

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra zoologie a rybářství



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

**Výskyt gastrointestinálních parazitů u přežvýkavců v Zoo
Liberec**

Bakalářská práce

Autor práce: Tereza Chocholoušová

Chov exotických zvířat

Vedoucí práce: prof. Ing. Iva Langrová, CSc.

© 2024 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Výskyt gastrointestinálních parazitů u přežvýkavců v Zoo Liberec" 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 neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 28.4. 2024

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala své vedoucí bakalářské práce prof. Ing. Ivě Langrové, CSc. za její ochotu, cenné rady a trpělivost při vedení bakalářské práce. Dále bych ráda poděkovala Ing. Václavě Hrabětové, za její ochotu a pomoc při zpracovávání vzorků v laboratoři.

Výskyt gastrointestinálních parazitů u přežvýkavců v Zoo Liberec

Souhrn

Bakalářská práce byla zaměřena na výskyt gastrointestinálních parazitů u přežvýkavců v Zoologické zahradě Liberec. Cílem této práce bylo zjistit výskyt gastrointestinálních parazitů u vybraných přežvýkavců v Zoologické zahradě Liberec a jejich vliv na zdraví. Přítomnost parazitů u přežvýkavců byla zjišťována na vzorku jejich trusu a zpracována Cornell – Wisconsinovo metodou.

Materiál byl získán ze Zoologické zahrady Liberec. Celkem jsem získala 21 vzorků od 7 druhů přežvýkavců. K tomuto výzkumu byli zařazeny – nyala nížinná (*Tragelaphus angasii*), antilopa koňská (*Hippotragus equinus*), kozorožec dagestánský (*Capra cylindricornis*), nahur modrý (*Pseudois nayaur*), takin čínský (*Budorcas taxicolor bedfordi*), urial bucharský (*Ovis orientalis bocharensis*) a koza šrouborohá (*Capra falconeri heptneri*).

Vzorky po zpracování Cornell – Wisconsinovo metodou, byly zkoumány pod mikroskopem při zvětšení (100 x). Následně, pokud byl vzorek pozitivní na přítomnost určitého parazita, došlo k jeho determinaci podle tvaru, velikosti, délky a zařazení do příslušného rodu.

K omezení výskytu gastrointestinálních parazitů mohou chovatelé přispět dodržováním preventivních opatření, především udržování čistých pastvin a stájí, pravidelné odstraňování trusu a celkovou čistotu místa, kde se zvířata pohybují. Mezi důležitou složku se řadí také pravidelné odčervení, které také může zamezit výskyt gastrointestinálních parazitů.

Klíčová slova: Trichuris, Strongylida, Eimeria, gastrointestinální paraziti

Occurrence of gastrointestinal parasites in ruminants from the Liberec Zoo

Summary

This study was focused on the occurrence of gastrointestinal parasites in ruminants from the Liberec Zoo. The aim of this work was to determine the occurrence of gastrointestinal parasites in selected ruminants in the Liberec Zoo and their effect on health. The presence of parasites in ruminants was determined on a sample of their droppings and processed by the Cornell-Wisconsin method.

The material was obtained from the Liberec Zoo. In total, I obtained 21 samples from 7 species of ruminants. The lowland nyala (*Tragelaphus angasii*), roan antelope (*Hippotragus equinus*), east caucasian tur (*Capra cylindricornis*), bharal (*Pseudois nayaur*), golden takin (*Budorcas taxicolor bedfordi*), bukhara urial (*Ovis orientalis bocharensis*) and turkmenian markhor (*Capra falconeri heptneri*).

The samples, after processing by the Cornell-Wisconsin method, were examined under a microscope at magnification (100x). Subsequently, if the sample was positive for the presence of a certain parasite, it was determined according to shape, size, length and classification into the relevant genus.

Breeders can contribute to limiting the occurrence of gastrointestinal parasites by following preventive measures, especially maintaining clean pastures and stables, regular removal of droppings and overall cleanliness of the place where the animals move. An important component is also regular deworming, which can also prevent the occurrence of gastrointestinal parasites.

Keywords: Trichuris, Strongylida, Eimeria, gastrointestinal parasites

Obsah

1	Úvod	8
2	Cíl práce	10
3	Literární rešerše	11
3.1	Kmen Nematoda – Hlístice	11
3.1.1	Řád Rhabditida	12
3.1.1.1	Čeď Strongyloididae.....	12
3.1.1.1.1	Rod <i>Strongyloides</i>	13
3.1.2	Řád Enoplida	14
3.1.2.1	Čeď Trichuridae	14
3.1.2.1.1	Rod <i>Trichuris</i>	14
3.1.2.2	Čeď Capillariidae.....	15
3.1.2.2.1	Rod <i>Aonchotheca</i>	15
3.1.3	Řád Strongylida	16
3.1.3.1	Nadčeď Trichostrongyloidea	16
3.1.3.1.1	Rod <i>Nematodirus</i>	16
3.2	Kmen Apicomplexa	17
3.2.1	Třída Coccidea.....	17
3.2.1.1	Rod <i>Eimeria</i>	17
3.3	Přezývavci (Ruminantia)	18
3.3.1	Nyala nížinná (<i>Tragelaphus angasii</i>)	19
3.3.2	Antilopa koňská (<i>Hippotragus equinus</i>).....	19
3.3.3	Kozorožec dagestánský (<i>Capra cylindricornis</i>)	20
3.3.4	Nahur modrý (<i>Pseudois nayaur</i>)	20
3.3.5	Takin čínský (<i>Budorcas taxicolor bedfordi</i>)	20
3.3.6	Uriál bucharský (<i>Ovis orientalis boharensis</i>).....	21
3.3.7	Koza šrouborohá (<i>Capra falconeri heptneri</i>)	21
4	Metodika	22
4.1	Charakteristika Zoo Liberec	22
4.2	Chov vybraných druhů přezývavců v Zoo Liberec	22
4.3	Materiál	22
4.4	Cornell – Wisconsinova metoda	23

5	Výsledky	24
6	Diskuze.....	36
7	Závěr	38
8	Literatura	39
9	Seznam použitých zkratk a symbolů.....	43
10	Samostatné přílohy	44

1 Úvod

Ve své bakalářské práci se zabývám výskytem gastrointestinálních parazitů u přežvýkavců v Zoologické zahradě Liberec.

Gastrointestinální parazité jsou parazité, často se vyskytující nejen u přežvýkavců, ale i u jiných druhů živočichů chovaných v zajetí i žijících ve volné přírodě. Přežvýkavci chovaní v zoologických zahradách mohou být, oproti přežvýkavcům žijícím ve volné přírodě pod větším stresem, v důsledku uzavření v určitém prostoru. Stres vede ke snížení odolnosti přežvýkavců vůči parazitům. Infekce gastrointestinálními parazity mohou být asymptomatické, ale mohou také vést k vážným zdravotním problémům. Mezi hlavní příznaky infekce patří: průjem, nevolnost, zvracení, anémie a únava. Některé druhy parazitů mohou být dokonce přenosné i na člověka.

Proč je tedy důležité se o této problematice bavit? Zoologické zahrady jsou místa, kde se shromažďují různé druhy zvířat s různým stupněm jejich ohrožení ve volné přírodě. Šíření infekce způsobené gastrointestinálními parazity může mít mnoho negativních dopadů. Nákaza může probíhat zcela asymptomaticky a infikované druhy tak nemusí vykazovat žádné příznaky. Při rozšíření infekce může dojít ke zhoršení zdravotního stavu a vzniku komplikací spojených s chovem daného druhu. Zhoršený zdravotní stav může mít v mnoha případech negativní dopad na jejich reprodukci, což má zásadní vliv na význam zoologických zahrad, které se zaměřují na specializované chovné programy u druhů chovaných v zajetí a ohrožených druhů (Pencheva 2013). V neposlední řadě je důležité zmínit, že zoologické zahrady jsou místa, kde zvířata přicházejí do úzkého kontaktu s lidmi. Tím se zvyšuje riziko šíření parazitických infekcí, které mohou ohrožovat jak zdravá zvířata, tak i osob, kteří v zoo pracují. Mohou být ohroženi i návštěvníci, kteří mohou přijít se zvířaty do blízkého kontaktu.

Je důležité provádět pravidelnou prevenci, kdy prostředí kde se zvířata pohybují, je nutné udržovat v pořádku a čistotě. Dále bychom neměli také opomenout pravidelné odčervení antihelmentiky, které je velmi důležité k tomu, abychom zabránili případnému rozšíření infekce.

Parazité mohou být do zoologické zahrady zavlečeni několika možnými způsoby, prostřednictvím kontaminované živočišné potravy, mezihostitelů, paratenických hostitelů a dalších. (Dhakal et al. 2023).

Ve vzorcích, které jsem zkoumala, byli konkrétně přítomni tyto gastrointestinální parazité: rod *Trichuris*, rod *Nematodirus*, rod *Eimeria*, rod *Aonchotheca* a strongylidi z řádu Strongylida.

Diagnostika se provádí primárně laboratorně, fekálním flotačním postupem pro detekci vajíček / oocyst parazitů. Rod *Aonchotheca*, ale i ostatní rody přítomných parazitů, je velmi složité tímto testem rozlišit, proto jsou identifikována všeobecně jako rod. K přesnější identifikaci je zapotřebí fekální kultivace a identifikace larev L3 (Zajac 2006).

2 Cíl práce

Cílem práce bylo zjistit výskyt gastrointestinálních parazitů u přežvýkavců v Zoologické zahradě Liberec (Zoo Liberec) a posoudit jejich vliv na zdraví zvířat.

3 Literární rešerše

3.1 Kmen Nematoda – Hlístice

Hlístice jsou všeobecně velmi hojnou, morfologicky i biologicky rozmanitou skupinou. Představují jeden z největších živočišných kmenů v živočišné říši, z hlediska především druhové diverzity. Jejich rozmanitost zahrnuje formy, které cizopasí u obratlovců, velké množství druhů je volně žijících v půdě i ve vodě, druhy napadající rostliny i bezobratlé. Jejich velikost je od několika mikrometrů po několik metrů. Tělo je protáhlé, vřetenovité nebo niťovité, válcovité, vzácně případně jiného tvaru, jako je tomu například u tenkohlavců (Trichocephalidae), kteří mají přední část niťovitou a zadní tlustou (Ryšavý 1989). Stěna těla hlístic je tvořena tělním pokryvem – tegumentem neboli také kutikula. Kutikula má řadu funkcí: tvoří vnější kostru, vytváří ochrannou bariéru a skrz kutikulu dochází k výměně látek. Může být utvářena do několika různých útvarů, například trny, papily, hřebeny či výdutě (Langrová 2011).

Jejich tělo má tři základní části. Přední (hlavová) část, která nese orgány k přijímání potravy (ústa, pysky a jícen) a komplet receptorických orgánů. Tato část má nejvyšší pohyblivost, zajišťuje orientaci v prostředí. Ve střední části se nachází orgány zaživací soustavy (střevo), pohlavní orgány a jejich vývody (Ryšavý 1989). Pohlavní orgány jsou trubicovité, kopulačními orgány jsou spikuly, gubernákulum a telamon (Langrová 2011). Pohlavní orgány samečků a střevo vyúsťuje ve třetí zadní (kaudální) části těla.

Trávicí soustava je trubicovitěho tvaru a je dobře vyvinuta. Začíná ústním otvorem na přední části těla, který je součástí ústního aparátu. Ústní aparát může být ve formě ústní kapsuly, může obsahovat různé trhy či zuby nebo další útvary (Horák 1998). Součástí okolí vnější části ústního otvoru mohou být pysky nebo papily různého tvaru a počtu. Za ústním otvorem pokračuje jícen, jehož stavba se liší mezi jednotlivými skupinami. Za jícnem dále pokračuje trubicovité střevo, které může být odděleno malým žaludkem. Střevo je různé délky a u většiny parazitických zástupců vyúsťuje análním otvorem, na zadní části těla.

Nervová soustava hlístic má řadu společných znaků a je poměrně dobře vyvinuta. Centrální nervový systém sestává především z cirkumorálního mozku či nervového prstence. Axonální a dendritické výběžky, jsou umístěny ve svazcích, před a za nervovým prstencem. Svazky označované jako ganglia, narozdíl od ganglií ostatních druhů, neobsahují neuropil, ale pouze buněčná těla.

Motorické systémy se u hlístic liší, dle složitosti. Kladení vajec, defekace a krmení zahrnují malé sady vulválních, střevních a hltanových svalů, které jsou řízeny malým počtem specializovaných motorických neuronů (Schafer 2016). Složitější chování, jako je lokomoce, páření, jsou zprostředkovány somatickými svaly. Jejich pohyb se tvoří šířením vln svalové kontrakce, vlny putující od hlavy k ocasu mají za následek pohyb vpřed a v opačném směru, od ocasu k hlavě, způsobují pohyb vzad (Schafer 2016).

Hlístice jsou odděleného pohlaví (gonochoristi) a samečci jsou zpravidla menší než samičky.

Podle základních typů dělíme životní cyklus hlístic na dvě hlavní skupiny. Geohelmini jsou helminti s přímým životním cyklem, kdy cyklus probíhá jednak v hostiteli a ve své exogenní fázi pak v životním prostředí hostitele. Vajíčka nebo larvy těchto hlístic vycházejí z těla hostitele společně s jeho exkrementy. Poté se ve vnějším prostředí při vhodných podmínkách vyvíjejí a vzniká z nich larva I. stádia (L1). Mezi vhodné podmínky patří zejména teplota a vlhkost. Tyto larvy se dvakrát svlékají a vzniká larva II. stádia (L2), která má již dvě kutikuly, posledním stádiem je larva III. stádia (L3), která má tři kutikuly a je infekční.

Druhou skupinou jsou biohelmini, jejichž cyklus se liší tím, že k vývoji larev I.-III. stádia (L1-L3), je zapotřebí mezihostitel. Mezihostitelem mohou být různé druhy obratlovců, ale i bezobratlých, jako například žížala.

3.1.1 Řád Rhabditida

Do tohoto řádu se zařazují hlístice různých velikostí, které mají na apikálním konci těla dva, tři nebo více pysků, u některých skupin tyto útvary chybějí (Ryšavý 1989). Jícen je rhabditoidního tvaru. Náleží sem převážně volně žijící hlístice. Do tohoto řádu patří ve většině případů hlavně geohelmini. Při diagnostice se ve výkalech vyhledávají typická vajíčka, které obsahují larvu stočenou do písmene U (Langrová 2011).

3.1.1.1 Čeleď Strongyloididae

Hlístice čeledi Strongyloididae parazitují zejména v trávicím traktu přežvýkavců, ale i u jiných druhů zvířat. Řadí se mezi drobné parazity, vlasovitého tvaru, s délkou 2-4 milimetry. K infekci může dojít požitím larev v krmivu, nebo jsou larvy schopny samy aktivně pronikat přes pokožku do těla hostitele. U jednotlivých druhů zvířat, parazitují konkrétní druhy parazitů z čeledi Strongyloididae.

Příznaky infekce mohou být zcela asymptomatické, ale může také dojít ke vzniku parazitózy zvané strongyloidóza. Mezi příznaky se řadí vznik zánětlivých stavů s drobným krvácením na střevní sliznici, průjem, ztráta chuti, může dojít k poruchám růstu srsti a vývinu.

3.1.1.1.1 Rod *Strongyloides*

Strongyloides je rod parazitických hlístic, který má neobvykle volně žijící dospělou generaci (Viney 2007). Parazitují v tenkém střevě. *Strongyloides* je rod obsahující až 50 druhů obligátních gastrointestinálních parazitů obratlovců (Viney 2007). Oproti jiným hlísticím vytváří rozdíly v jejich životním cyklu. Dospělci, které utváří pouze samice, tvoří parazitická stádia.

Nákaza parazity tohoto rodu se řadí mezi poměrně časté infekce divokých i domácích zvířat. Výskyt infekce, lze detekovat vyšetřením trusu hostitele na vajíčka nebo larvy nebo vyšetřením tenkého střeva hostitele na parazitické samice (Viney 2007).

Morfologie parazitické a volně žijící generace životního cyklu se od sebe liší. Parazitické samice jsou přibližně 2 milimetry dlouhé, s tupým koncem ocasu a protáhlým filariformním jícnem. Volně žijící dospělá stádia jsou přibližně 1 milimetr dlouhá, přičemž samice je o něco větší než samec. Obě pohlaví mají rhabditiformní jícen (Viney 2007). Typické vajíčko pro tento rod, je možné vidět na obrázku č.1.

Životní cyklus *Strongyloides* je poměrně komplikovaný. Hostitelé se nakazí, když volně žijící infekční L3 larvy proniknou kůží. Tyto larvy migrují tělem hostitele, takže se 24 hodin po infekci nacházejí v naso-frontální oblasti hostitele, odkud jsou pravděpodobně spolknuty, aby dosáhly tenkého střeva (Tindall & Wilson 1988). Během migrace přes plíce se línají ve fázi L4, takže ve střevě jsou již přítomny dospělé parazitické samice (Viney 2007).

V hostitelském trusu se vajíčka vylíhnou, aby uvolnila larvy prvního stádia. Tyto L1 larvy mají alternativní potenciální vývojové osudy. V jednom případě se vyvinou přes L2-L4 stádia do rhabditiformních samčích a samičích forem, které se nazývají volně žijící generace. Vývoj je označován také jako nepřímý. Volně žijící dospělí jedinci se rozmnožují a samice klade vajíčka, která se vylíhnou, aby uvolnila L1 larvy, která se přes L2 línají do infekčních filariformních stádií L3. Tato infekční stádia L3 mají dlouhou životnost (Viney 2007).

Dalším možným osudem L1 larev, které se vylíhnou z vajíček prošlých trusem, je to, že se přes L2 přelíží do infekční L3. Tento vývoj je také označován jako přímý.

3.1.2 Řád Enoplida

Hlístice řádu Enoplida se řadí mezi nejranější linie hlístic. Jsou tenké a mají vlasovitý tvar. Jejich hltan má typickou stavbu a skládá se z krátké svalnaté přední části a dlouhé žlaznaté části. Žlázové buňky, stichocyty, lemují lumen v jedné až třech řadách a utvářejí tak orgán zvaný stichostom (Langrová 2011). S lumenem komunikuje každá z buněk hltanu jedním pórem. Na regulaci procesů v napadených buňkách hostitele se podílejí sekrety stichosomu.

3.1.2.1 Čeleď Trichuridae

Trichuridae mají přímý vývojový cyklus bez meziphostitele, šíří se silnostěnnými vajíčky s pólovými zátkami. Tělo je rozděleno na dvě části, přední, úzká, je zanořena do slizničního epitelu střeva. Zadní mnohem silnější část obsahuje pohlavní orgány a ční do lumenu střeva. Samci mají jen jednu spikulu, samice mají zadní část těla jen lehce ztenčenou. Vulva se nachází v části, kde přechází silná část do slabé. Jednotlivé druhy této čeledi se rozeznávají podle délky a tvaru spikuly a spikulové pochvy, dále podle typu trnů na pochvě a podle typu vulvy (Langrová 2011).

Po pozření infekčního vajíčka se ve střevě uvolní larva, které proniká do stěny střeva a poté se z ní vyvine dospělé stádium. Vajíčka potřebují ke svému vývinu poměrně vysokou teplotu.

Komplikovanější jsou silné infekce, kdy dochází ke změnám na sliznici, krvácení, ke vzniku edému, dehydrataci. Infekce bývá nejčastěji asymptomatická, ale může dojít i k silné infekci, kdy jedinec ztrácí chuť k jídlu, mají pomalý pulz a nízkou dechovou frekvenci (Langrová 2011).

3.1.2.1.1 Rod *Trichuris*

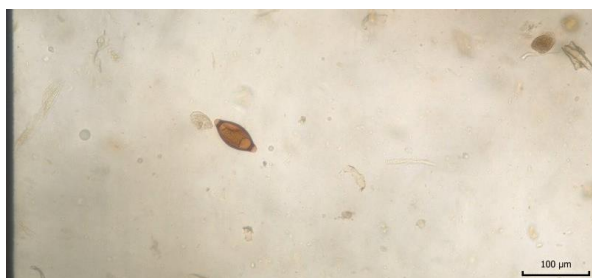
Tenkohlavec je rozšířený gastrointestinální parazit, který parazituje u velkého množství hostitelů včetně přežvýkavců. Jsou obvykle 4-6 centimetrů velcí. Může způsobovat onemocnění trichuriázu, které může vyvolávat zdravotní problémy.

Trichuris ovis (Abildgaard 1795) se vyskytuje ve slepém a tlustém střevě všech přežvýkavců a bývá relativně neškodný. Při menší infekci je většinou asymptomatický. Při větší nákaze může docházet k anémii a dehydrataci. Infekce bývá komplikovanější zejména u mláďat. Typické vajíčka rodu *Trichuris* jsou hnědá, mají sudovitý nebo citrónový tvar, jsou průhledná a mají nápadné zátky na obou koncích těla. Pochva je jemně otrněná, dvojité stočená a rozšířená, vulva je tvaru bradavice (Bulbul 2020). Tvar vajíčka typický pro tento rod je znázorněn na obrázku č. 1.

Životní cyklus je přímý, kdy se orálně požitá vajíčka vylíhnou v tenkém střevě a uvolněné larvy se zavrtají do stěvní stěny slepého střeva a proximálního tračníku. Infekční stádium se během příznivých podmínek, které souvisí s teplotou a vlhkostí, postupně vyvíjí. Zvíře se poté nakazí požitím infekčního stádia.

Při výskytu tohoto parazita u zvířat se k léčbě používají zejména antihelmintika, například Methyridin, Fenbendazol nebo Oxfendazol (Bulbul 2020).

Podle výzkumu, který prováděli Vejl et al. (2017), kdy chtěli zjistit, jaká je souvislost mezi morfologickou variabilitou samic rodu *Trichuris*, zjistili, že morfologie vulvy není spolehlivý marker pro určení konkrétního druhu. Proto je tedy velmi složité identifikovat tak přesný druh.



Obrázek č.1 vajíčko rodu *Trichuris* (zdroj: <https://home.czu.cz/kyrianovai/helminti>)

3.1.2.2 Čeleď Capillariidae

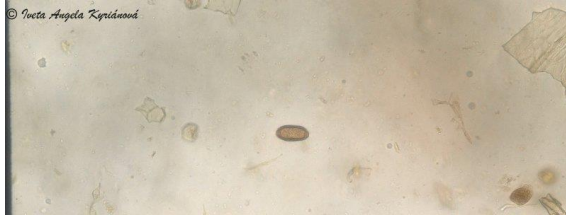
Kapilárovití jsou tenké vláskovité hlístice, bez rozšíření na koncích těla. Dospělci bývají 1-2 centimetry dlouzí. Zadní konec těla je u samců tvořen pseudoburzou. U samic vulva vyúsťuje v místě, kde se zakončuje hltan (Langrová 2011). Zařazují se mezi geohelminty i biohelminty, jejich mezihostitelem je nejčastěji žížala.

3.1.2.2.1 Rod *Aonchotheca*

Rod *Aonchotheca* cizopasí ve střevě obratlovců, převážně v tenkém střevě. Jejich vývoj je přímý, kdy k nákaze hostitele dojde při požití vajíček s infekční larvou.

Dle Moravce et al. (2000) došlo ke změně systematiky rodu *Capillaria*. Kdy rod *Capillaria*, přejmenovali na rod *Aonchotheca* a následně došlo k jeho rozdělení do několika dalších, zejména: *Aonchotheca*, *Amphibiocapillaria*, *Baruscapillaria*, *Calodium*, *Eucoleus* a *Pearsonema*.

Diagnostika se provádí koprologicky, kdy v daném vzorku nalezneme typická vajíčka ve tvaru citronu se zátkami na obou koncích. Typický tvar vajíčka je znázorněn na obrázku č.2. Oproti rodu *Trichuris*, bývají menší.



Obrázek č.2 vajíčko rodu *Aonchotheca* (zdroj: <https://home.czu.cz/kyrianovai/helminti>)

3.1.3 Řád Strongylida

Samice mají dvojitou sadu pohlavních orgánů (2 dělohy, 2 vaječníky), samci mají typickou pářící plachetku (*bursa copulatrix*) a dvě spikuly (Langrová 2011).

Infekce se rozšiřuje infekčními larvami, které kontaminují potravu. Zvíře se tak nejčastěji nakazí na pastvině nebo ve stáji. U larev 4. stádia je popsána hypobiosa, jev, kdy larvy dokáží přečkat nepříznivé období (zima) v uzlicích a dovyvinou se na jaře, až budou podmínky příznivé (Langrová 2011). Tvar a vzhled vajíčka strongylidního typu je viditelný na obrázku č. 3.



Obrázek č. 3 – vajíčko strongylidního typu (zdroj: <https://home.czu.cz/kyrianovai/helminti>)

3.1.3.1 Nadčeleď Trichostrongyloidea

Zástupci této nadčeledi mají redukovanou ústní kapsulu i věnec kutikulárních lístků (*corona radiata*) či mohou úplně chybět (Langrová 2011). Jsou červeně nebo růžově zbarveni. Parazitují zejména v tenkém střevě přežvýkavců.

3.1.3.1.1 Rod *Nematodirus*

Nematodirus mají typické kutikulární výdutě s viditelnými kutikulárními příčnými kroužky v přední části těla (Langrová 2011). Jejich vývojový cyklus je přímý přes infekční larvy, které se dostávají do hostitele přes infekční larvy. Makroskopicky bývají spirálovitě stočené. Typický tvar vajíčka je zobrazen na obrázku č.4.



Obrázek č. 4 vajíčko rodu *Nematodirus* (zdroj: <https://home.czu.cz/kyrianovai/helmini>)

3.2 Kmen Apicomplexa

Apicomplexa jsou celosvětově rozšířeni. Jsou lokalizovány zejména ve střevě. Zahrnují parazitické prvky, u nichž byli objeveny charakteristické organely apikálního komplexu – polární kruh, mikronemy, roptrie, subpelikulární tubuly, konoid. Nemají cilie ani bičíky s výjimkou mikrogamet. Soubory organel apikálního komplexu jsou lokalizovány na předním konci buňky a usnadňují pronikání do hostitelské buňky či alespoň fixaci na jejím povrchu. Po proniknutí oocysty do hostitele dochází k jeho napadení rozpuštěním Steidova tělíska nebo se oocysty otevírají rozpadem švu, pokud se stěna sporocysty skládá z chlopní. Většina zástupců cizopasí uvnitř hostitelských buněk. Jejich životní cyklus je složitý a obvykle se vyznačuje střídáním generací merogonie, gametogonie a sporogonie (Ryšavý 1989).

3.2.1 Třída Coccidea

Kokcidie jsou velmi malé, typicky vnitrobuněční cizopasníci. Jejich vývojový cyklus je velmi složitý a má tři fáze – merogonie, gametogonie a sporogonie. Fáze merogonie se mohou opakovat, počet opakování je u jednotlivých druhů různý. Při gametogonii vzniká z jednoho samičího gametocyty jediná samičí gameta. Zatímco ze samčího gametocyty vzniká samčích gamet více. Samičí makrogametocyt je kulovitý nebo ovoidní (Langrová 2011).

Jejich složitý životní cyklus, který je doprovázen střídáním generací, může probíhat v jediném hostiteli (monoxenní) nebo ve více hostitelích (heteroxenní).

3.2.1.1 Rod *Eimeria*

Rod *Eimerie* se řadí mezi monoxenní kokcidie, kdy celý vnitrobuněčný cyklus probíhá v buňkách jednoho hostitele. Během procesu, zvaný sporulace, dochází k meióze. Výsledkem sporulace je vznik sporocyst, v kterých vznikají haploidní sporozoiti. Infekčním stádiem je

vysporulovaná oocysta, což je oocysta, která obsahuje 4 sporocysty, a v každé z nich jsou 2 sporozoiti. Takováto oocysta je velmi odolná a až jeden rok infekceschopná (Langrová 2011).

Převážná většina kokcií rodu *Eimeria* se vyvíjí v různých částech střevní tkáně. Parazitují v tenkém střevě, ale mohou i ve tkáni jater, žlučníku nebo ledvinách. *Eimerie* jsou všeobecně striktně hostitelsky specifické. Oocysty, které vycházejí s výkaly ven z hostitelů, jsou základním faktorem přenosu. V obvyklých podmínkách jsou zvířata neustále reinfikována malým množstvím oocyst, tím se u zvířat vytváří určitý stupeň jejich imunity (Langrová 2011). Patogenní je infekce především pro zvířata, která se s infekcí ještě nesetkala (Langrová 2011).

Akutní kokcidióza se může projevit různě podle toho, jakými druhy *Eimerií* je způsobena a v jakém hostiteli probíhá (Ryšavý 1989). Mezi příznaky tohoto onemocnění se řadí průjem, doprovázený nechutenstvím a celkovou zchváceností. Na nakažené tkáni bývají makroskopicky viditelné léze. Po přejití akutní fáze onemocnění, se jedinec stává odolným vůči nákaze tímž druhem.

Typický tvar oocyst tohoto rodu, je viditelný na obrázku č.5.



Obrázek č.5 oocysty rodu *Eimeria* (zdroj: <https://home.czu.cz/kyrianovai/helmini>)

3.3 Přežvýkavci (Ruminantia)

Přežvýkavce zařazujeme do podřádu sudokopytníků (Artiodactyla), jejichž charakteristickým znakem je utváření končetin. Na všech končetinách mají třetí a čtvrtý prst stejně dlouhý. Ostatní prsty mají buď zakrnělé nebo jim zcela chybí.

Přežvýkavci, se dále dělí na několik čeledí: kančilovití (Tragulidae), žirafovití (Giraffidae), kabarovití (Moschidae), jelenovití (Cervidae), vidlorohovití (Antilocapridae) a v neposlední řadě turovití (Bovidae).

Trávení přežvýkavců

Jejich jedinečnou vlastností je jejich trávení. Veškeré druhy tráví potravu ve dvou krocích. Nejprve potravu rozžvýkají a spolknou, následně napůl strávenou směs zvrátí zpět do úst, kde ji znovu sežvýkají a tím tak maximalizují zisk potravy.

U přežvýkavců se před vlastním žaludkem vyvinuly předžaludky (bachor, čepce a kniha), v nichž probíhá trávení celulózy a ostatních živin prostřednictvím mikrobiálních enzymů produkovaných mikroflórou žijící v předžaludcích.

Proces přežvykování je složitý reflexní děj, při kterém se zapojuje řada receptorů, motorických nervů, nervových center, ale i svalových soustav. Během procesu přežvykování dochází k mechanickému rozmělnění a také k důkladnému proslinění. Sliny nejen potravu zvlhčují, ale také umožňují průchod tráveniny.

V bachoru vzniká aromatická kašovitá hmota hnědožluté až temně zelené barvy. Promíchávání potravy v bachoru probíhá střídavým smršťováním a uvolňováním bachoru a jeho přidruženého orgánu, čepce. Dalším orgánem je kniha, která se podílí na separaci a vrácení velkých a nestrávených kusů krmiva zpět do bachoru (Mohelský 2022).

3.3.1 Nyala nížinná (*Tragelaphus angasii*)

Nyala nížinná patří do řádu sudokopytníků (Artiodactyla), čeledi turovití (Bovidae) a rodu nyala (*Tragelaphus*).

Vyskytuje se na jihovýchodě Afriky. Mezi pohlavím jsou utvářeny velké rozdíly, mezi rozdíly můžeme zařadit přítomnost rohů, kdy rohy má pouze samec a samci jsou obvykle až dvakrát těžší než samice. Samice, společně s mláďaty mají srst zbarvenou červenohnědě s bílými pruhy, zatímco samci jsou zbarveni do šedohněda.

Samci žijí samostatně nebo v malých skupinkách a samice se sdružují se svými mláďaty. Vyskytují se především v hustých nížinných lesích, kde je pro ně hlavní potravou listí, tráva nebo ovocné plody některých stromů.

Pouze po dobu rozmnožování vytváří smíšené skupiny. Březost trvá přibližně 7 měsíců a rodí jedno mládě.

3.3.2 Antilopa koňská (*Hippotragus equinus*)

Antilopa koňská patří do řádu sudokopytníků (Artiodactyla), čeledi turovití (Bovidae), podčeledi přimorožci (Hippotraginae) a rodu antilopa (*Hippotragus*).

Žije téměř po celé Africe. Je zbarvená hnědošedě až rezavě, mezitím co spodní část těla je bílá. Na hlavě je výrazná bílá maska kolem očí a čumáku. Rohy se ohýbají dozadu a na koncích se od sebe rozestupují. Oproti samcům, rohy samic bývají slabší.

Zdržují se ve skupinách a žijí v travnatých a stromovitých stepích v nížinách i v horách. Převážně se živí trávou, občas listím keřů či plody.

3.3.3 Kozorožec dagestánský (*Capra cylindricornis*)

Kozorožec dagestánský se řadí do řádu sudokopytníků (Artiodactyla), čeledi turovití (Bovidae), podčeledi kozy a ovce (Caprinae) a rodu koza (*Capra*).

Žije ve vysokých horách a zdržuje se ve větších stádech. Nejdůležitějším znakem kozorožce dagestánského je utváření rohů. Jejich tvarem připomínají rohy ovcí, proto ho zoologové od skutečných kozorožců odlišují. Nad hlavou se rohy široce rozcházejí do stran, stáčí se dozadu a konečky k sobě. Jsou minimálně šroubovitě zakrouceny. U samců bývají 70 až 75 centimetrů dlouhé.

3.3.4 Nahur modrý (*Pseudois nayaur*)

Nahur modrý patří do řádu sudokopytníci (Artiodactyla), čeledi turovití (Bovidae), podčeledi kozy a ovce (Caprinae) a rodu koza (*Capra*).

Jeho oblast výskytu má omezené geografické rozšíření a je zaměřen převážně na střední Asii, včetně západních hor v Číně. Přes léto je šedohnědý, v zimě světle šedohnědý s modravým nádechem. Srst samců je oproti samicím tmavší. Má dva známé poddruhy *Pseudois nayaur nayaur* a *Pseudois nayuar szechuanensis*, kteří jsou systematicky blíže ke kozám než k ovcím. Vytváří skupiny buď jen jednoho pohlaví nebo i skupiny smíšené. Nahur modrý se živí převážně různými druhy zeleniny nebo stonky, listy, květy a plody stromů a keřů.

3.3.5 Takin čínský (*Budorcas taxicolor bedfordi*)

Takin čínský se taxonomicky zařazuje do řádu sudokopytníku (Artiodactyla), čeledi turovití (Bovidae), podčeledi kozy a ovce (Caprinae) a rodu takin (*Budorcas*). Takin (*Burdorcas taxicolor*) se dále řadí do čtyř poddruhů podle geografické polohy a rozdílů ve fyzických vlastnostech, a to tedy takin zlatý (*Burdorcas taxicolor bedfordi*), takin Mishmi (*B.t. taxicolor*), takin sečuánský (*B.t. Tibetana*) a takin bhútánský (*B.t. whitei*) (Chen et al. 2017).

Takin čínský je velký endemický savec. Žije v lesích a horských oblastech Himalájí, Indie a západní Číny. Podle Jia Li at al. (2020), kteří prováděli výzkum ohledně časových aktivit takina čínského zjistili, že vykazuje sezónní variace v chování i v jeho výskytu. Během léta byl zaznamenán v nejvyšších nadmořských výškách a během zimy v nejnižších nadmořských výškách. Ohledně jejich aktivit vykazují vyšší intenzitu za úsvitu a soumraku a nízkou úroveň aktivity během noci.

3.3.6 Urial bucharský (*Ovis orientalis bocharensis*)

Urial bucharský patří do řádu sudokopytníků (Artiodactyla), čeledi turovití (Bovidae) a rodu ovce (*Ovis*).

Žije ve střední Asii a je nejbližším příbuzným druhem muflona. Je považován za poddruh ovce. Mají typicky delší končetiny, pískovité zbarvení, silnou a světlou hřívu (Grolig 1963). Mají zvláště vinuté rohy, které jsou silnější. Jeho výskyt ve volné přírodě je velmi nízký.

3.3.7 Koza šrouborohá (*Capra falconeri heptneri*)

Koza šrouborohá se taxonomicky zařazuje do řádu sudokopytníků (Artiodactyla), čeledi turovití (Bovidae), podčeledi kozy a ovce (Caprinae) a rodu koza (*Capra*).

Vyskytují se ve strmých horách severní Indie. Řadí se mezi nejmohutnější z horských koz. U samců mohou rohy dosahovat délky až 1,5 metru, samice mají rohy menší. Barva srsti přechází od světle rezavé k pískové barvě v létě a k šedé na podzim. Břicho je bělavě šedé a ocas černavý. Samci i samice mají dlouhou bradku. Rohy mohou mít buď široce rozbíhavé, nebo úzké ve tvaru písmene V. Rohy jsou kolem podélné osy vývrtkovitě točené (Moinot 1996).

Žije na kamenitých, velmi přímých srážech. Zdržuje se v nadmořské výšce od 1400 do 2400 metru. Během roku vytváří malé, nesmíšené skupinky. Březost trvá přibližně 6 měsíců.

4 Metodika

Vzorky byly získány ze Zoologické zahrady Liberec, kde bylo odebráno 21 vzorků trusu od 7 druhů přežvýkavců. Přežvýkavci, kterých se tento výzkum týkal byli: nyala nížinná (*Tragelaphus angasii*), antilopa koňská (*Hippotragus equinus*), urial bucharský (*Ovis orientalis boharensis*), takin čínský (*Budorcas taxicolor bedfordi*), kozorožec dagestánský (*Capra cylindricornis*), nahur modrý (*Pseudois nayaur*) a koza šrouborohá (*Capra falconeri heptneri*).

4.1 Charakteristika Zoo Liberec

Zoo Liberec se řadí mezi jednu z nejstarších zoologických zahrad v České republice. Vznikla v roce 1904 a během té doby, prošla dlouhým vývojem. Svou rozlohou 14 hektarů, se sice neřadí mezi největší zoo v České republice, ale i přes menší rozlohu je zde možné vidět přes 170 druhů zvířat.

4.2 Chov vybraných druhů přežvýkavců v Zoo Liberec

Mezi jedny z nejzajímavějších druhů, které zoo chová, je právě náš zkoumaný takin čínský (*Budorcas taxicolor bedfordi*). Dříve byl chován pouze v Zoo Liberec, nyní ho je možné nalézt v dalších 2 zoologických zahradách v České republice.

Antilopu koňskou (*Hippotragus equinus*) zoo chová již od roku 1984. Úspěšně se jim daří každým rokem tento druh dále rozmnožovat.

Nyala nížinná (*Tragelaphus angasii*) je v Zoo Liberec chovaná od roku 2010.

Liberecká zoologická zahrada je také jedinečná v chovu uriala bucharského (*Ovis orientalis boharensis*). Je zde chován, jako jediný v České republice od roku 2011. Řadí se mezi ohrožené kopytníky.

Zoo Liberec kozorožce dagestánské chová (*Capra cylindricornis*) od roku 1961. Mezi prvními chovanými jedinci byli samec a dvě samice, kteří pocházeli ze Zoo Moskva.

Nahura modrého (*Pseudois nayaur*) zoo chová již od roku 2001.

Koza šrouborohá (*Capra falconeri heptneri*) tvoří největší chovnou skupinu právě v Liberecké zoo. Tento druh se zde začal chovat v roce 1976 a od té doby se vystřídalo v chovu přes 170 jedinců.

4.3 Materiál

Celkově bylo získáno 21 vzorků, z toho vždy 3 vzorky od každého druhu přežvýkavce. Zkoumání vzorků, probíhalo v laboratoři s využitím mikroskopu. Vzorky byly zpracovány

Cornell – Wisconsinovu metodu. Vzhledem k složitějšímu upřesnění přesného druhu parazita, kdy by bylo zapotřebí i dalších metod, bylo v bakalářské práci využito jen všeobecné zařazení do taxonomické skupiny rodu.

Příklady výsledných nálezů jsou zaznamenány v příloze č. 1, obrázky 1-4.

4.4 Cornell – Wisconsinova metoda

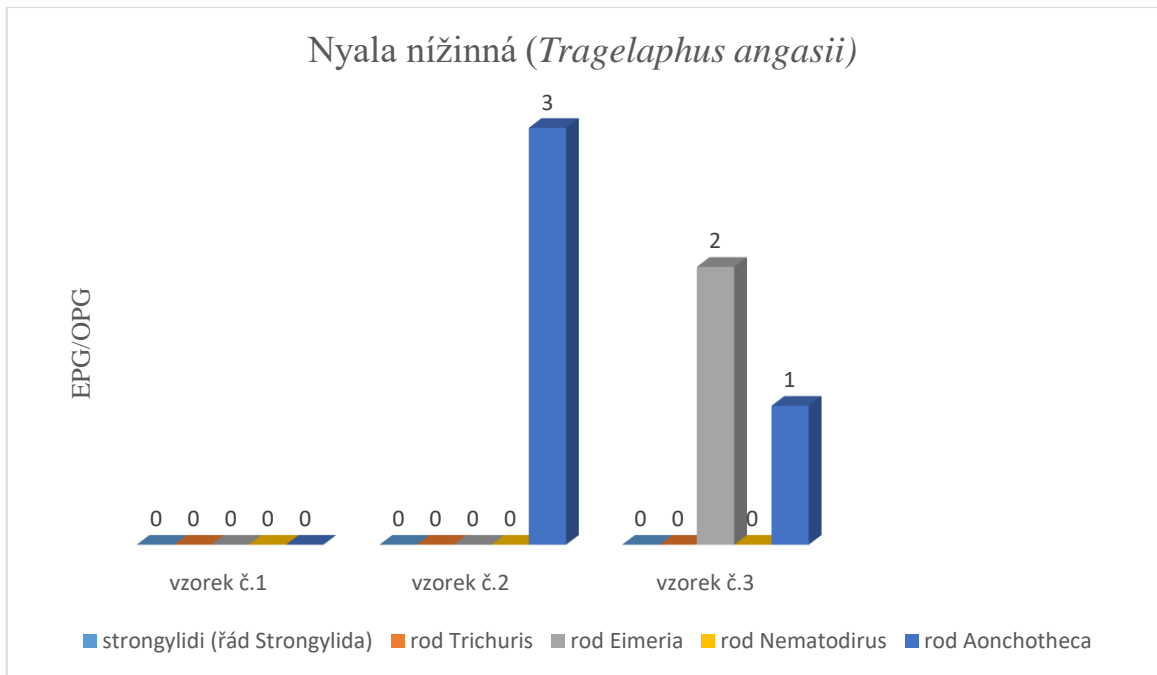
Stanovení určitého počtu vajíček/oocyst v konkrétních vzorcích bylo zpracováno Cornell – Wisconsinovu metodu. Následné hodnoty byli přepočítány na EPG (eggs per gram) / OPG (oocyst per gram).

Postupem Cornell – Wisconsinovy metody je odebrání 4 gramů vzorku, které se vloží do třetí misky a smíchají s 15 mililitry bentonitu. Vzorek se důkladně rozmíchá do kašovitě konzistence. Vzniklá suspenze se přes čajové sítko přelije do zkumavky. Všechny nástroje, které jsou použity je zapotřebí řádně označit, aby nedošlo k jejich záměně. Do označených centrifugačních zkumavek se odměří 10 mililitrů vzniklé suspenze a zkumavky se dají centrifugovat do centrifugy na 5 minut při 1200 RPM. Vzniklý supernatan slijeme takovým způsobem, aby zůstal jako sediment, přidáme do zkumavky flotační roztok (flotační roztok FAO, s.g. 1,28), promícháme, poté doplníme flotační roztok až po okraj zkumavky a přikryjeme krycím sklíčkem. Zkumavku znovu vložíme do centrifugy po dobu 5 minut při 1 200 RPM. Poté zkumavku vyjmeme a necháme 10 minut ve stojánku. Použijeme podložní sklíčko, na které přidáme kapku vody a položíme krycí sklíčko ze vzorku. Vzorek prohlížíme pod mikroskopem (zvětšení 100x), vajíčka/oocysty, které jsou přítomny sečteme, identifikujeme a veškeré hodnoty zapíšeme.

5 Výsledky

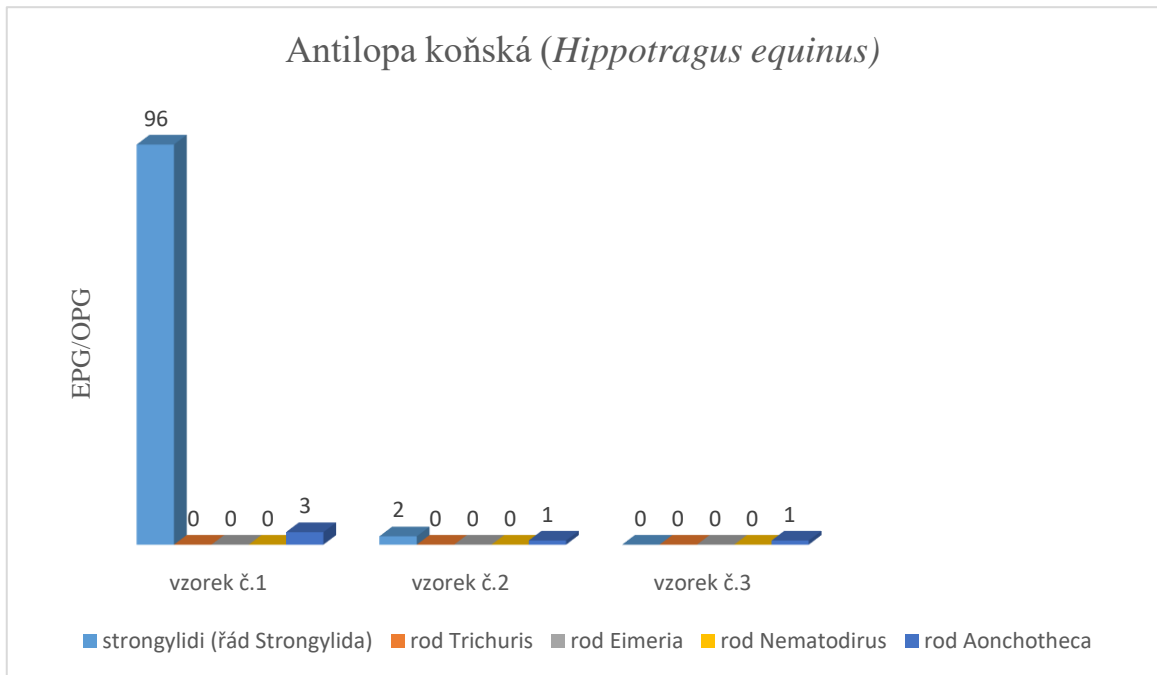
Jednotlivé grafy jsem zpracovala dle výskytu gastrointestinálních parazitů u jednotlivých druhů přežvýkavců. V následných grafech (graf č. 1-7) jsem výsledný počet přítomných vajíček/oocyst přepočítala na EPG (eggs per gram) / OPG (oocysts per gram).

Graf č.1 EPG (eggs per gram) / OPG (oocyst per gram) u nyaly nížinné (*Tragelaphus angasii*)



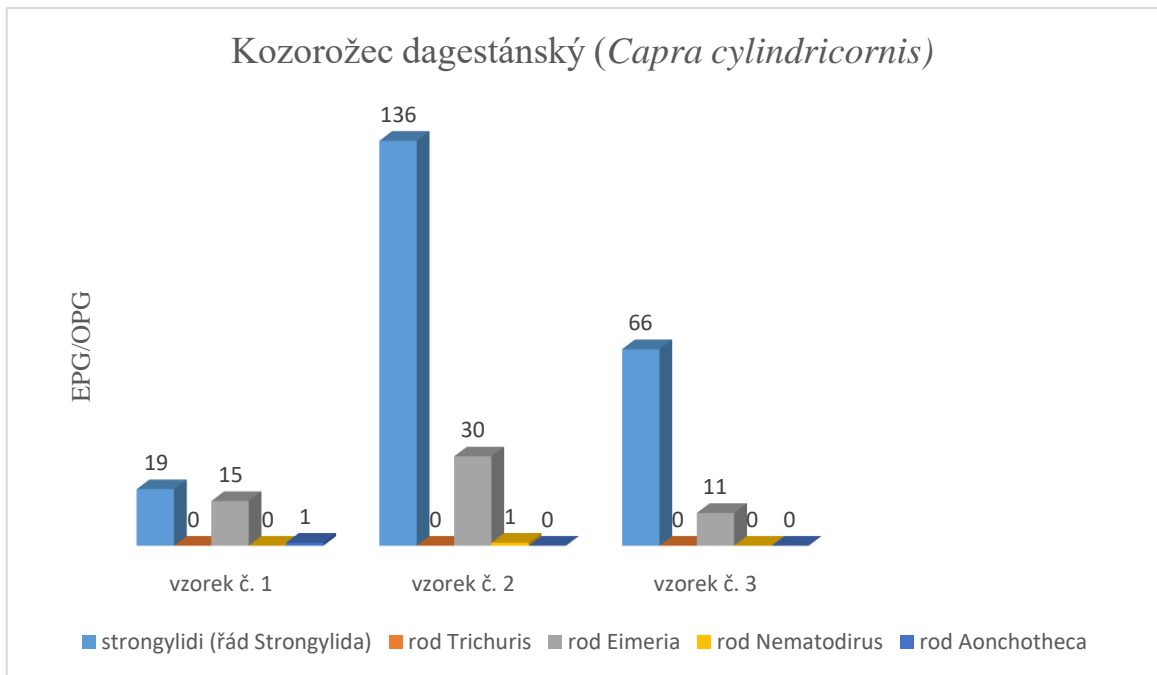
Vzorek č. 1 byl zcela negativní. Vzorek č. 2 byl pozitivní pouze na přítomnost rodu *Aonchotheca* v množství 3 EPG. Vzorek č. 3 byl pozitivní na přítomnost kokcií rodu *Eimeria* v množství 2 OPG a rod *Aonchotheca*, v přepočtu, 1 EPG.

Graf č. 2 EPG (eggs per gram) / OPG (oocyst per gram) u antilopy koňské (*Hippotragus equinus*)



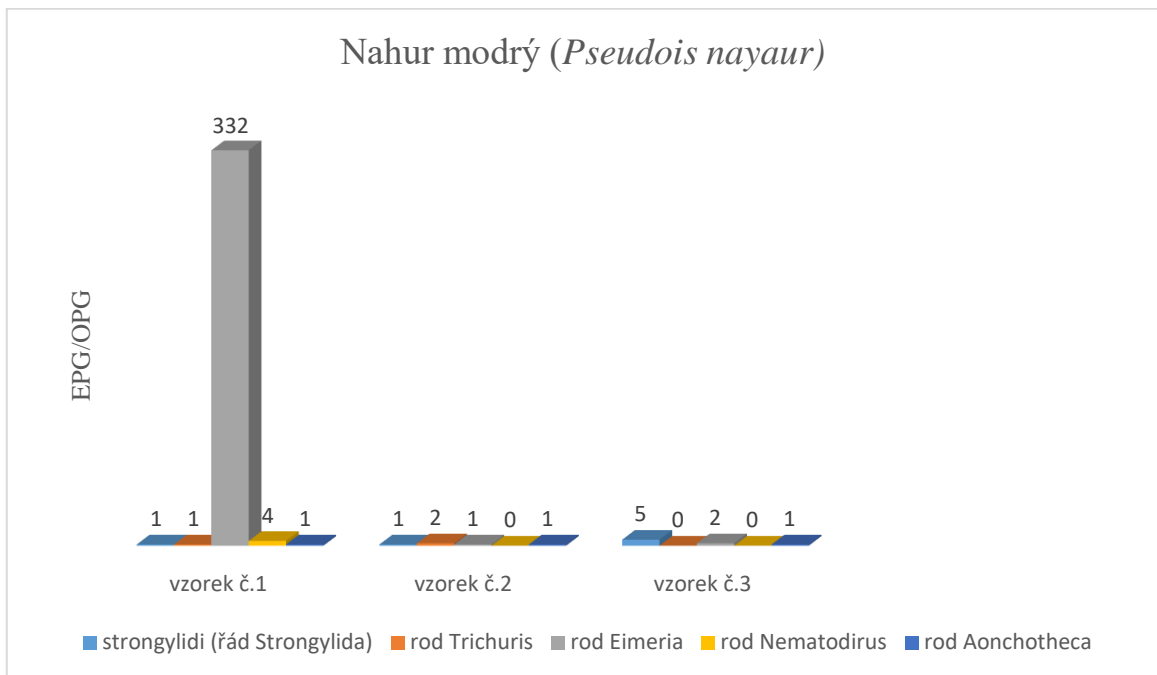
U vzorku č. 1 byli přítomni strongylidi z řádu Strongylida, konkrétně 96 EPG a rod *Aonchotheca* v množství 3 EPG. Vzorek č. 2 byl oproti předešlému infikován méně. Konkrétně zde byly přítomny strongylidi z řádu Strongylida s množstvím 2 EPG. Dále rod *Aonchotheca* v přepočtu 1 EPG. Vzorek č. 3 byl pozitivní pouze na rod *Aonchotheca*, s množstvím 1 EPG.

Graf č.3 EPG (eggs per gram) / OPG (oocyst per gram) u kozorožce dagestánského (*Capra cylindricornis*)



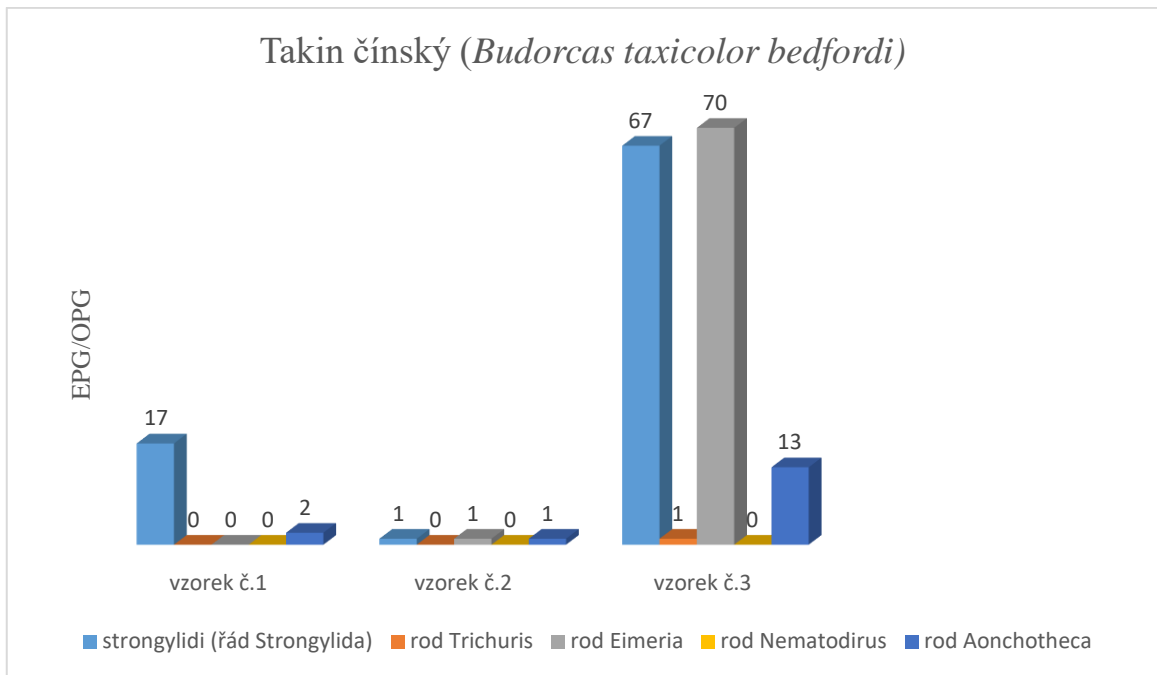
Vzorek č. 1 vykazoval pozitivitu na přítomnost strongylidních vajíček s množstvím 19 EPG, dále byl detekován rod *Eimeria* s množstvím 15 OPG a rod *Aonchotheca* v malém množství 1 EPG. Vzorek č. 2 vykazoval vyšší pozitivitu na přítomnost strongylidních vajíček, konkrétně 136 EPG, dále byl detekován rod *Eimeria* s množstvím 30 OPG a rod *Nematodirus* s 1 EPG. Vzorek č. 3 byl pozitivní na přítomnost strongylidních vajíček s množstvím 66 EPG a rod *Eimeria* s množstvím 11 OPG.

Graf č.4 EPG (eggs per gram) / OPG (oocyst per gram) u nahura modrého (*Pseudois nayaur*)



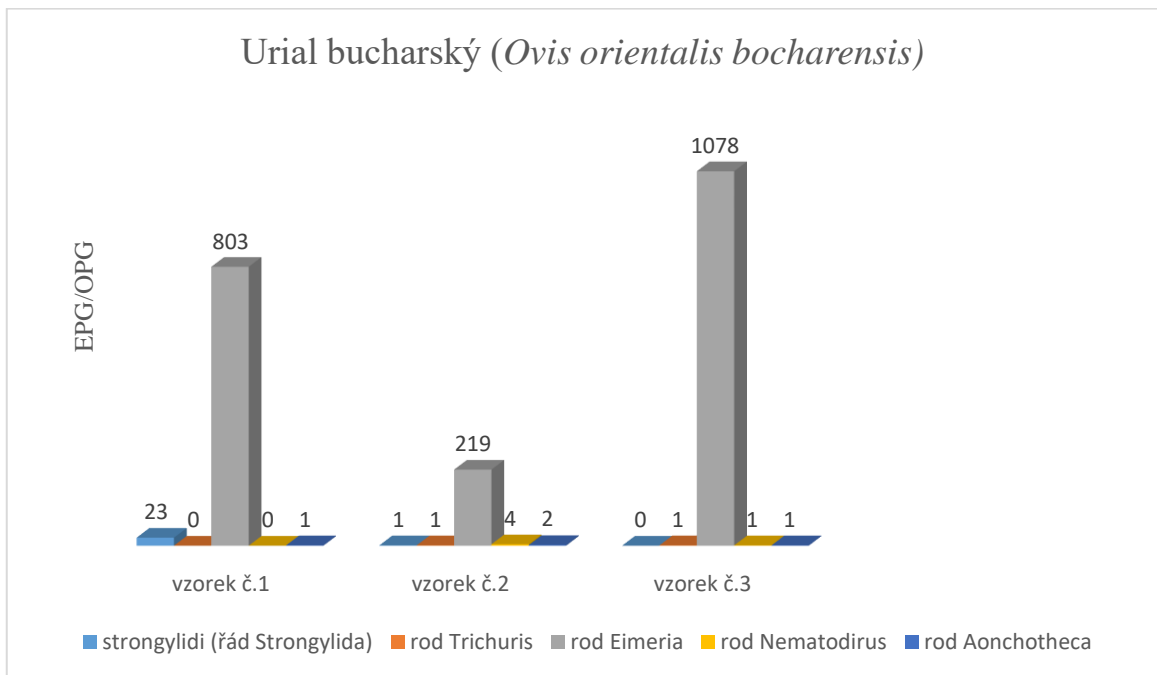
Vzorek č. 1 byl v malé míře pozitivní na přítomnost strongylidů z řádu Strongylida, rodu *Trichuris* a rodu *Aonchotheca*, v přepočtu na množství 1 EPG. Dále zde byl přítomný rod *Nematodirus* v množství 4 EPG a ve velké míře kokcidie rodu *Eimeria*, v přepočtu na OPG, 332 OPG. Vzorek č. 2 byl oproti předešlému také pozitivní na přítomnost rodu *Eimeria*, ale v mnohem menší míře, konkrétně 1 OPG, podobně jako strongylidi z řádu Strongylida a rod *Aonchotheca* v množství 1 EPG. V množství 2 EPG zde byl přítomný rod *Trichuris*. Vzorek č. 3 prokázal pozitivitu na přítomnost strongylidů z řádu Strongylida, s množstvím 5 EPG, rod *Eimeria* v množství 2 OPG a rod *Aonchotheca* v minimálním množství 1 EPG.

Graf č. 5 EPG (eggs per gram) / OPG (oocyst per gram) u takina čínského (*Budorcas taxicolor bedfordi*)



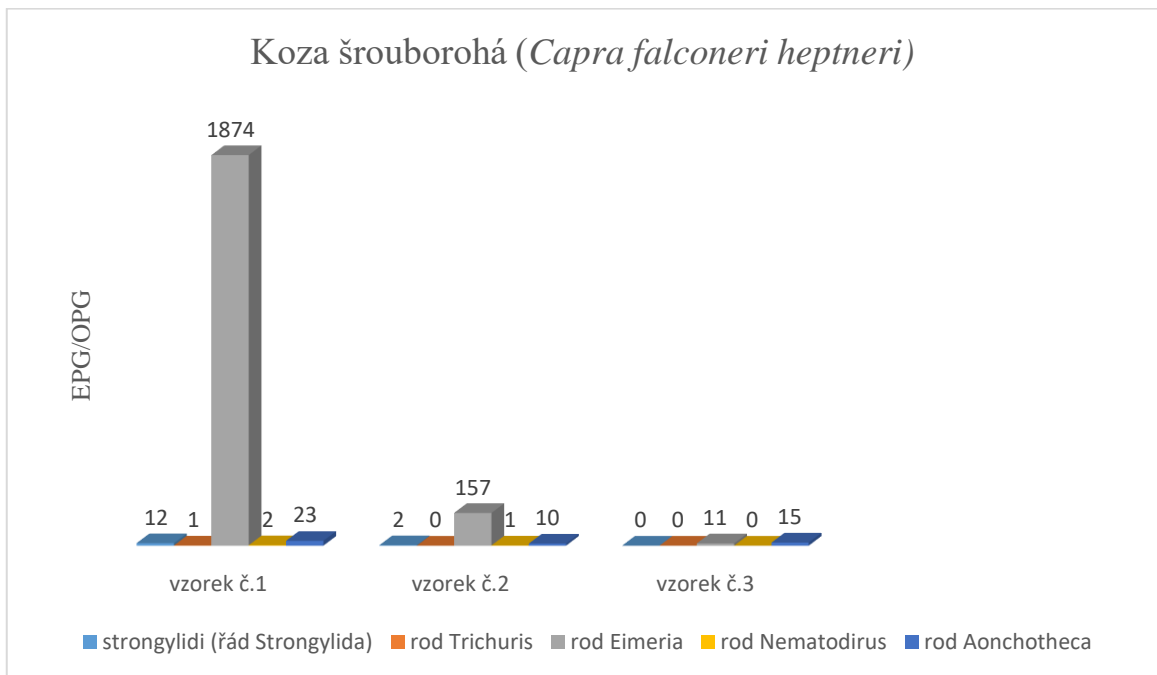
Vzorek č. 1 prokázal pozitivitu na strongylidní vajíčka s množstvím 17 EPG a rod *Aonchotheca* s množstvím 2 EPG. Vzorek č. 2 byl pozitivní na přítomnost strongylidních vajíček a rod *Aonchotheca*, vzorky byly detekovány v množství 1 EPG. Rod *Eimeria* ve stejném množství 1 OPG. Vzorek č. 3 vykazoval pestřejší výsledky v přítomnosti gastrointestinálních parazitů. Konkrétně byl pozitivní na přítomnost strongylidních vajíček s množstvím 67 EPG, rod *Trichuris* s 1 EPG, rod *Eimeria* s 70 OPG a rod *Aonchotheca* s 13 EPG.

Graf č. 6 EPG (eggs per gram) / OPG (oocyst per gram) u uriala bucharského (*Ovis orientalis bocharensis*)



Vzorek č. 1 byl pozitivní na přítomnost strongylidů z řádu Strongylida v množství 23 EPG, rod *Aonchotheca* s množstvím 1 EPG a rod *Eimeria*, který byl u tohoto druhu přítomný u všech vzorků v poměrně velkém množství. U vzorku č. 1 bylo přítomno 3213 oocyst, v přepočtu tedy 803 OPG. Vzorek č. 2 byl pozitivní na všechny rody vybraných gastrointestinálních parazitů. Rod *Trichuris* byl přítomný v množství 1 EPG, strongylidi z řádu Strongylida v množství 1 EPG. Rod *Aonchotheca* v množství 2 EPG, rod *Nematodirus* v množství 4 EPG a rod *Eimeria* v množství 219 OPG. Vzorek č. 3 byl v množství 1 EPG pozitivní na přítomnost rodů *Trichuris*, *Nematodirus* a *Aonchotheca*. V neposlední řadě byl ve velkém množství pozitivní na přítomnost rodu *Eimeria*, konkrétně bylo ve vzorku nalezeno 4313 oocyst, tedy 1078 OPG.

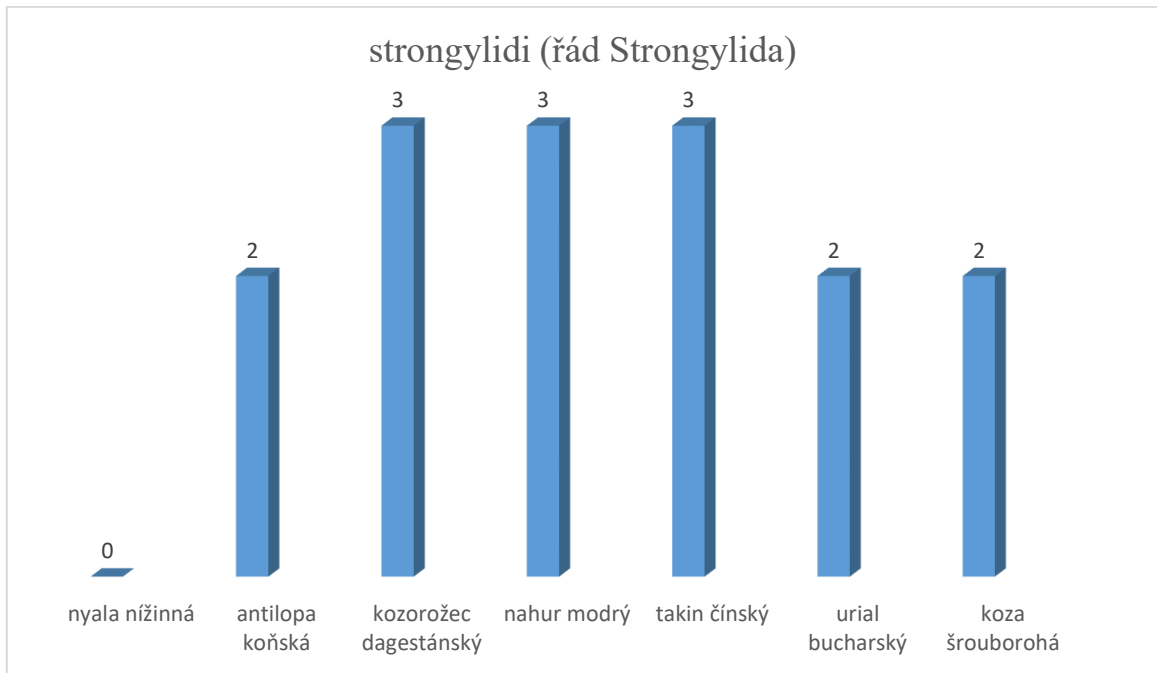
Graf č.7 EPG (eggs per gram) / OPG (oocyst per gram) u kozy šrouborohé (*Capra falconeri heptneri*)



Vzorek č.1 prokázal pozitivitu na strongylidní vajíčka s množstvím 12 EPG, rod *Trichuris* s 1 EPG, rod *Nematodirus* s 2 EPG, rod *Aonchotheca* v množství 23 EPG a s výrazným množstvím rodu *Eimeria*, kdy bylo ve vzorku přítomno 7497 oocyst, v přepočtu tedy 1874 OPG. Což byla nejvyšší hodnota ze všech vzorků. Vzorek č. 2 byl pozitivní na přítomnost strongylidních vajíček v množství 2 EPG, rod *Nematodirus* v množství 1 EPG, rod *Aonchotheca* v množství 10 EPG a v rozdílné míře rod *Eimeria* v množství 157 OPG. Vzorek č. 3 vykazoval nižší pozitivitu, s rodem *Eimeria* přítomný v množství 11 OPG a rodem *Aonchotheca* v množství 15 EPG.

V následujících grafech (graf č. 8-12) jsem shrnula pozitivní vzorky jednotlivých gastrointestinálních parazitů u jednotlivých druhů přežvýkavců. Konkrétně od každého druhu přežvýkavce, byli 3 vzorky, v následných grafech, tedy shrnuji, kolik z nich, bylo pozitivní na přítomnost konkrétního gastrointestinálního parazita.

Graf č.8 Výskyt strongylidů z řádu Strongylida u jednotlivých druhů přežvýkavců



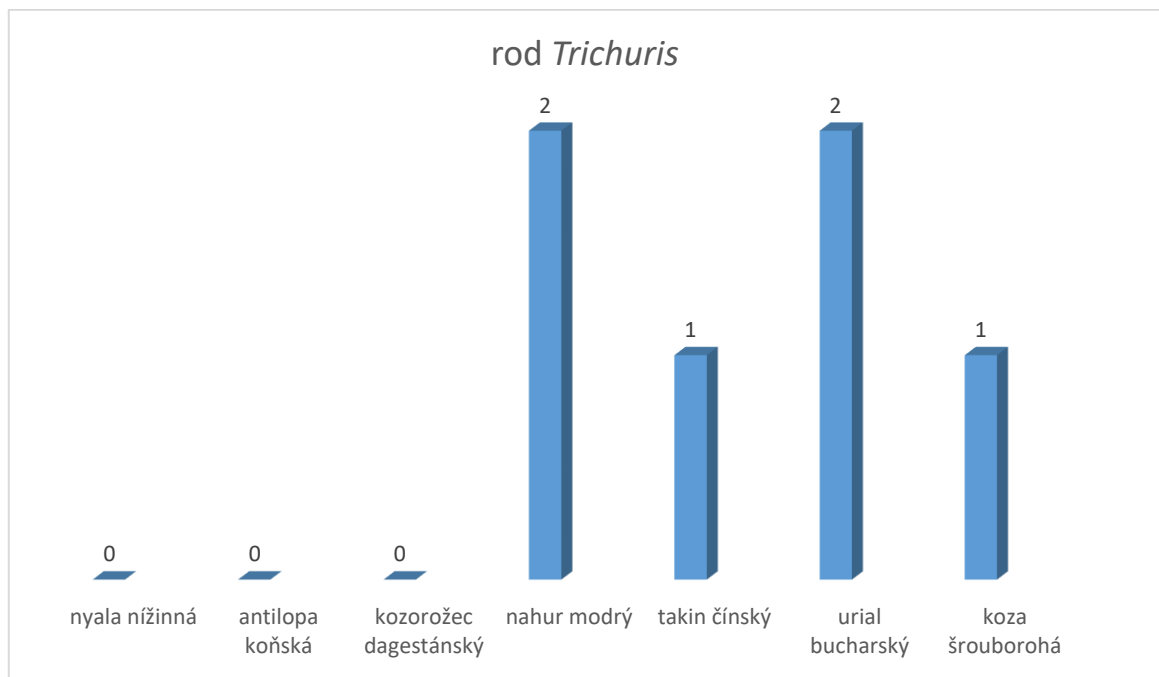
Strongylidi z řádu Strongylida se nejvíce vyskytovali u nahura modrého, takina čínského a kozorožce dagestánského, kdy u všech těchto druhů, byli všechny 3 vzorky pozitivní na přítomnost těchto vajíček, tedy vzorky byly 100 % pozitivní. U kozy šrouborohé, uriala bucharského a antilopy koňské byli 2 vzorky ze 3 (66,66 %) pozitivní na přítomnost strongylidů z řádu Strongylida. U nyaly nížinné se strongylidi z řádu Strongylida nevyskytovali vůbec. Celkově z 21 vzorků bylo 71,43 % vzorků pozitivních na přítomnost strongylidů z řádu Strongylida.

Graf č.9 Výskyt rodu *Eimeria* u jednotlivých druhů přežvýkavců



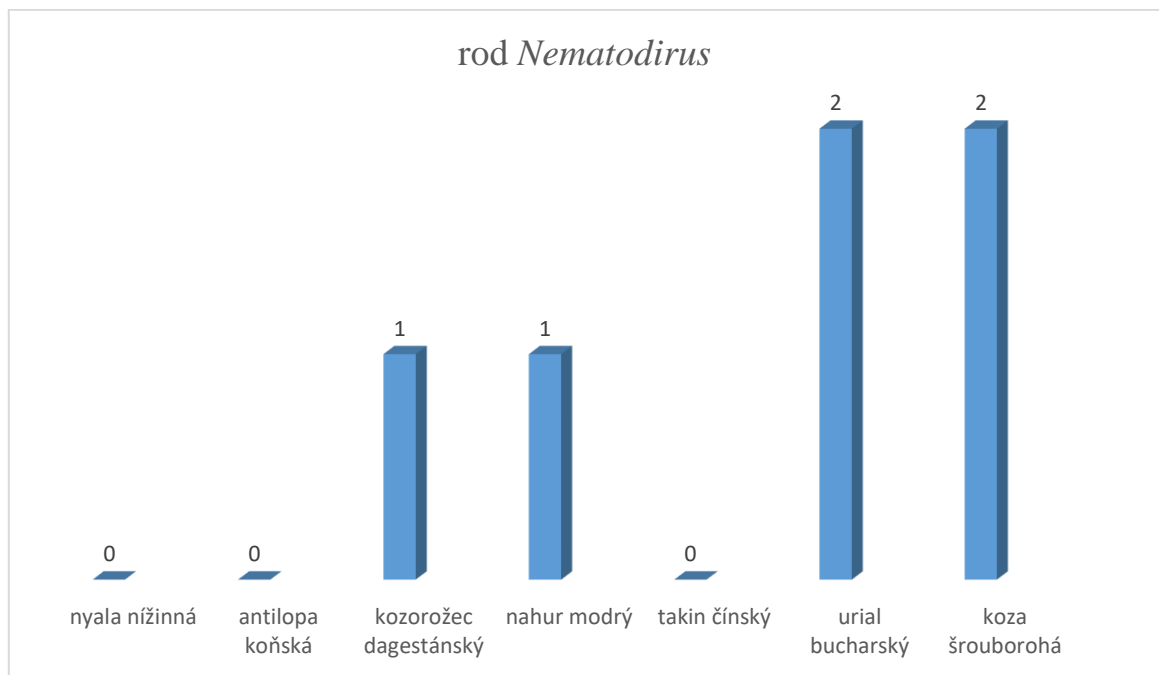
Rod *Eimeria* se nevyskytoval u antilopy koňské a kozorožce dagestánského. 1 vzorek ze 3 byl pozitivní (33,33 %) u nyaly nížinné, takina čínského a kozy šrouborohé. 2 vzorky ze 3 (66,66 %) byly pozitivní na přítomnost parazitů rodu *Eimeria* u nahura modrého a uriala bucharského. U žádného druhu se nevyskytovala 100% přítomnost rodu *Eimeria*. Celková pozitivita tohoto rodu byla 33,33 %.

Graf č.10 Výskyt rodu *Trichuris* u jednotlivých druhů přežvýkavců



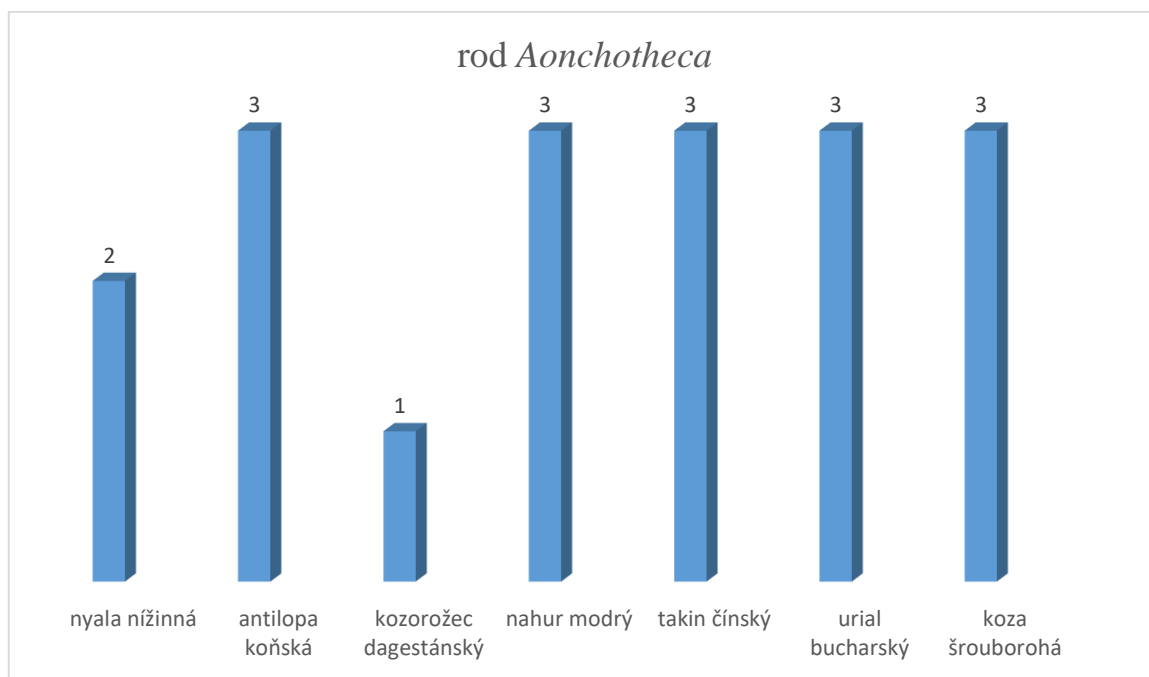
Rod *Trichuris* se vyskytoval v menším množství oproti ostatním parazitům. U nyaly nížinné, antilopy koňské a kozorožce dagestánského se rod *Trichuris* nevyskytoval vůbec. 1 vzorek ze 3 byl pozitivní (33,33 %) u takina čínského a kozy šrouborohé. Nejvíce bylo infikováno 2 vzorky ze 3, tedy 66,66 %, u nahura modrého a uriala bucharského. Celková pozitivita rodu *Trichuris* byla 28,57 %.

Graf č. 11 Výskyt rodu *Nematodirus* u jednotlivých druhů přežvýkavců



Rod *Nematodirus* se nevyskytoval u nyaly nížinné, antilopy koňské a takina čínského. 1 vzorek ze 3 (33,33 %) byl pozitivní u kozorožce dagestánského a nahura modrého. Ve vyšší míře, kdy byly infikovány 2 vzorky ze 3 (66,66 %), bylo u uriala bucharského a kozy šrouborohé. Celkově bylo 28,57 % vzorků pozitivních na přítomnost parazita rodu *Nematodirus*.

Graf č.12 Výskyt rodu *Aonchotheca* u jednotlivých druhů přežvýkavců



Rod *Aonchotheca* se oproti předešlým rodům vyskytoval ve vyšší míře. Žádný ze vzorků nebyl zcela negativní na přítomnost parazita tohoto rodu. 1 pozitivní vzorek ze 3 (33,33 %) byl u kozorožce dagestánského. V množství 66,66 %, tedy 2 vzorky ze 3, byly pozitivní na přítomnost parazita rodu *Aonchotheca* u nyla nížinné. U antilopy koňské, nahura modrého, takina čínského, uriala bucharského a kozy šrouborohé, bylo 100 % vzorků pozitivní na přítomnost rodu *Aonchotheca*. Celková pozitivita parazita rodu *Aonchotheca* byla 85,71 %.

6 Diskuze

Praktická část bakalářské práce, byla zaměřena na četnost výskytu gastrointestinálních parazitů u vybraných přežvýkavců. Celkem bylo zahrnuto do praktické části bakalářské práce 21 vzorků od 7 druhů přežvýkavců. Ve vzorcích byla zkoumána přítomnost vajíček / oocyst, následné hodnoty byly zaznamenány a převedeny na EPG (eggs per gram) / OPG (oocyst per gram). V nejvyšší míře byla zaznamenána přítomnost rodu *Aonchotheca*, kdy bylo pozitivních 18 vzorků z 21 (85,71 %) na přítomnost tohoto rodu. Z celkového počtu 21 vzorků nebyl ani jeden zcela negativní na přítomnost rodu *Aonchotheca*. U 5 druhů přežvýkavců ze 7 byla přítomnost tohoto rodu dokonce 100%. Nejsilnější infekce byla zaznamenána u kozy šrouborohé kokcidiemi rodu *Eimeria*, konkrétně s množstvím 1874 OPG.

Druhá nejsilnější infekce byla taktéž způsobena kokcidiemi rodu *Eimeria* u uriala bucharského, s konkrétním množstvím 1078 OPG. Kokcidie rodu *Eimeria* všeobecně tvořily silnější infekce oproti ostatním rodům gastrointestinálních parazitů. U uriala bucharského tvořily kokcidie rodu *Eimeria* také třetí nejsilnější infekci, s množstvím 806 OPG.

Druhým nejčastějším parazitem, který byl přítomný, byly strongylidi z řádu Strongylida, kdy bylo pozitivních 15 vzorků z 21 (71,43 %). Dle Ferdouse et al. (2023), kteří prováděli výzkum v Zoo Chattogram v Bangladéši, kde bylo odebráno 43 jednotlivých vzorků trusu (22 od býložravců, 7 od masožravců a 14 od všežravců), byla prevalence strongylidů 38,5 %.

Kokcidie rodu *Eimeria*, sice tvořily nejsilnější infekce, ale nepatřily mezi nejčastěji identifikované gastrointestinální parazity. Tento rod se vyskytoval u 7 vzorků z 21 (33,33 %). Dle Ferdouse et al. (2023), kteří prováděli výzkum v již zmíněné zoo v Bangladéši, byla oproti mým výsledkům prevalence rodu *Eimeria* nižší, konkrétně 19,2 %. Dle výzkumu Maesana et al. (2014), kteří prováděli výzkum v polské zoo ve Varšavě, kde měli k dispozici 71 vzorků trusu, došli k výsledku, že u přežvýkavců byla přítomnost kokcidií rodu *Eimeria*, výrazně vyšší, konkrétně 50 %.

Rod *Trichuris* se vyskytoval u 6 vzorků z 21 (28,57 %). Očekáváním byla nižší pozitivita tohoto rodu, než jaká výsledně byla. Dle výzkumu Ferdouse et al. (2023), již zmíněno, s výzkumem v zoo v Bangladéši byla prevalence rodu *Trichuris* 4,3 %, což je výrazně méně. Dle výzkumu Khattaka et al. (2023), kteří prováděli výzkum v zoo v Pákistánu za účelem stanovení prevalence gastrointestinálních parazitů, kdy celkem odebrali 419 vzorků výkalů, z toho 117 od koz, 110 od skotu, 80 od ovcí, 66 od buvolů, 40 od ptáků, 4 od jelenů a 2 od leopardů, byla prevalence rodu *Trichuris* 7,77 %.

Naopak sice se rod *Trichuris* vyskytoval u 6 vzorků, ale síla jeho infekce patřila mezi nejnižší. V nejvyšší míře se vyskytoval u nahura modrého v množství 2 EPG.

Rod *Nematodirus* se vyskytoval podobně jako rod *Trichuris* u 6 vzorků z 21 (28,57 %). Dle již zmíněného výzkumu Maesana et al. (2014), byl výskyt rodu *Nematodirus* u přežvýkavců ve Varšavské zoo 14 %.

Nejsilnější infekce gastrointestinálním parazitem rodu *Nematodirus* byla zaznamenána u nahura modrého a uriala bucharského ve stejně naměřeném množství, a to 4 EPG.

Celkově bylo tedy 95 % vzorků pozitivních na přítomnost gastrointestinálního parazita. Podle Sangpeng et al. (2023), kteří prováděli výzkum v Zoo Khon Kaen v Thajsku u 147 jednotlivých savců, z toho 62 bylo býložravců, byla celková prevalence 62,6 % z toho 85,5 % jen u býložravců. Podle studie Khattka et al. (2023), kteří prováděli výzkum ve zmíněné Zoo v Pákistánu, došli k výsledku, kde celková prevalence byla 53,31 %. Vyšší výskyt gastrointestinálních parazitů u mého výzkumu oproti ostatním bude rozdílný zejména v množství zkoumaných vzorků, kdy jsem měla k dispozici menší množství vzorků oproti ostatním výzkumům.

Mezi druhy vybraných přežvýkavců byly koza šrouborohá, urial bucharský a nahur modrý nejvíce infikováni různými gastrointestinálními parazity. Podle Tejab (2018), který prováděl výzkum na výskyt gastrointestinálních parazitů u přežvýkavců v Central Zoo, Kathmandu v Nepálu, patřil nahur modrý také mezi druhy přežvýkavců, u kterých byl nejvyšší počet přítomných rodů gastrointestinálních parazitů.

Očekávaným výsledkem bylo, že přítomnost gastrointestinálních parazitů nebude takto vysoká, ale že prevalence bude mnohem nižší. Následně byly výsledky včas předány zoologické zahradě, aby mohlo dojít k nápravě a zabránit tak šíření infekce.

Dle získaných výsledků bylo zoo doporučeno, dodržovat preventivní opatření, zvýšit pravidelnost úklidu a dodržovat čistotu míst, kde se zvířata pohybují. Důležité je věnovat i pozornost výběru a skladování krmiv. Při zařazení nového jedince do chovu, je také zapotřebí dodržovat karanténní opatření.

Výsledné nálezy nevedly k rozvoji závažné infekce, ale při nedodržování preventivních opatření by mohlo dojít k rozvoji infekce a následným případným komplikacím. Výskyt gastrointestinálních parazitů může ovlivňovat nejen životní kondici zvířat, ale také jejich reprodukční či užitkovou schopnost. V neposlední řadě by infekce mohla ohrozit ošetřovatele v zoo, případně i návštěvníky zoo.

7 Závěr

Bakalářská práce byla zaměřena na výskyt gastrointestinálních parazitů u přežvýkavců v Zoologické zahradě Liberec a jejich vliv na zdraví.

Měla jsem k dispozici 21 vzorků trusu od 7 druhů přežvýkavců. Zjištěné výsledky s pozitivitou 95 % na alespoň jeden rod gastrointestinálních parazitů byla překvapující. I přes menší množství vzorků, které jsem měla k dispozici k porovnání, přítomnost parazitů nebyla zanedbatelná.

Prevalence výskytu gastrointestinálních parazitů, byla poměrně vysoká. Ve svém důsledku by mohla mít negativní vliv na zdravotní stav zkoumaných druhů přežvýkavců. Dalším možným rizikem je případný přenos parazitů na další druhy chované v Liberecké zoo. Při výskytu parazitů přenosných na člověka je možné riziko pro ošetřovatele v zoologické zahradě, či návštěvníky, kteří by se mohli infikovat také.

Veškeré výsledky byli včas předány Zoologické zahradě v Liberci, kde následně provedli odčervení antihelmentiky, zvýšení preventivních opatření a dezinfekci stájí. Infekce u vybraných přežvýkavců, probíhala asymptomaticky, nedošlo k rozvoji infekce a vzniku případných komplikací.

Cíl stanovený na začátku bakalářské práce byl splněn. Zjistila jsem přítomnost gastrointestinálních parazitů, které by ve svém důsledku mohli mít negativní vliv na zdraví přežvýkavců.

Prevalence výskytu gastrointestinálních parazitů u přežvýkavců v zoologické zahradě byla poměrně vysoká, proto je nutné dodržovat preventivní opatření, pravidelně provádět kontrolní parazitické testy na přítomnost parazitů a případně co nejdříve zahájit léčbu.

8 Literatura

Adametz L, Ferulík J. 1925. Chov domácích zvířat: část všeobecná. Ministerstvo zemědělství, Praha.

Ahmed S, Kotepui M, et al. 2023. Gastrointestinal parasites in Africa: A review. *Advances in Parasitology* **119**: 1-64.

Bouchner M. 1982. Kapesní atlas savců. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.

Březinova L, Klečka J, Bureš J. 1954. Chov zvířat: Speciální zootechnika velkých hospodářských zvířat: učební text pro zemědělské technické školy, obor chovatelský. Státní pedagogické nakladatelství, Praha.

Bulbul KH, Akand AH et al. 2020. A brief understanding of *Trichuris Ovis* in ruminants. *International Journal of Veterinary Sciences and Animal Husbandry* **5**: 72-74.

Černošek A. 1989. Zdraví zvířat v drobných chovech. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.

Demiaszkiewicz A, Pyziel W, Anna M et al. 2012. Nematodes of the large intestine of the European bison of the Białowieża National Park. *Annals of Parasitology* **58**: 9-13.

Dhawal P, Sharma H et al. 2023. Compromicroscopic study of gastrointestinal parasites in captive mammals at Central Zoo, Lalitpur, Nepal. *Veterinary Medicine and Science* **9**: 457-464.

Drábek J, Dubanský V. 2003. Zdravotní problematika prasat: IV. Parazitární choroby, mykotoxikózy a imunita prasat. Veterinární a farmaceutická univerzita, Brno.

Ferdous S, Chowdhury J, Hasan T et al. 2023. Prevalence of gastrointestinal parasitic infections in wild mammals of safari park and a zoo in Bangladesh. *Veterinary Medicine and Science* **9**: 1385-1394.

Gao H, Li N, Huang Y et al. 2019. Taxonomic status of Chinese blue sheep (*Pseudois nayaur*): new evidence of a distinct subspecies. *Intergrative Zoology* **15**: 202-212.

Grolig A, Kopecký J, Šatava M. 1963. Zootechnický slovník. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.

Hanzák J, Alda J, Veselovský Z. 1965. Světem zvířat: 1. díl Savci. Státní nakladatelství dětské knihy, Praha.

Horák P, Scholz T. 1998. Biologie helmintů. Karolinum, Praha.

Chen J, Zhang H, Wu X et al. 2017. Characterization of the microbiota in the golden takin (*Budorcas taxicolor bedfordi*). *AMB Express* **7**: 81.

Khattak I, Akhtar A, Shams S, et al. 2023. Diversity, prevalence and risk factors associated to gastrointestinal tract parasites in wild and domestic animals from Pakistan. *Parasitology International* **7**:102777.

Langrová I. 2011. Parazitologie. Česká zemědělská univerzita, Praha.

Li J, Xue Y, Zhang Y, et al. 2020. Spatial and temporal activity patterns of Golden takin (*Budorcas taxicolor bedfordi*) recorded by camera trapping. *PeerJ* (e10353) DOI: 10.7717/peerj.10353.

Lichtenfels RJ, Kharchenko VA, Dvojnos GM. 2008. Illustrated identification keys to strongylid parasites (strongylidae: Nematoda) of horses, zebras and asses (Equidae). *Veterinary Parasitology* **156**: 4-161.

Maesano G, Capasso M, Ianniello D, et al. 2014. Parasitic infections detected by FLOTAC in zoo mammals from Warsaw, Poland. *Acta Parasitologica* **59**: 343-353.

Mohelský M. 2022. Myslivost: Stráž myslivosti. Available from <https://www.myslivost.cz/Casopis-Myslivost/MYSLIVOST-Straz-myslivosti/2022/Unor-2022/I-Zmeny-v-krmeni-prezvykavcu-co-se-deje-v-bacho> (accessed February 2022)

Moinot P. 1996. Myslivost: encyklopedie. Svojtka a Vašut, Praha.

Moravec F, et al. 2000. Review of capillariid and trichosomoidid nematodes from mammals in the Czech Republic and the Slovak Republic. *Acta Societatis Zoologicae Bohemicae* **3**: 271-304.

Pencheva MST. 2013. Parasites in Captive Animals: A review of Studies in Some European Zoos. *Der Zoologische Garten* **82**: 60-71.

Ryšavý B. 1989. Základy parazitologie: vysokoškolská učebnice pro studenty přírodovědecké fakulty. Státní pedagogické nakladatelství, Praha.

- Sangpeng J, Eamudomkam Ch, et al. 2023. Prevalence of gastrointestinal parasites in captive mammals at Khon Kaen Zoo, Thailand. *Veterinary World* **16**: 2416-2424.
- Seget J. 1970. *Evropská zoo a jejich vzácní a zajímavý obyvatelé*. Artia, Praha.
- Schafer W. 2016. Nematode nervous system. *Current Biology* **26**: 955-959.
- Schmidt RA. 2013. *Handbook of Zoology: Gastrotricha, Cycloneuralia and Gnathifera: Nematoda*. Walter de Gruyter.
- Smythe AB. 2015. Evolution of Feeding Structures in the Marine Nematode Order Enoplida. *Integrative and Comparative Biology* **55**: 228-240.
- Sommer RJ. 2015. Nematoda. *Evolutionary Developmental Biology of Invertebrates*. **3**: 15-33.
- Sun G, Zhang H, Wei Q, et al. 2019. Comparative Analyses of Fecal Microbiota in European Mouflon (*Ovis orientalis musimon*) and Blue Sheep (*Pseudois nayaur*) Living at Low or High Altitudes. *Frontiers in Microbiology* (e1735) DOI: 10.3389/fmicb.2019.01735.
- Tan S, Zou D, Tang L, et al. 2012. Molecular evidence for the subspecific differentiation of blue sheep (*Pseudois nayaur*) and polyphyletic origin of dwarf blue sheep (*Pseudois schaeferi*). *Genetica*. **140**: 159-167.
- TUCL eLibrary. 2018. Prevalence of Gastro-Intestinal Parasites in Ruminants at Central Zoo, Kathmandu, Nepal. Central Department of Zoology. Available from <https://elibrary.tucl.edu.np/handle/123456789/1465> (accessed August 2018).
- Vejl P, Nechybová S, Peřínková P, et al. 2017. Reliable molecular differentiation of *Trichuris ovis* and *Trichuris discolor* from sheep (*Ovis orientalis aries*) and roe deer (*Capreolus capreolus*) and morphological characterisation of their females: morphology does not work sufficiently. *Parasitology research* **116**: 2199–2210.
- Viney M, Lok J. 2007. *Strongyloides* spp. *WormBook* **23**: 1-15.
- Zajac AM. 2006. Gastrointestinal Nematodes of Small Ruminants: Life Cycle, Anthelmintics and Diagnosis. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* **22**: 529-541.

Zhao G, Du S, Wang H, et al. 2015. First report of zoonotic *Cryptosporidium* spp., *Giardia intestinalis* and *Enterocytozoon bieneusi* in golden takins (*Burdorcas taxicolor bedfordi*). *Infection, Genetics and Evolution* **34**: 394-401.

Zhu Z, Sun Y, Zhu F, et al. 2020. Seasonal Variation and Sexual Dimorphism of the Microbiota in Wild Blue Sheep (*Pseudois nayaur*). *Frontiers in Microbiology* **11**: 1260.

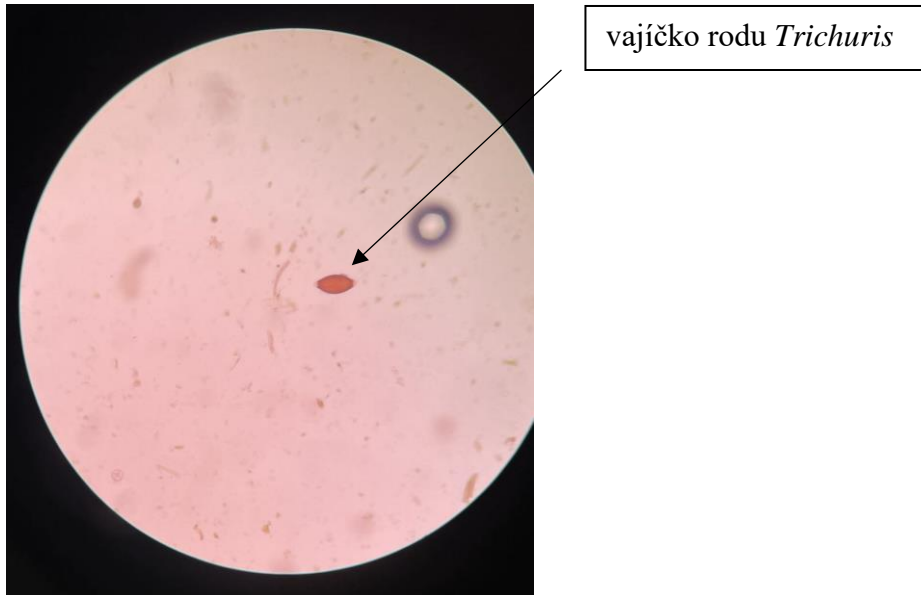
ZOO Liberec. 2021. nyala nížinná. Baláková Klára. Available from <https://zooliberec.cz/zvirata-u-nas/nyala-nizinna/> (accessed January 2021).

9 Seznam použitých zkratek a symbolů

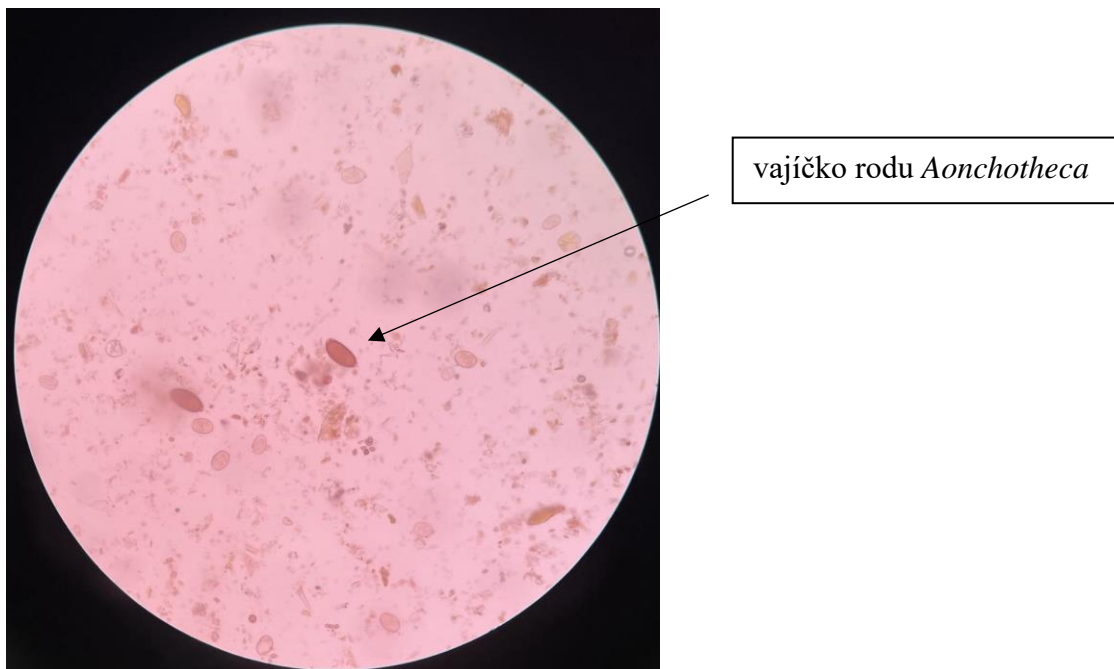
- č. – číslo
- EPG – eggs per gram
- et al. – kolektiv
- L1 – první larvální stádium
- L2 – druhé larvální stádium
- L3 – třetí larvální stádium
- L4 – čtvrté larvální stádium
- OPG – oocyst per gram
- RPM – otáčky za minutu
- zoo – zoologická zahrada

10 Samostatné přílohy

10.1 Příloha č.1



Obrázek č. 1 Vajíčko rodu *Trichuris*

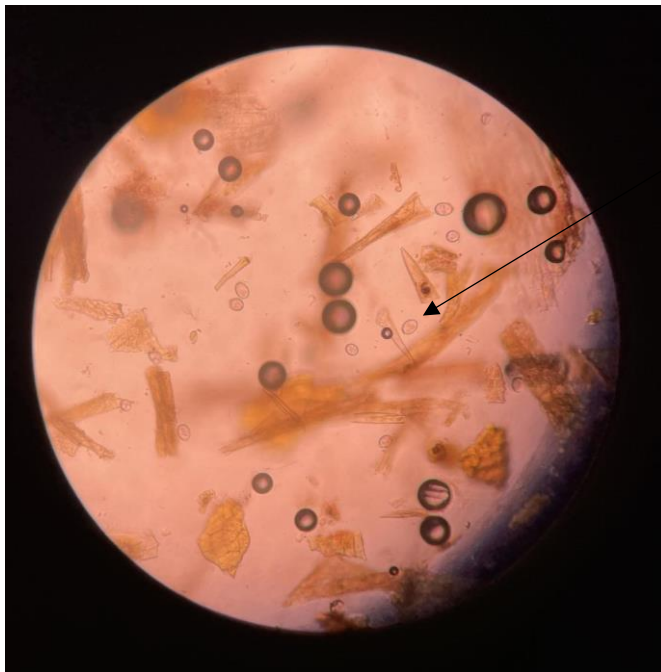


Obrázek č. 2 Vajíčko rodu *Aonchotheca*



vajíčko rodu *Nematodirus*

Obrázek č. 3 Vajíčko rodu *Nematodirus*



oocysta rodu *Eimeria*

Obrázek č. 4 oocysty rodu *Eimeria*