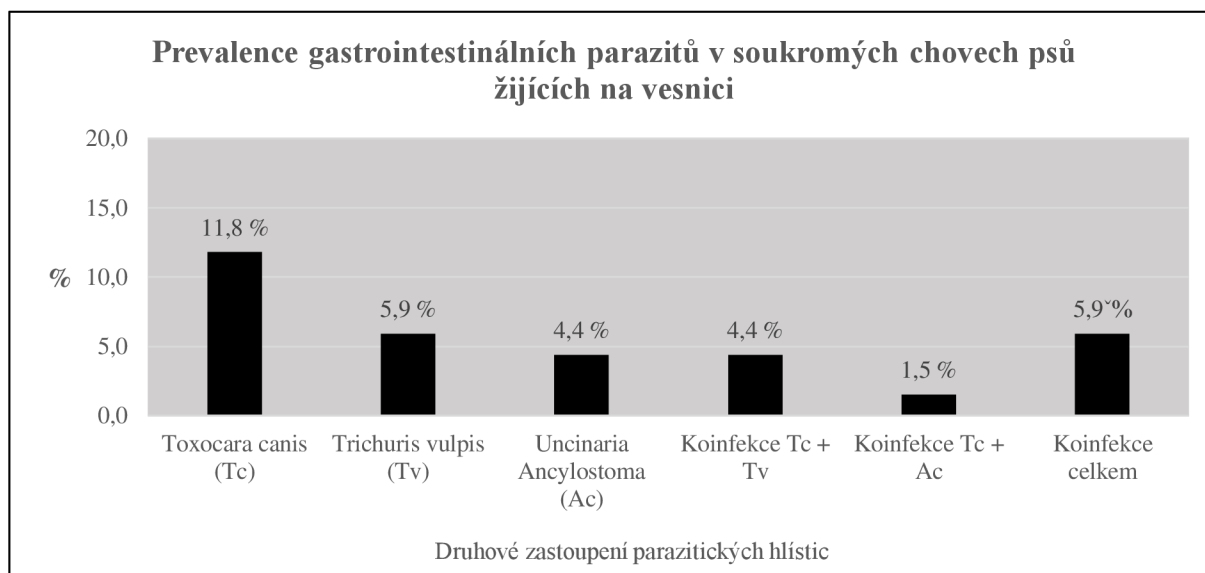
Obr. 19. Graficky vyjádřená četnost výskytu gastrointestinálních parazitů u psů, jejichž majitelé žijí ve městě anebo na vesnici. Z celkového počtu 133 vzorků od psů soukromých chovatelů vykazovala městská populace velmi nízkou prevalenci. Parazité byli prokázány u 4 jedinců (3,0 %) z celkového počtu 65 vzorků, zatímco pozitivních vzorků z vesnice bylo 15 (11,3 %) z celkových 68 vzorků.

Pozorované četnosti			
	Psi z města	Psi z obce	Celkem
Pozitivní	4	15	19
Negativní	61	53	114
Celkem	65	68	133
Očekávané četnosti			
	Psi z města	Psi z obce	Celkem
Pozitivní	9,2857	9,7143	19
Negativní	55,7143	58,2857	114
Celkem	65	68	133
			p = 0,008786835

Obr. 20. Závislost mezi výskytem gastrointestinálních parazitů u psů žijících ve městě a u psů žijících na vesnici byla statisticky ověřována χ^2 testem na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. Nulová hypotéza uvádí, že se parazité nevyskytují častěji u psů žijících v soukromých chovech na vesnici než u psů žijících ve městě. Alternativní hypotéza tvrdí, že se parazité vyskytují častěji u psů žijících na vesnici než u psů žijících ve městě. Výsledná p-hodnota byla nižší než hladina významnosti α . Nulová hypotéza se zamítá a alternativní hypotéza byla potvrzena. Výskyt gastrointestinálních parazitů je tedy častější u psů žijících na vesnici než u psů žijících ve městě.



Obr. 21. Graf uvádí podíl jednotlivých parazitárních druhů u psů žijících ve městě. Ve vyšetřovaném trusu o celkovém počtu 65 vzorků byla pozorována vajíčka *T. canis* ve 2 (3,1 %) vzorcích, *T. leonina* v 1 (1,5 %) vzorku, *T. vulpis* v 1 (1,5 %) vzorku, smíšené infekce pak u *T. canis* a *T. leonina* v 1 (1,5 %) vzorku a ten představuje celkovou koinfekci.



Obr. 22. Graf znázorňuje jednotlivé parazitární druhy u psů žijících na vesnici. Ve vyšetřovaném trusu o celkovém počtu 68 vzorků se nacházela vajíčka *T. canis* v 8 (11,8 %) vzorcích, *T. vulpis* ve 4 (5,9 %) vzorcích, *U. stenocephala/Ancylostoma* spp. ve 3 (4,4 %) vzorcích, koinfekce pak u *T. canis* a *T. vulpis* v 3 (4,4 %) vzorcích, *T. canis* a *U. stenocephala/Ancylostoma* spp. v 1 (1,5 %) vzorku a celkem tedy byly koinfekce nalezeny ve 4 (5,9 %) vzorcích výkalů.

6 Diskuze

Výskyt parazitárních onemocnění u psů závisí na mnoha faktorech, jako je geografická poloha, klima, demografické faktory, stav vlastnictví zvířat a pravidelnost v používání anthelmintik. Cílem kontroly parazitů psů je snížení rizika přenosu mezi samotnými psi, zabránění vzniku zoonotických onemocnění a kontaminaci půdy.

V této práci byla celková prevalence gastrointestinálních parazitů na Vysočině 20,3 %. V trusu psů byly zjištěny pouze vajíčka helmintů, což mohlo být způsobeno malými zkušenostmi s pozorováním parazitárních stádií v mikroskopu. Pro přesnější porovnání hodnot četnosti výskytu střevních parazitů s jinými studiemi bylo tedy zvoleno porovnávání prevalence vyskytující se u jednotlivých druhů, a to *T. canis*, *T. leonina*, *U. stenocephala/Ancylostoma* spp. a *Trichuris vulpis*.

Vajíčka *U. stenocephala* a *Ancylostoma* spp. jsou ve světelném mikroskopu velmi obtížně rozlišitelná, proto byly spojeny do jedné skupiny.

6.1 Porovnání prevalence v soukromých a městských útulcích

Z porovnání prevalence gastrointestinálních parazitů mezi soukromými útulky a městskými útulky bylo zjištěno, že u soukromých útlků je 11 × vyšší oproti městským.

V soukromých útulcích bylo nalezeno 31,9 % pozitivních vzorků a v městských útulcích pouze 2,9 %.

Tento stav může souviset s finančním zajištěním útlků a počtem ošetřovatelů, kteří se o psy starají. U soukromých útlků, které fungují jako neziskový sektor a jsou závislé na finančních příspěvcích dárců, není dostatek prostředků na veterinární péči takový, jako u městských útlků. Finance jsou v nich použity především na život ohrožující stavy zvířat, zajišťování krmení a veškeré věcné zabezpečení (opravy kotců, výběhů, dezinfekce, základní vybavení pro chov). Významnost parazitárních onemocnění je tak utlačována do pozadí. Městské útulky mají naopak dostatek finančních prostředků, které umožní leckdy veterinární péči, kterou psi nemají ani u soukromých majitelů. Stejně je to s počtem ošetřovatelů. Soukromé útulky mají v tomto směru podstav a u všech útlků, které byly vyšetřovány, hlavní péče závisela pouze na dvou ošetřovatelích bez ohledu na počet psů, kteří se v danou dobu v útulku nacházeli. Soukromé útulky spoléhají na pomoc dobrovolníků, která však není konstantní. Oproti tomu městské útulky měly nadstav, co se týká počtu ošetřovatelů, čímž byla zajištěna individuálnější péče pro každého psa, a to i z pohledu veterinární péče.

V jednom ze soukromých útlků byly odebrány vzorky v den, kdy útulek přijal 7 psů z množirny, což velmi ovlivnilo výsledek, neboť všichni tito psi byly infikováni *T. canis* a u dvou z nich byla potvrzena koinfekce *T. canis* a *T. vulpis*. Celkem se v tomto útulku nacházelo po příjmu 14 psů.

Počet psů v soukromých útulcích byl vždy vyšší než u městských útlků. Zvýšená koncentrace psů na jednom místě mohla usnadňovat přenos mezi jednotlivými zvířaty a podílet se tak na vyšších výsledných hodnotách výskytu parazitů.

6.2 Porovnání prevalence v útulcích a soukromých chovech

Celková prevalence v útulcích dosahovala 10,9 % a v soukromých chovech 8,9 %. Na vyšším výskytu gastrointestinálních parazitů v útulcích se významně podíleli soukromé útulky, ve kterých byly často výběhové prostory prosypány pískem, v okolí se pohybovala jiná domácí i volně žijící, která měla často přístup do prostor útulku díky absenci plotů. Dva ze soukromých útulků byly v areálu, kde probíhal pravidelný výcvik psů.

Vyšetřením vzorků trusu z útulků na Vysočině byla zjištěna 23,2 % četnost výskytu *T. canis*. Hodnota prevalence byla velmi vysoká oproti jiným studiím. Ilić et al. (2021) uvádí, že ve veřejných útulcích Srbsku byla prevalence tohoto druhu 18,5 %. V útulcích v severovýchodní Itálii pak 9,7 % (Simonato et al. 2015) a nejnižší výskyt byl zaznamenán v útulcích v severním Německu, kde byla zjištěna hodnota 4,0 % (Becker et al. 2012). Vysoká prevalence *T. canis* v této práci mohla být ovlivněna malým počtem vyšetřovaných zvířat, ale také se na ní podílela infikovaná zvířata, která ještě nemohla být v rámci preventivního programu útulků odčervena, neboť byly některé vzorky odebrány ihned po jejich příjmu. Parazitický druh *T. vulpis* byl v této práci zastoupen u útlkových psů v 5,8 %, což je vyšší hodnota, než byla zaznamenána v Německu, kde útlkoví psi vykazovali prevalenci 4,0 % (Becker et al. 2012). Naopak v útulcích v Srbsku byla prokázána vyšší prevalence 7,7 %, (Ilić et al. 2021) a nejvyšší byla zjištěna v severovýchodní Itálii 29,2 % (Simonato et al. 2015). Tyto vysoké hodnoty by mohly být způsobeny množstvím volně pobíhajících bezprizorních domácích zvířat. *U. stenocephala/Ancylostoma* spp. měla četnost výskytu v útulcích na Vysočině 1,4 %. Nižší hodnota prevalence byla v Německu, a to 0,9 % (Becker et al. 2012). Avšak mnohem vyšší hodnota byla zaznamenána v severovýchodní Itálii 8,2 % (Simonato et al. 2015). U parazitického druhu *T. leonina*, která se v této práci vyskytovala s četností 1,4 %, byla prevalence oproti útulkům v Německu (0,4 %) nižší (Becker et al. 2012). V srbských útulcích se však pohybovala ve vyšších hodnotách (3,4 %) (Ilić et al. 2021).

V soukromých chovech na Vysočině byla nalezena vajíčka *T. canis* v 7,5 % vzorků. Tato hodnota však může být reálně nižší, protože vajíčka *T. canis* jsou ve světelném mikroskopu velmi snadno zaměněna s vajíčky *T. cati*, škrkavkou kočičí. Ta se do psího organismu dostávají díky časté koprofáгии kočičích exkrementů (Saari et al. 2019). Nejnižší prevalence *T. canis* byla zjištěna u psů v zájmových chovech ve Finsku, a to 3,1 % (Pullola et al. 2006). Nižší zaznamenané hodnoty byly také v Belgii a Nizozemsku, kde dosahovala 4,6 % (Lempereur et al. 2020), v severozápadní Anglii 5,3 % (Wright et al. 2016), v Německu 6,1 % (Barutzki & Schaper 2011) a ve Švýcarsku byla téměř totožná se zjištěním v této práci, a to 7,1 % (Sager et al. 2006). Vyšší prevalence *T. canis* naopak byly zjištěny ve studiích z Rumunska, ze Sardinie a Itálie, kdy dosáhla hodnoty 12,1 % (Mircean et al. 2017; Tamponi et al. 2017). Ve střední Itálii byla prevalence nejvyšší, 13,0 % (Riggio et al. 2013). Druhým nejčastějším parazitárním druhem u soukromých chovatelů byl *T. vulpis* s četností výskytu 3,8 %. Tato hodnota je srovnatelná se studiemi v Itálii 3,3 % (Riggio et al. 2013) a ze Sardinie a Itálie 3,9 % (Tamponi et al. 2017). Nejnižší prevalence byla zaznamenána opět ve Finsku, 0,2 % (Pullola et al. 2006) a naopak nejvyšší v Rumunsku, 14,6 % (Mircean et al. 2017). V Německu (Barutzki & Schaper 2011), Belgii a Nizozemsku (Lempereur et al. 2020) byla prevalence *T. vulpis* stejná, a to 1,2 %. *T. leonina* se u soukromých chovatelů na Vysočině vyskytovala s četností 0,8 %. Tato prevalence se příliš neliší od zjištění v jiných studiích, kde byla 0,4 % v Belgii a Nizozemsku

(Lempereur et al. 2020), 0,5 % v Rumunsku (Mircean et al. 2017), 0,6 % v Německu (Barutzki & Schaper 2011) a nejvyšší byla zaznamenána ve Švýcarsku 1,3 % (Sager et al. 2006) a 1,7 % v Itálii (Riggio et al. 2013). *U. stenocephala/Ancylostoma* spp. byla v soukromých chovech na Vysočině nalezena s četností výskytu 2,3 %. Byla téměř totožná, jako ve studii z Finska, kde hodnota prevalence dosahovala 2,6 % (Pullola et al. 2006). Nejvyšší výskyt byl zaznamenán v Rumunsku 18,1 % (Mircean et al. 2017) a nejnižší v Belgii a Nizozemsku 0,8 % (Lempereur et al. 2020). Nízká parazitární zátěž, která byla prokázána ve Finsku, by mohla být ovlivněna nejenom větší disciplinovaností majitelů v pravidelném podávání anthelmintických přípravků, ale také může hrát významnou roli chladnější podnebí.

6.3 Porovnání prevalence v soukromých chovech ve městě a na vesnici

Četnost výskytu gastrointestinálních parazitů u psů v soukromých chovech ve městě byla 3,0 %, zatímco na vesnici 11,3 %.

Ve vyšetřovaném trusu psů žijících ve městě se nacházela vajíčka *T. canis* s prevalencí 3,1 %, *T. leonina* v 1,5 % a *T. vulpis* 1,5 %. Studie provedená v centru Prahy zjistila u *T. canis* dvojnásobnou prevalenci, a sice 6,2 %. Naopak *T. vulpis* a *T. leonina* byly nalezeny v menším počtu, 1,1 % a 0,9 % (Dubná et al. 2007). V Maďarsku byla provedena podobná studie, zabývající se výskytem gastrointestinálních parazitů u psů žijících na venkově a ve městě, kde celková prevalence byla vyšší jak 50 % (Fok et al. 2001). Psi žijící ve městě byly častěji napadány parazitární infekcí. *T. canis* ve 24,3 %, *T. vulpis* ve 20,4 %, *Ancylostoma* spp. v 8,1 % a *T. leonina* ve 2,1 %.

U venkovských oblastí byla celková prevalence 11,3 %, což je výrazně nižší hodnota, než která byla zjištěna ve studii z venkovských oblastí v okolí Prahy, kde dosahovala 41,7 % (Dubná et al. 2007). Tento velký rozdíl může souviset s množstvím odebraných vzorků, kdy jich bylo vyšetřeno 540 oproti 68 vzorkům v této práci. Navíc v této práci byly ve vyšetřovaném trusu nalezeny pouze 4 druhy gastrointestinálních parazitů, oproti tomu ve studii z venkovských oblastí v okolí Prahy byly nalezeny parazitické druhy jako *Cystoisospora* spp., *Cryptosporidium* spp., *Taenia-type*, *Giardia* spp. a další, které mohly způsobovat monoinfekci a tím výrazně zvyšovat četnost výskytu gastrointestinálních parazitů. V Maďarsku u psů žijících na venkově se vyskytovala *T. canis* v 30,1 %, *T. vulpis* v 23,3 %, *Ancylostoma* spp. ve 13,1 % a *Toxascaris* nalezena nebyla (Fok et al. 2001). Prevalence u těchto druhů je výrazně vyšší, než byla zaznamenána v této práci.

7 Závěr

- Hlavním cílem této práce bylo zjistit četnost výskytu gastrointestinálních parazitů u psů, nacházejících se v útulcích a u psů, žijících v soukromých chovech na Vysočině. Byly stanoveny tři hypotézy, jejichž pravdivost byla overěna pomocí statistických nástrojů v MS Excel a následně potvrzena.
- Gastrointestinální parazité měli vyšší prevalenci u psů v útulcích a psi v soukromých chovech byli méně zatíženi parazitárními infekcemi. Při porovnání městských útulků se soukromými, byla prokázána vyšší prevalence u soukromých útulků a ve městech se u psů gastrointestinální parazité vyskytovali v menší míře než u psů chovaných na vesnici.
- Bylo prokázáno, že gastrointestinální parazité se stále u psů vyskytují, a to zejména u těch, kterým nejsou pravidelně podávána anthelmintická léčiva. Doporučovaná frekvence odčervení, jednou za tři měsíce, je podceňována a tím dochází k permanentnímu šíření parazitárních vajíček do prostředí. Tento neustále se opakující koloběh lze přerušit pouze důsledným dodržováním odčervovacího schématu. Přístup některých chovatelů a ošetřovatelů v útulcích by měl být v této problematice přehodnocen.

8 Literatura

- Adolph C, Barnett S, Beall M, Drake J, Elsemore D, Thomas J, Little S. 2017. Diagnostic strategies to reveal covert infections with intestinal helminths in dogs. *Veterinary Parasitology* **247**:108–112. Elsevier B.V. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0304401717304399>.
- Aghaei S, Riahi SM, Rostami A, Mohammadzadeh I, Javanian M, Tohidi E, Foroutan M, Esmaeili Dooki M. 2018. *Toxocara* spp. infection and risk of childhood asthma: A systematic review and meta-analysis. *Acta Tropica* **182**:298–304. Elsevier. Available from <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2018.03.022>.
- Alcántara A, Soldevila L, Valerio L, Roure S, Pérez-Quílez O, Martínez-Cuevas O, Villanova X. 2020. Cutaneous larva migrans or the wandering invader. Description of 16 cases in the Northern Metropolitan area of Barcelona. *Travel Medicine and Infectious Disease* **36**:101545. Elsevier. Available from <https://doi.org/10.1016/j.tmaid.2019.101545>.
- Alvarado-Villalobos MA, Cringoli G, Maurelli MP, Cambou A, Rinaldi L, Barbachano-Guerrero A, Guevara R, Chapman CA, Serio-Silva JC. 2017. Flotation techniques (FLOTAC and mini-FLOTAC) for detecting gastrointestinal parasites in howler monkeys. *Parasites and Vectors* **10**:1–8. BioMed Central Ltd. Available from <https://parasitesandvectors.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13071-017-2532-7>
- Antolová D, Reiterová K, Míterpáková M, Stanko M, Dubinský P. 2004. Circulation of *Toxocara* spp. in suburban and rural ecosystems in the Slovak Republic. *Veterinary Parasitology* **126**:317–324. Elsevier. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0304401704003802>.
- Araujo JM, Araújo JV de, Braga FR, Ferreira SR, Tavela A de O. 2013. Predatory activity of chlamydospores of the fungus *Pochonia chlamydosporia* on *Toxocara canis* eggs under laboratory conditions. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária* **22**:171–174. Available from http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1984-29612013000100171&lng=en&tlng=en.
- Arruda IF, Ramos RCF, Barbosa A da S, Abboud LC de S, dos Reis IC, Millar PR, Amendoeira MRR. 2021. Intestinal parasites and risk factors in dogs and cats from Rio de Janeiro, Brazil. *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports* **24**:100552. Elsevier B.V. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S240593902100023X>.
- Aspinall V, Capello M. 2019. *Introduction to Animal and Veterinary Anatomy and Physiology*. CABI Publishing, Wallingford.

- Avila LF da C de, Conceição FR, Telmo P de L, Dutra GF, Santos DG de los, Martins LHR, Berne MEA, Silva PEA da, Scaini CJ. 2012. *Saccharomyces boulardii* reduces infection intensity of mice with toxocariasis. *Veterinary Parasitology* **187**:337–340. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0304401712000052>.
- Aydenizöz-Ozkayhan M, Yağci BB, Erat S. 2008. The investigation of *Toxocara canis* eggs in coats of different dog breeds as a potential transmission route in human toxocariasis. *Veterinary parasitology* **152**:94–100. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0304401707006541>.
- Azam D, Ukpai OM, Said A, Abd-Allah GA, Morgan ER. 2012. Temperature and the development and survival of infective *Toxocara canis* larvae. *Parasitology Research* **110**:649–656. Available from <http://link.springer.com/10.1007/s00436-011-2536-8>.
- Bajer A, Bednarska M, Rodo A. 2011. Risk factors and control of intestinal parasite infections in sled dogs in Poland. *Veterinary Parasitology* **175**:343–350. Elsevier B.V. Available from <http://dx.doi.org/10.1016/j.vetpar.2010.10.029>.
- Ballweber LR, Beugnet F, Marchiondo AA, Payne PA. 2014. American Association of Veterinary Parasitologists' review of veterinary fecal flotation methods and factors influencing their accuracy and use--is there really one best technique? *Veterinary parasitology* **204**:73–80. Elsevier. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S030440171400288X>.
- Baneth G, Thamsborg SM, Otranto D, Guillot J, Blaga R, Deplazes P, Solano-Gallego L. 2016. Major Parasitic Zoonoses Associated with Dogs and Cats in Europe. *Journal of Comparative Pathology* **155**:S54–S74. W.B. Saunders Ltd. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S002199751500314X>.
- Bartosova B, Koudela B, Slana I. 2021. Detection of *Cyclospora cayetanensis*, *Echinococcus multilocularis*, *Toxocara* spp. and microsporidia in fresh produce using molecular methods: – A review. *Food and Waterborne Parasitology* **23**:e00124. Elsevier. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2405676621000159>.
- Barutzki D, Schaper R. 2011. Results of parasitological examinations of faecal samples from cats and dogs in Germany between 2003 and 2010. *Parasitology research* **109 Suppl**:S45-60. Available from <http://link.springer.com/10.1007/s00436-011-2402-8>.
- Becker A-C, Rohen M, Epe C, Schnieder T. 2012. Prevalence of endoparasites in stray and fostered dogs and cats in Northern Germany. *Parasitology Research* **111**:849–857. Available from <http://link.springer.com/10.1007/s00436-012-2909-7>.

- Beugnet F, Halos L, Guillot J. 2018. Textbook of Clinical Parasitology in dogs and cats. Servet editorial–Grupo Asis Biomedia, S.L., Madrid.
- Bodes FJS, Martínez FJP. 2023. Aughey and Frye’s Comparative Veterinary Histology with Clinical Correlates. CRC Press, Boca Raton.
- Blaszowska J, Wojcik A, Kurnatowski P, Szwabe K. 2013. Geohelminth egg contamination of children’s play areas in the city of Lodz (Poland). *Veterinary parasitology* **192**:228–33. Elsevier. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0304401712005298>.
- Bowman DD. 2021. Ascaris and Toxocara as foodborne and waterborne pathogens. *Research in veterinary science* **135**:1–7. W.B. Saunders. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S003452882031119X>.
- Bowman DD, Montgomery SP, Zajac AM, Eberhard ML, Kazacos KR. 2010. Hookworms of dogs and cats as agents of cutaneous larva migrans. *Trends in parasitology* **26**:162–7. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1471492210000176>.
- Buckle KN, Hardcastle MR, Scott I, Craig LE, French A, Gedye K, Collett MG. 2019. Toxocara canis Larval Migration Causing Verminous Pneumonia in Fading Puppies From 2 Scottish Terrier Litters. *Veterinary Pathology* **56**:903–906. Available from <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0300985819852131>.
- Campos DR, Perin LR, Camatta NC, Oliveira LC, De Siqueira DF, Aptekmann KP, Martins IVF. 2017. Canine hookworm: Correlation between hematological disorders and serum proteins with coproparasitological results. *Revista Brasileira de Medicina Veterinaria* **39**:147–151. Universidade Federal Fluminense. Available from <https://click.endnote.com/viewer?doi=10.29374%2F2527-2179.bjvm019117&token=WzEzNzc0NjYsIjEwLjI5Mzc0LzI1MjctMjE3OS5ianZtMDE5MTE3Ii0.jJSkRlKxuAYAflm-pc8CrkZ-zg> (accessed April 13, 2023).
- Canonici A, Siret C, Pellegrino E, Pontier-Bres R, Pouyet L, Montero MP, Colin C, Czerucka D, Rigot V, André F. 2011. Saccharomyces boulardii Improves Intestinal Cell Restitution through Activation of the $\alpha 2\beta 1$ Integrin Collagen Receptor. *PLoS ONE* **6**:e18427. Available from <https://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0018427>.
- Car S, Croton C, Haworth M. 2019. Pseudohypoadrenocorticism in a Siberian Husky with Trichuris vulpis Infection. *Case Reports in Veterinary Medicine* **2019**. Hindawi Limited. Available from [/pmc/articles/PMC6556295/](https://doi.org/10.1155/2019/6556295).

- Cardoso PD et al. 2020. *Saccharomyces boulardii* reduces the mean intensity of infection in mice caused by the consumption of liver contaminated by *Toxocara canis*. *Parasitology Research* **119**:1161–1165. Parasitology Research. Available from <http://link.springer.com/10.1007/s00436-019-06567-5>.
- Colville T, Bassert JM. 2016. *Clinical Anatomy and Physiology for Veterinary Technicians*. Mosby, St. Louis.
- Cháves-González LE, Morales-Calvo F, Mora J, Solano-Barquero A, Verocai GG, Rojas A. 2022. What lies behind the curtain: Cryptic diversity in helminth parasites of human and veterinary importance. *Current Research in Parasitology & Vector-Borne Diseases* **2**:100094. Elsevier. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2667114X22000206>.
- Constantinoiu CC, Goulet MS, Constantinoiu EC, Scott JL. 2015. Mucosal tolerance of the hookworm *Ancylostoma caninum* in the gut of naturally infected wild dogs. *Parasite Immunology* **37**:510–520. Available from <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/pim.12218>.
- Cringoli G, Rinaldi L, Maurelli MP, Morgoglione ME, Musella V, Utzinger J. 2011. *Ancylostoma caninum*: Calibration and comparison of diagnostic accuracy of flotation in tube, McMaster and FLOTAC in faecal samples of dogs. *Experimental Parasitology* **128**:32–37. Academic Press. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0014489411000257>.
- Cringoli G, Rinaldi L, Maurelli MP, Utzinger J. 2010. FLOTAC: new multivalent techniques for qualitative and quantitative copromicroscopic diagnosis of parasites in animals and humans. *Nature Protocols* 2010 5:3 **5**:503–515. Nature Publishing Group. Available from <https://www.nature.com/articles/nprot.2009.235>.
- Da Silva Dias V, Picard C, Dompmartin A. 2020. [Cutaneous larva migrans]. *Annales de dermatologie et de venereologie* **147**:400–402. Elsevier Masson SAS. Available from <https://doi.org/10.1016/j.annder.2020.02.006>.
- Dam Larsen F, Larsen CS, Jespersen S. 2021. Outbreak of cutaneous larva migrans among Danish students at a high school on Zanzibar. *Travel Medicine and Infectious Disease* **41**:102008. Elsevier Ltd. Available from <https://doi.org/10.1016/j.tmaid.2021.102008>.
- Dantas-Torres F et al. 2020. TroCCAP recommendations for the diagnosis, prevention and treatment of parasitic infections in dogs and cats in the tropics. *Veterinary parasitology* **283**:109167. Elsevier. Available from <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2020.109167>.

- Delai RR et al. 2021. One Health approach on human seroprevalence of anti-Toxocara antibodies, Toxocara spp. eggs in dogs and sand samples between seashore mainland and island areas of southern Brazil. *One Health* **13**:100353. Elsevier. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2352771421001439>.
- Deshayes S, Bonhomme J, de La Blanchardière A. 2016, October 1. Neurotoxocariasis: a systematic literature review. Urban und Vogel GmbH. Available from <https://link.springer.com/article/10.1007/s15010-016-0889-8>.
- Deplazes P, Eckert J, Mathis A, Samson-Himmelstjerna G. 2016. *Horst Zahner Parasitology in Veterinary Medicine*. Wageningen Academic Publishers, Wageningen.
- Despommier D. 2003. Toxocariasis: clinical aspects, epidemiology, medical ecology, and molecular aspects. *Clinical microbiology reviews* **16**:265–72. Available from <https://journals.asm.org/journal/cmcr>.
- Dryden MW, Payne PA, Ridley R, Smith V. 2005. Comparison of Common Fecal Flotation Techniques for the Recovery of Parasite Eggs and Oocysts. Available from <http://vetlab.com/Dryden%20Comparison%20of%20Flotation%20Methods.pdf>.
- Dubná S, Langrová I, Nápravník J, Jankovská I, Vadlejš J, Pekár S, Fechtner J. 2007. The prevalence of intestinal parasites in dogs from Prague, rural areas, and shelters of the Czech Republic. *Veterinary parasitology* **145**:120–8. Elsevier. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S030440170600642X>.
- Dunstand-Guzmán E, Hallal-Calleros C, Hernández-Velázquez VM, Canales-Vargas EJ, Domínguez-Roldan R, Pedernera M, Peña-Chora G, Flores-Pérez I. 2020. Nematicidal and ovicidal activity of *Bacillus thuringiensis* against the zoonotic nematode *Ancylostoma caninum*. *Experimental parasitology* **218**:107982. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0014489419304813>.
- Dutra GF, Pinto NSF, de Avila LF da C, Dutra PC, Telmo P de L, Rodrigues LH, Silva AMWA, Scaini CJ. 2014. Risk of infection by the consumption of liver of chickens inoculated with low doses of *Toxocara canis* eggs. *Veterinary Parasitology* **203**:87–90. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0304401714001964>.
- Ekawardhani S, Anggoro UT, Krissanti I. 2021. Anthelmintic Potential of Medicinal Plants against *Ancylostoma caninum*. *Veterinary Medicine International* **2021**:1–6. Available from <https://www.hindawi.com/journals/vmi/2021/3879099/>.

- Elsemore DA, Geng J, Cote J, Hanna R, Lucio-Forster A, Bowman DD. 2017. Enzyme-linked immunosorbent assays for coproantigen detection of *Ancylostoma caninum* and *Toxocara canis* in dogs and *Toxocara cati* in cats. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation* **29**:645–653. SAGE Publications Inc. Available from <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1040638717706098>.
- Elsemore DA, Geng J, Flynn L, Cruthers L, Lucio-Forster A, Bowman DD. 2014. Enzyme-linked immunosorbent assay for coproantigen detection of *Trichuris vulpis* in dogs. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation* **26**:404–411. American Association of Veterinary Laboratory Diagnosticians. Available from <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1040638714528500>.
- Emmer A, Surov A, Kornhuber ME. 2015. Incidental cerebral toxocarosis as confirmed by cerebrospinal fluid cytology. *American Journal of Medicine* **128**:e35–e36. Elsevier Inc. Available from <http://www.amjmed.com/article/S0002934315005574/fulltext>.
- Epe C. 2009. Intestinal Nematodes: Biology and Control. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice* **39**:1091–1107. Elsevier Ltd. Available from <http://dx.doi.org/10.1016/j.cvsm.2009.07.002>.
- Eslahi AV et al. 2022. Global incidence of helminthic contamination of vegetables, cucurbits and fruits: A systematic review and meta-analysis. *Food Control* **133**:108582. Elsevier. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0956713521007209>.
- Fahrion AS, Staebler S, Deplazes P. 2008. Patent *Toxocara canis* infections in previously exposed and in helminth-free dogs after infection with low numbers of embryonated eggs. *Veterinary Parasitology* **152**:108–115. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0304401707006322>.
- Fakhri Y, Gasser RB, Rostami A, Fan CK, Ghasemi SM, Javanian M, Bayani M, Armoon B, Moradi B. 2018. *Toxocara* eggs in public places worldwide - A systematic review and meta-analysis. *Environmental pollution (Barking, Essex : 1987)* **242**:1467–1475. Elsevier Ltd. Available from <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.07.087>.
- Fok E, Szatmári V, Busák K, Rozgonyi F. 2001. Epidemiology: Prevalence of intestinal parasites in dogs in some urban and rural areas of Hungary. *Veterinary Quarterly* **23**:96–98. Available from <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01652176.2001.9695091>.
- Furtado LFV, dos Santos TR, de Oliveira VNGM, Rabelo ÉML. 2020. Genotypic profile of benzimidazole resistance associated with SNP F167Y in the beta-tubulin gene of *Necator americanus* helminths obtained from Brazilian populations. *Infection, Genetics and Evolution* **86**:104594. Elsevier. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1567134820304251>.

- Gates MC, Nolan TJ. 2009. Comparison of passive fecal flotation run by veterinary students to zinc-sulfate centrifugation flotation run in a diagnostic parasitology laboratory. *Journal of Parasitology* **95**:1213–1214. *J Parasitol*. Available from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19284803/>.
- Gawor J, Borecka A, Zarnowska H, Marczyńska M, Dobosz S. 2008. Environmental and personal risk factors for toxocariasis in children with diagnosed disease in urban and rural areas of central Poland. *Veterinary parasitology* **155**:217–22. Elsevier. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S03044401708002665>.
- Gebremedhin EZ, Tola GK, Sarba EJ, Getaneh AM, Marami LM, Endale SS. 2020. Prevalence and risk factors of helminths' infection of dogs in three towns of west Shoa zone, Oromia regional state, Ethiopia. *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports* **21**:100443. Elsevier. Available from <https://doi.org/10.1016/j.vprsr.2020.100443>.
- Giumelli RD, Santos MCP. 2016. Convivência com animais de estimação: Um estudo fenomenológico. *Revista da Abordagem Gestaltica* **22**:49–58. Instituto de Treinamento e Pesquisa em Gestalt-terapia de Goiania. Available from http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1809-68672016000100007&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt.
- Good B, Holland C V., Taylor MRH, Larragy J, Moriarty P, O'Regan M. 2004. Ocular Toxocariasis in Schoolchildren. *Clinical Infectious Diseases* **39**:173–178. Oxford Academic. Available from <https://academic.oup.com/cid/article/39/2/173/326661>.
- Gyawali P, Ahmed W, Sidhu JP, Jagals P, Toze S. 2017. Quantification of hookworm ova from wastewater matrices using quantitative PCR. *Journal of environmental sciences (China)* **57**:231–237. Elsevier B.V. Available from <http://dx.doi.org/10.1016/j.jes.2016.10.019>.
- Habluetzel A, Traldi G, Ruggieri S, Attili AR, Scuppa P, Marchetti R, Menghini G, Esposito F. 2003. An estimation of *Toxocara canis* prevalence in dogs, environmental egg contamination and risk of human infection in the Marche region of Italy. *Veterinary Parasitology* **113**:243–252. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S03044401703000827>.
- Hajipour N, Soltani M, Ketzis J, Hassanzadeh P. 2021. Zoonotic parasitic organisms on vegetables: Impact of production system characteristics on presence, prevalence on vegetables in northwestern Iran and washing methods for removal. *Food microbiology* **95**:103704. Academic Press. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0740002020302938>.

- Hamilton CM, Stafford P, Pinelli E, Holland C V. 2006. A murine model for cerebral toxocariasis: characterization of host susceptibility and behaviour. *Parasitology* **132**:791–801. Available from https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S0031182006009887/type/journal_article.
- Hendrix CM, Robinson E. 2017. *Diagnostic Parasitology for Veterinary Technicians*. Elsevier, St. Luis.
- Hennein L, de Alba Campomanes AG, Afshar AR, Robbins SL. 2022. As the worm turns: An infant with exotropia. *Survey of ophthalmology* **67**:288–292. Elsevier. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0039625720301752>.
- Hermanson JW, de Lahunta A, Evans HE. 2020. *Miller and Evans' Anatomy of the Dog*. Elsevier, St. Louis.
- Heukelbach J, Feldmeier H. 2008. Epidemiological and clinical characteristics of hookworm-related cutaneous larva migrans. *The Lancet Infectious Diseases* **8**:302–309. Elsevier. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1473309908700987>.
- Hiura E et al. 2015. Fungi predatory activity on embryonated *Toxocara canis* eggs inoculated in domestic chickens (*Gallus gallus domesticus*) and destruction of second stage larvae. *Parasitology Research* **114**:3301–3308. Available from <http://link.springer.com/10.1007/s00436-015-4553-5>.
- Hoffmeister B, Glaeser S, Flick H, Pornschlegel S, Suttorp N, Bergmann F. 2007. Cerebral toxocariasis after consumption of raw duck liver. *The American journal of tropical medicine and hygiene* **76**:600–2. Available from <https://ajtmh.org/doi/10.4269/ajtmh.2007.76.600>.
- Hofstätter BDM, Oliveira da Silva Fonseca A, de Souza Maia Filho F, de Souza Silveira J, Persici BM, Pötter L, Silveira A, Antonioli ZI, Brayer Pereira DI. 2017. Effect of *Paecilomyces lilacinus*, *Trichoderma harzianum* and *Trichoderma virens* fungal extracts on the hatchability of *Ancylostoma* eggs. *Revista Iberoamericana de Micología* **34**:28–31. *Asociación Española de Micología*. Available from <http://dx.doi.org/10.1016/j.riam.2016.04.004>.
- Holland C V. 2017. Knowledge gaps in the epidemiology of *Toxocara*: the enigma remains. *Parasitology* **144**:81–94. Available from https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S0031182015001407/type/journal_article.

- Hon LSG, Calvani NED, Ma G, Ward MP, Šlapeta J. 2022. Low exposure of urban dogs in metropolitan Sydney, Australia to *Toxocara canis* demonstrated by ELISA using *T. canis* excretory-secretory (E/S) larval antigens. *Veterinary parasitology* **302**:109663. Elsevier. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0304401722000176>.
- Hotez PJ, Beaumier CM, Gillespie PM, Strych U, Hayward T, Bottazzi ME. 2016. Advancing a vaccine to prevent hookworm disease and anemia. *Vaccine* **34**:3001–3005. Elsevier. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0264410X16300755>.
- Hu Y et al. 2018. *Bacillus thuringiensis* Cry5B protein as a new pan-hookworm cure. *International journal for parasitology. Drugs and drug resistance* **8**:287–294. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2211320718300423>.
- Ilić T, Nišavić U, Gajić B, Nenadović K, Ristić M, Stanojević D, Dimitrijević S. 2021. Prevalence of intestinal parasites in dogs from public shelters in Serbia. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases* **76**:101653. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S014795712100045X>.
- Jacobs D, Fox M, Gibbons L, Hermosilla C. 2015. *Principles of Veterinary Parasitology*. John Wiley & Sons, Hoboken.
- Jimenez Castro PD, Mansour A, Charles S, Hostetler J, Settje T, Kulke D, Kaplan RM. 2020. Efficacy evaluation of anthelmintic products against an infection with the canine hookworm (*Ancylostoma caninum*) isolate Worthy 4.1F3P in dogs. *International journal for parasitology. Drugs and drug resistance* **13**:22–27. Elsevier. Available from <https://doi.org/10.1016/j.ijpddr.2020.04.003>.
- Jimenez Castro PD, Venkatesan A, Redman E, Chen R, Malatesta A, Huff H, Zuluaga Salazar DA, Avramenko R, Gillear JS, Kaplan RM. 2021. Multiple drug resistance in hookworms infecting greyhound dogs in the USA. *International Journal for Parasitology: Drugs and Drug Resistance* **17**:107–117. Elsevier. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2211320721000415>.
- Kaneva E, Rainova I, Harizanov R, Nikolov G, Kaftandjiev I, Mineva I. 2015. Study of *Toxocara* seroprevalence among patients with allergy and healthy individuals in Bulgaria DOI: 10.1111/pim.12217.
- Kitchen S, Ratnappan R, Han S, Leasure C, Grill E, Iqbal Z, Granger O, O'Halloran DM, Hawdon JM. 2019. Isolation and characterization of a naturally occurring multidrug-resistant strain of the canine hookworm, *Ancylostoma caninum*. *International Journal for Parasitology* **49**:397–406. Australian Society for Parasitology. Available from <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2018.12.004>.

- Klein BG. 2020. Cunningham's Textbook of VETERINARY PHYSIOLOGY. Elsevier, St. Luis.
- Klockiewicz M, Jakubowski T, Sobczak-Filipiak M, Bartosik J, Długosz E. 2019. Experimental infection with *T. canis* and *T. leonina* in farm mink (*Neovison vison*). *Journal of Veterinary Research* **63**:197–203. Available from <https://www.sciendo.com/article/10.2478/jvetres-2019-0033>.
- König HE, Liebich HG. 2002. Anatomie domácích savců: Splanchnologie, cévní a nervová soustava. Hajko & Hajková, Bratislava.
- Kramer De Mello IN, Braga FR, Avelar Monteiro TS, Freitas LG, Araujo JM, Freitas Soares FE, Araújo J V. 2014. Biological control of infective larvae of *Ancylostoma* spp. in beach sand. *Revista Iberoamericana de Micología* **31**:114–118. Asociacion Espanola de Micologia. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1130140613000478>.
- Krzywanski J, Kuchar E, Mierzynski R. 2021. Cutaneous larva migrans in a beach volleyball player. *IDCases* **24**:e01084. Elsevier Ltd. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2214250921000408>.
- Lee K-P, Shen P-C, Shih Y-C, Chou C-M, Tsai C-S, Sun Y-T, Fan C-K. 2021. The first two cases of neurotoxocariasis in Taiwan. *Journal of the Formosan Medical Association* **120**:1520–1525. Elsevier. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0929664621000474>.
- Lempereur L, Nijse R, Losson B, Marechal F, de Volder A, Schoormans A, Martinelle L, Danlois F, Claerebout E. 2020. Coprological survey of endoparasite infections in owned dogs and owners' perceptions of endoparasite control in Belgium and the Netherlands. *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports* **22**:100450. Elsevier. Available from <https://doi.org/10.1016/j.vprsr.2020.100450>.
- Li H, Liu Y, Wang C, Li Y, Chen Y, Wang L, Zhou X, Xie Y. 2021. The complete mitogenome of *Toxascaris leonina* from the Siberian tiger (*Panthera tigris altaica*). *Mitochondrial DNA Part B* **6**:1416–1418. Taylor & Francis. Available from <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/23802359.2021.1911713>.
- Little SE et al. 2019. Coproantigen Detection Augments Diagnosis of Common Nematode Infections in Dogs. *Topics in Companion Animal Medicine* **35**:42–46. Elsevier Inc. Available from <https://doi.org/10.1053/j.tcam.2019.04.001>.

- Luna J, Cicero CE, Rateau G, Quattrocchi G, Marin B, Bruno E, Dalmay F, Druet-Cabanac M, Nicoletti A, Preux PM. 2018. Updated evidence of the association between toxocariasis and epilepsy: Systematic review and meta-analysis. *PLOS Neglected Tropical Diseases* **12**:e0006665. Public Library of Science. Available from <https://journals.plos.org/plosntds/article?id=10.1371/journal.pntd.0006665>.
- MacIel AS, Freitas LG, Figueiredo LD, Campos AK, Mello INK. 2012. Antagonistic activity of the fungus *Pochonia chlamydosporia* on mature and immature *Toxocara canis* eggs. *Parasitology* **139**:1074–1085. Available from https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S0031182012000418/type/journal_article.
- Macpherson CNL. 2013. The epidemiology and public health importance of toxocariasis: A zoonosis of global importance. *International Journal for Parasitology* **43**:999–1008. Australian Society for Parasitology Inc. Available from <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpara.2013.07.004>.
- Magnaaval J-F, Glickman LT, Dorchies P, Morassin B. 2001. Highlights of human toxocariasis. *The Korean Journal of Parasitology* **39**:1. Available from <http://parasitol.kr/journal/view.php?doi=10.3347/kjp.2001.39.1.1>.
- Maizels RM. 2013. *Toxocara canis*: molecular basis of immune recognition and evasion. *Veterinary parasitology* 193:365–74. Elsevier B.V. Available from <http://dx.doi.org/10.1016/j.vetpar.2012.12.032>.
- Mehlhorn H. 2016. *Animal Parasites: Diagnosis, Treatment, Prevention*. Springer, Berlín.
- Meriguetti YFFB, da Silva Raposo R, Zampieri BP, de Lima Cerazo LM, Pereira L, Santarém VA. 2018. Dispersion and infectivity of *Toxocara canis* eggs after passage through chicken intestine. *Parasitology Research* **117**:3481–3486. Parasitology Research. Available from <http://link.springer.com/10.1007/s00436-018-6045-x>.
- Mircean V, Dumitrache MO, Mircean M, Colosi HA, Györke A. 2017. Prevalence and risk factors associated with endoparasitic infection in dogs from Transylvania (Romania): A retrospective study. *Veterinary Parasitology* **243**:157–161. Elsevier. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0304401717302960>.
- Mizgajska-Wiktor H, Jarosz W, Fogt-Wyrwas R, Drzewiecka A. 2017. Distribution and dynamics of soil contamination with *Toxocara canis* and *Toxocara cati* eggs in Poland and prevention measures proposed after 20 years of study. *Veterinary Parasitology* **234**:1–9. Elsevier B.V. Available from <http://dx.doi.org/10.1016/j.vetpar.2016.12.011>.

- Mohan SB, Santhanakumar K, Bhat AA. 2022. Endoscopic Recognition and Management of *Trichuris vulpis* Induced Colitis in Three Dogs: A Case Report. *Iranian Journal of Parasitology* **17**:282. Tehran University of Medical Sciences. Available from [/pmc/articles/PMC9363245/](https://pmc/articles/PMC9363245/).
- Moreira GMSG, Telmo P de L, Mendonça M, Moreira ÂN, McBride AJA, Scaini CJ, Conceição FR. 2014. Human toxocariasis: current advances in diagnostics, treatment, and interventions. *Trends in Parasitology* **30**:456–464. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S147149221400124X>.
- Nagamori Y, Payton ME, Looper E, Apple H, Johnson EM. 2020. Retrospective survey of endoparasitism identified in feces of client-owned dogs in North America from 2007 through 2018. *Veterinary Parasitology* **282**:109137. Elsevier. Available from <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2020.109137>.
- Nielsen MK. 2021, August 1. What makes a good fecal egg count technique? Elsevier. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0304401721001680>.
- Okulewicz A, Perec-Matysiak A, Buńkowska K, Hildebrand J. 2012. *Toxocara canis*, *Toxocara cati* and *Toxascaris leonina* in wild and domestic carnivores. *Helminthologia* **49**:3–10. Available from <https://www.sciendo.com/article/10.2478/s11687-012-0001-6>.
- Overgaauw PAM, Nederland V. 1997. Aspects of *Toxocara* Epidemiology: Toxocarosis in Dogs and Cats. *Critical Reviews in Microbiology* **23**:233–251. Available from <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.3109/10408419709115138>.
- Perri AR, Heinrich S, Gur-Arieh S, Saunders JJ. 2017. Earliest Evidence of *Toxocara* sp. in a 1.2-Million-Yr-Old Extinct Hyena (*Pachycrocuta brevirostris*) Coprolite from Northwest Pakistan. *The Journal of parasitology* **103**:138–141. *J Parasitol*. Available from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27700620/>.
- Perry A, Dangoudoubiyam S, Bolling M, Rodrigues-Hoffmann A. 2016. Aberrant *Ancylostoma* sp. in the brain of a dog. *Veterinary Parasitology* **223**:210–213. Elsevier. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0304401716301315>.
- Pullola T, Vierimaa J, Saari S, Virtala AM, Nikander S, Sukura A. 2006. Canine intestinal helminths in Finland: Prevalence, risk factors and endoparasite control practices. *Veterinary Parasitology* **140**:321–326. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0304401706002408>.

- Raissi V, Masoumi M taqi, Ibrahim A, Etemadi S, Getso M, Jalali P, Babaei Pouya N, Zareie M, Ehsani Amraei F, Raiesi O. 2021. Spatial analysis of *Toxocara* spp. eggs in soil as a potential for serious human infection. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases* **75**:101619. Pergamon. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0147957121000114>.
- Reece WO, Rowe EW. 2017. *Functional anatomy and physiology of domestic animals*. John Wiley and Sons, Hoboken.
- Riggio F, Mannella R, Ariti G, Perrucci S. 2013. Intestinal and lung parasites in owned dogs and cats from central Italy. *Veterinary Parasitology* **193**:78–84. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0304401712006115>.
- Roddie G, Stafford P, Holland C, Wolfe A. 2008. Contamination of dog hair with eggs of *Toxocara canis*. *Veterinary Parasitology* **152**:85–93. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0304401707006620>.
- Rostami A, Ma G, Wang T, Koehler A V., Hofmann A, Chang BCH, Macpherson CN, Gasser RB. 2019. Human toxocariasis – A look at a neglected disease through an epidemiological ‘prism.’ *Infection, Genetics and Evolution* **74**:104002. Elsevier. Available from <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2019.104002>.
- Rostami A, Riahi SM, Omrani VF, Wang T, Hofmann A, Mirzapour A, Foroutan M, Fakhri Y, Macpherson CNL, Gasser RB. 2020. Global prevalence estimates of *Toxascaris leonina* infection in dogs and cats. *Pathogens* **9**:1–14. MDPI AG. Available from https://www.researchgate.net/publication/342401935_Global_Prevalence_Estimates_of_Toxascaris_leonina_Infection_in_Dogs_and_Cats.
- Saari S, Näreaho A, Nikander S. 2019. *Canine Parasites and Parasitic Diseases* Elsevier Academic Press, London.
- Sager H, Moret CS, Grimm F, Deplazes P, Doherr MG, Gottstein B. 2006. Coprological study on intestinal helminths in Swiss dogs: temporal aspects of anthelmintic treatment. *Parasitology Research* **98**:333–338. Available from <http://link.springer.com/10.1007/s00436-005-0093-8>.
- Said WS, Stybel V V., Gutyj B V., Pryima OB, Sobolta AG, Leskiv KY, Dytiuk MP. 2020. The state of the immune system of dogs in experimental toxocariasis. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences* **3**:20–24. Available from <https://ujvas.com.ua/index.php/journal/article/view/66>.

- Santos SV dos, Santos FHY, Lescano SAZ, Santos DM dos, Tiago É da S, Fonseca GRE, Ribeiro MCSDA, Chieffi PP. 2017. Migration pattern of *Toxocara canis* larvae in experimentally infected male and female *Rattus norvegicus*. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical* **50**:698–700. Available from http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0037-86822017000500698&lng=en&tlng=en.
- Schnieder T, Laabs E-M, Welz C. 2011. Larval development of *Toxocara canis* in dogs. *Veterinary Parasitology* **175**:193–206. Elsevier B.V. Available from <http://dx.doi.org/10.1016/j.vetpar.2010.10.027>.
- Shalash AO, Hussein WM, Skwarczynski M, Toth I. 2021. Hookworm infection: Toward development of safe and effective peptide vaccines. *The Journal of allergy and clinical immunology* **148**:1394-1419.e6. Elsevier Inc. Available from <https://doi.org/10.1016/j.jaci.2021.10.013>.
- Silva RC da, Oliveira PA de, Farias LA de. 2021. Particularidades do *Ancylostoma caninum*: Revisão. *Pubvet* **15**:1–6. Available from <http://www.pubvet.com.br/artigo/7190/particularidades-do-ancylostoma-caninum-revisatildeo>.
- Simonato G, Frangipane di Regalbono A, Cassini R, Traversa D, Beraldo P, Tessarin C, Pietrobelli M. 2015. Copromicroscopic and molecular investigations on intestinal parasites in kennel dogs. *Parasitology Research* **114**:1963–1970. Springer Verlag. Available from <http://link.springer.com/10.1007/s00436-015-4385-3>.
- Sivajothi S, Reddy BS. 2018. Investigation on *Toxocara* spp. eggs in hair coat of dogs in YSR Kadapa district of Andhra Pradesh, India. *Journal of Parasitic Diseases* **42**:550–553. Springer. Available from <https://link.springer.com/article/10.1007/s12639-018-1032-9>.
- Strube C, Heuer L, Janecek E. 2013. *Toxocara* spp. infections in paratenic hosts. *Veterinary Parasitology* **193**:375–389. Elsevier B.V. Available from <http://dx.doi.org/10.1016/j.vetpar.2012.12.033>.
- Svobodová V, Svoboda M, Vernerová E. 2013. *Klinická parazitologie psa a kočky*. B-V-M, Brno.
- Štrkolcová G, Mravcová K, Mucha R, Mulinge E, Schreiberová A. 2022. Occurrence of Hookworm and the First Molecular and Morphometric Identification of *Uncinaria stenocephala* in Dogs in Central Europe. *Acta Parasitologica* **67**:764–772. Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. Available from <https://link.springer.com/article/10.1007/s11686-021-00509-x>.

- Symeonidou I, Gelasakis AI, Arsenopoulos KV, Schaper R, Papadopoulos E. 2017. Regression models to assess the risk factors of canine gastrointestinal parasitism. *Veterinary Parasitology* **248**:54–61. Elsevier. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0304401717304661>.
- Tamponi C, Varcasia A, Pinna S, Melis E, Melosu V, Zidda A, Sanna G, Pipia AP, Zedda MT, Pau S, Brianti E, Scala A. 2017. Endoparasites detected in faecal samples from dogs and cats referred for routine clinical visit in Sardinia, Italy. *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports* **10**:13–17. Elsevier B.V. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2405939016302246>.
- Traversa D. 2011. Are we paying too much attention to cardio-pulmonary nematodes and neglecting old-fashioned worms like *Trichuris vulpis*? *Parasites and Vectors* **4**:1–11. BioMed Central. Available from <https://parasitesandvectors.biomedcentral.com/articles/10.1186/1756-3305-4-32>.
- Traversa D. 2012. Pet roundworms and hookworms: a continuing need for global worming. *Parasites & vectors* **5**:91. Available from <https://parasitesandvectors.biomedcentral.com/articles/10.1186/1756-3305-5-91>.
- Taylor MA, Coop RL, Wall RL. 2015. *Veterinary Parasitology*. John Wiley & Sons, Hoboken.
- Villeneuve A, Polley L, Jenkins E, Schurer J, Gilleard J, Kutz S, Conboy G, Benoit D, Seewald W, Gagné F. 2015. Parasite prevalence in fecal samples from shelter dogs and cats across the Canadian provinces. *Parasites & Vectors* **8**:281. BioMed Central Ltd. Available from <https://parasitesandvectors.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13071-015-0870-x>.
- Volf P, Horák P, 2007. *Paraziti a jejich biologie*. Triton, Praha.
- Wasyl K, Zawistowska-Deniziak A, Bańska P, Wędrychowicz H, Wiśniewski M. 2013. Molecular cloning and expression of the cDNA sequence encoding a novel aspartic protease from *Uncinaria stenocephala*. *Experimental Parasitology* **134**:220–227. Academic Press. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0014489413000830>.
- Wolfe A, Wright IP. 2003. Human toxocariasis and direct contact with dogs. *The Veterinary record* **152**:419–22. Available from <http://doi.wiley.com/10.1136/vr.152.14.419>.
- Wright I, Stafford K, Coles G. 2016. The prevalence of intestinal nematodes in cats and dogs from Lancashire, north-west England. *Journal of Small Animal Practice* **57**:393–395. Available from <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jsap.12478>.

Yoshikawa M et al. 2008. A familial case of visceral toxocariasis due to consumption of raw bovine liver. *Parasitology international* **57**:525–9. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1383576908000925>.

Zajac AM, Conboy GA, Little SE, Reichard MV. 2021. *Veterinary Clinical vParasitology* John Wiley & Sons. Honoken.

Ziam H, Kelanemer R, Belala R, Medrouh B, Khater HF, Djerbal M, Kernif T. 2022. Prevalence and risk factors associated with gastrointestinal parasites of pet dogs in North-Central Algeria. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases* **86**:101817. Pergamon. Available from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0147957122000741?via%3Dihub>.

