

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra zoologie a rybářství



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

**Vliv míry parazitární zátěže koní na celkovou infekčnost
pastviny**

Bakalářská práce

Autor práce: Eliška Zikmundová

Zoorehabilitace a asistenční aktivity se zvířaty

Vedoucí práce: Ing. Iveta Angela Kyriánová, Ph.D.

Konzultant: Ing. Jana Nápravníková, DiS

© 2022 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "**Vliv míry parazitární zátěže koní na celkovou infekčnost pastviny**" 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 datum odevzdání _____

Poděkování

Na tomto místě bych chtěla poděkovat vedoucí bakalářské práce Ing. Ivetě Angele Kyriánové, Ph.D. za odborné vedení práce a zaučení do laboratorní části práce, za její čas, cenná doporučení, a také možnost opětovných osobních konzultací. Děkuji také Ing. Janě Nápravníkové za poskytnutí návrhů a materiálů cenných pro mou práci.

V neposlední řadě patří poděkování všem majitelům koní a chovů, kteří mi poskytli možnost výzkumné části této bakalářské práce.

Vliv míry parazitární zátěže koní na celkovou infekčnost pastviny

Souhrn

Cílem této bakalářské práce bylo provedení laboratorních vyšetření a statistické analýzy. Následně byl vyhodnocen dopad parazitární míry koní na celkovou infekčnost pastvin.

Malí strongylidé zastupují jednu z největších skupin parazitů ovlivňujících zdravotní stav a kondici koní. Problematika těchto hlístic je vysoká rezistence na anthelmintika a malá pozornost věnována infekčnosti pastvin. Larvy strongylidních hlístic se vyvíjejí na pastvinách za pomoci vhodných vnějších podmínek. Z tohoto důvodu je třeba předcházet nadměrnému znečištění pastvin, které je v dnešní době opomíjené.

Pro tuto studii byly vybrány tři chovy koní s jejich rozdílným pracovním využitím a odlišným managementem pastvin. Každá stáj se nacházela v jiném kraji s rozdílnými vnějšími podmínkami. Koprologické vyšetření bylo prováděno v období od března 2021 do března 2022, celkem u 12 koní, taktéž odběr porostu z pastvin jednotlivých chovů. Všechna vyšetření se uskutečnila v parazitologické laboratoři FAPPZ ČZU v Praze. Celkem bylo vyšetřeno 156 vzorků výkalů, ve kterých byla determinována vajíčka strongylidních hlístic a larvy v infekčním stádiu získány z vyšetření pastvin. Následně byla vyhodnocena klimatická data a výsledky výše uvedených vyšetření. Na základě těchto dat a výsledků vyšetření byla vyhodnocena sezónní dynamika vylučovaných vajíček a sezónní dynamika infekčních L₃ larev.

Výsledky naznačily, že vliv klimatických podmínek je zásadní pro vývoj infekčních larev, ale i management pastvy a stav porostu mají značný dopad na infekčnost pastvin. Také špatná úprava pastvin, nedostatečný nebo špatně zvolený antiparazitární program či nedostatek porostu jsou hlavními faktory, které ovlivňují přežití a přítomnosti larev na pastvině, a tak i vajíček.

Vzhledem k současnému a často nesprávnému využití anthelmintik, a následné jejich vysoké rezistenci, je nutno správným managementem pastvy omezit znečištění pastvin strongylidními hlísticemi.

Klíčová slova: Cyathostominae, Strongylinae, intenzita infekce, koprologie, larvoskopie

The impact of the parasitic load of horses on the overall infectivity of the pasture

Summary

The aim of the bachelor thesis is laboratory coprology and vegetation examination and statistics analysis. Subsequently, the impact of the parasitic load of horses on the overall infectivity of the pasture was analysed.

Small strongylinaes represent one of the biggest groups of parasites having influence on horse health and their physical condition. The issue of helminths is their high resistance to anthelmintics and small attention to pasture infection. Strongylinae helminth larvae in their making stadium are present on pastures thanks to fitting environmental conditions. That is why it is very necessary to avoid overpollution of pastures being neglected in our time.

For the purpose of this work three horse breedings with different utilisation and with different pasture management were chosen. Each horse breeding was situated in other region with different environment. Coprological examination was conducted to 12 horses from March 2021 to March 2022 and growth samples from every single breeding pasture were taken as well. All examination were realised in the parasitological laboratory FAPPZ ČZU in Prague (Faculty of Agrobiology, Food and Natural Resources, Czech University of Life Science Prague). There were examined 156 excrement samples there and strongylinae helminths and larvae in infect stadium were determined from examined pastures. Subsequently, the climate data and results of coprological and vegetation examination mentioned above were evaluated. On the basis of laboratory figures we specified the seasonal dynamics of excreted eggs and the seasonal dynamics of infect L₃ larvae.

Results of examination indicate that the influence of climate condition on infect larvae in making is effectual as well as pasture management and growth condition have considerable impact on pasture infection. The wrong pasture making, inadequate or faulty antiparasitical programme and growth deficiency are main causes of larvae habitation and survival in pastures, too.

Considering that the increasing resistance is the result of today's incorrect application of anthelmintics it is necessary to reduce pasture overpollution with strongylinae helminths through the correct pasture management.

Keywords: Cyathostominae, Strongylinae, intensity of infection, coprology, larvoscopy

Obsah

1 Úvod	10
2 Cíl práce	11
3 Literární rešerše	12
3.1 Charakteristika kmene Nematoda	12
3.1.1 Klasifikace kmene Nematoda.....	13
3.1.2 Morfologie a vývojový cyklus kmene Nematoda.....	13
3.2 Významní zástupci hlístic koní	14
3.2.1 Velcí strongylidi (Strongylinae).....	14
3.2.1.1 Vývojový cyklus velkých strongylidů.....	15
3.2.1.2 Vlastnosti a patogenní působení velkých strongylidů.....	17
3.2.2 Malí strongylidi (Cyathostominae).....	17
3.2.2.1 Vývojový cyklus malých strongylidů.....	18
3.2.2.2 Schopnost hypobiózy.....	19
3.2.2.3 Vlastnosti malých strongylidů a vztah k hostiteli.....	19
3.2.3 Další zástupci hlístic koní.....	20
3.2.3.1 Roup koňský (<i>Oxyuris equi</i>).....	20
3.2.3.2 <i>Strongylodius westeri</i>	22
3.2.3.3 <i>Trichostrongylus axei</i>	23
3.2.3.4 Filárie.....	24
3.2.3.5 <i>Dictyocaulus arnfieldi</i>	24
3.3 Stručná charakteristika třídy Cestoda	25
3.4 Vliv klimatických podmínek na výskyt larev na pastvině	26
3.4.1 Vliv teploty na výskyt infekčních larev na pastvině.....	26
3.4.2 Vliv vlhkosti na výskyt infekčních larev na pastvině.....	27
3.4.3 Vliv UV záření na výskyt larev na pastvině.....	27
3.4.4 Uplatnění vlivu faktorů při uchování vzorků.....	27
3.5 Management pastvy a vlivy na výskyt larev na pastvině	28
3.5.1 Pastevní management.....	28
3.5.2 Pastvina a pojem refugium.....	28
4 Materiál a metodika	29
4.1 Popis sledovaných chovů	29
4.1.1 Chov A.....	29
4.1.2 Chov B.....	30
4.1.3 Chov C.....	30

4.2	Antiparazitární opatření jednotlivých chovů	31
4.3	Odběry a zpracování vzorků	32
4.3.1	Koprologické vyšetření	32
4.3.2	Způsob detekce infekčnosti pastvin	34
4.3.2.1.	Determinace larev Cyathostominae	35
4.4	Hodnocení intenzity infekce a zpracování dat	37
5	Výsledky	38
5.1	Meteorologická data z jednotlivých oblastí	38
5.1	Výsledky hodnot pro jednotlivé chovy	42
5.1.1	Chov A	42
5.1.2	Chov B	44
5.1.3	Chov C	46
5.2	Diskuze	49
6	Závěr	51
6.1	Doporučení	52
7	Literatura	53

1 Úvod

Endoparazitózy koní patří mezi často podceňované téma v chovech koní a je jim přisuzována pouze malá pozornost. Parazité dokáží způsobit závažná onemocnění koní nebo narušit jejich výkonnost z důvodu snížení kondice (Lyons et al. 2000). Většina endoparazitů koní prochází dvěma fázemi vývojového cyklu, jednu v hostiteli a druhou ve volném prostředí, tedy na pastvině. Získat kontrolu nad infekčností pastvin může být velmi obtížné, a to zejména při nesprávném managementu stájí a pastvin.

Vliv míry parazitární zátěže koní na celkovou infekčnost pastviny může být ovlivněn devitalizováním dospělců či larev v těle hostitele pomocí odčervovacích látek za využití správného antiparazitárního programu, anebo minimalizováním vajíček či larválních stádií přítomných ve vnějším prostředí, nejčastěji z pastvin. Avšak rozsáhlým problémem v dnešních chovech je rezistence parazitů na anthelmintika a z tohoto důvodu bychom se měli soustředit více na zabezpečení z hlediska chovatelského opatření, hygieny a organizace pastvin, v souladu s klimatickými faktory.

Vzhledem k tomu, že v řadě případů nejsou chovatelská opatření dostatečná a nebere se v potaz vliv klimatických podmínek, managementu pastvin a sezóny na infekčnost pastvin, budeme v této práci věnovat pozornost převážně těmto faktorům. V této práci se bude posuzovat vliv míry parazitární zátěže koní na celkovou infekčnost pastvin pomocí koprologického vyšetření a vyšetření infekčnosti pastvin v závislosti na všech zmíněných faktorech.

2 Cíl práce

Cílem práce je porovnat parazitární zátěž koní a pastviny v průběhu roku, vyhodnotit infekčnost pastviny a faktory, které jí ovlivňují.

3 Literární rešerše

Kůň je hostitelem několika desítek druhů vnitřních parazitů, přičemž zhruba 40 z nich se považuje za časté. Řada z nich je také klinicky významná (Petráňová 2016). Až na výjimky jsou klinicky významní helminti (Nemathelminthes, hlísti) neboli laicky „červi“ (Petráňová 2016). (Taxon červi neboli Vermes v moderním pojetí zoologické taxonomie neexistuje). Helminti jsou členěni do přibližně 8 skupin dle taxonomie a biologie, ale také dle lokalizace v hostiteli (Koudela 2008).

Kůň je významným hostitelem těchto parazitů. Mezi parazity a jinými infekčními onemocněními, které jsou bakteriálního či virového původu je rozdíl v tom, že každá generace vnitřních parazitů se musí vrátit do vnějšího prostředí, kde prodělává část vývoje a poté zase putuje do vnitřního prostředí hostitele (Petráňová 2016).

Mezi nejvýznamnější vnitřní parazity koní řadíme:

- malí strongylidé patřící do podčeledě Cyathostominae,
- škrkavka koňská (*Parascaris equorum*),
- tasemnice koňská (*Anoplocephala perfoliata*),
- velcí strongylidé patřící do podčeledě Strongylinae,
- roup koňský (*Oxyuris equi*),
- střechci patřící do rodu *Gasterophilus*,
- hádě (*Strongyloides westeri*),
- filárie (*Habronema* spp., *Draschia megastoma*),
- prvoci tenkého střeva (*Eimeria leucarti*, *Cryptosporidium* spp., *Giardia intestinalis*)
- a heteroxenní kokcidie (*Sarcocystis neurona*) (Petráňová 2016 & Koudela 2008).

Častými parazity koní jsou oblí hlísti kmene Nemathelminthes, třídy Nematoda. V posledních letech je velmi frekventovaným tématem tasemnice *Anoplocephala perfoliata* patřící mezi ploché hlísty (Plathelminthes) (Koudela 2008). Tato práce se zaměřuje především na malé strongylidy a velké strongylidy, kterým je věnováno nejvíce prostoru, méně potom škrkavkám a roupům.

3.1 Charakteristika kmene Nematoda

Kmen Nematoda (hlístice) řadíme do kmene Nemathelminthes (hlísti) (Biologie 2010). Kmen Nematoda je tvořen velmi různorodou skupinou organismů (Platt 1994), mezi které řadíme volně žijící terestrické a mořské mikrobivory, predátory meiofauny, býložravce, ale také parazity rostlin a živočichů včetně člověka (Mitreva et al. 2005).

Kmen Nematoda zahrnuje velké množství druhů. Dosud jich bylo popsáno přibližně 25 tisíc (De Ley & Blaxter 2002). Odhaduje se ale, že druhů může být celkově více než 40 tisíc (Dorris et al. 1999), přičemž velkou část kmene Nematoda tvoří právě paraziti (de Meeus & Renaud 2002).

Rozšíření hlístic je velmi široké. Vyskytují se po celém světě, přičemž někteří jsou přizpůsobeni i životu v extrémních podmínkách jako jsou dna oceánů či ledové pouště Antarktidy (Platonova a Gal'tsova 1976 & Blaxter 2003). Ačkoliv je většina hlístic rozšířena po celém světě, výskyt některých zástupců (např. *Nematodirus battus*) je omezený klimatickými podmínkami vhodnými pro jeho vývoj (Vadlejch & Langrová 2014). Jedná se o starobylé organismy (Platt 1994). Kvantitativně jsou hlístice nejpočetnějšími ze všech metazoi (Platt 1994).

3.1.1 Klasifikace kmene Nematoda

Příbuznost kmene Nematoda s ostatními skupinami živočichů a jejich umístění v zoologickém systému je dlouho předmětem diskuse. Hlístice byly historicky považovány nejdříve za řád (pojmenování *Nematoidea*) (Rudolphi 1808), později byly hlístice jako taxon Nematoda považovány za třídu podkmene Aschelminthes kmene Vermes (Hyman 1951) a později povýšeny na samostatný kmen (Potts 1932).

V současnosti je klasifikace kmene Nematoda následující (www.zoologie.frasma.cz 2022):

- Kmen Nematoda
 - Třída Adenophorea = Aphasmida
 - Řád nitkovci (Trichocephalida = Enoplida)
 - Třída Secernentea = Phasmida
 - Řád háďata (Rhabditida) a řád háďátka (Tylenchida)
 - Řád měchovci (Strongylida)
 - Řád škrkavice (Ascaridida)
 - Řád spirury (Spirurida)

3.1.2 Morfologie a vývojový cyklus kmene Nematoda

Organismy kmene Nematoda jsou různě velké. Některé jsou mikroskopické, např. *Lucionema balantonense*, jiné zase naopak několikametrové, např. *Placentonema* (Lee 2002).

Tělo hlístic je nesegmentované a protáhlé. Jeho tvar je až nit'ovitý (Lee 2002). Samice jsou většinou daleko větší než samci. Samci bývají vybaveni přídatnými, často nápadnými kopulačními orgány, jako jsou spikuly nebo gubernakulum (Hyman 1951).

Tělní dutinou je pseudocoel. Tělní stěna se skládá z nebuněčné kutikuly, buněčné epidermis a podélné somatické svaloviny. Kutikula je multifunkční exoskelet. Zajišťuje ochranu proti vnějšímu prostředí, hostitelské imunitě, plní opornou funkci, podílí se na osmoregulaci a metabolismu. Také společně se svaly, které jsou k ní pevně připojeny umožňuje pohyb. Epidermis vylučuje vně kutikulu, která je během ontogeneze čtyřikrát svlékána (Lee 2002).

Trávicí soustava je trubicovitá a rozdělená na tři hlavní části. Stomodeum zahrnuje ústa, pysky, dutinu ústní a hltan. Dalšími částmi jsou mesenteron (střevo) a proctodeum. Součástí proctodeum je samičí rektum a samčí kloaka. Přední a zadní úsek trávicí trubice je vystlán kutikulou. Ústní část bývá u většiny zástupců orientována terminálně. Často dochází k modifikaci ústní části a vzniku různých přídatných struktur, jako jsou pysky, papily, stylety, trny či zuby. Tyto struktury usnadňují přijímání potravy. Jícen (hltan) obsahuje tři jícnové žlázy. Někdy bývá zřetelně rozdělen na přední svalnatou a zadní žláznatou část (Bird & Bird 1991).

Organismy patřící do kmene Nematoda jsou až na výjimky gonochoristi a mají velmi rozmanité přímé, nepřímé i alternativní vývojové cykly (Anderson 2000). Avšak vývoj většiny gastrointestinální hlístic je, až na několik málo výjimek velmi podobný. Je přímý, bez přítomnosti mezihostitele (Vadlejch & Langrová 2014). Mezihostiteli zástupců kmene Nematoda jsou většinou bezobratlí jako např. měkkýši, kroužkovci, korýši nebo hmyz. Při přenosu jsou mnohdy využíváni i fakultativní hostitelé, např. parateničtí nebo postcykličtí hostitelé (Anderson 2000). Obvyklým vývojovým stádiem infekčním pro hostitele je larva třetího stádia (Anderson 2000).

Ontogeneze kmene Nematoda zahrnuje vajíčko, 4 larvální stádia a dospělce. Ve vajíčku se mohou vyvíjet až dvě larvy (Anderson 2000). Samice jsou oviparní nebo ovoviviparní (Hyman 1951). Dospělá samička po oplodnění samečkem klade uvnitř trávicího traktu hostitele typická vajíčka strongylidního typu. Tato vajíčka poté odcházejí spolu s výkaly do vnějšího prostředí. Průběh vývoje vajíček a jejich líhnutí je různé u různých hlístic (Vadlejch & Langrová 2014). Na vývoj vajíček a jejich líhnutí má vliv teplota a vlhkost prostředí. Čím déle je faeces vystaveno teplotě kolem 4 °C, tím méně larev se vyvine. Existují rozdíly ve schopnosti vajíček různých rodů gastrointestinálních hlístic přežít skladování v chladu (Merlin et al. 2022).

Z vajíček se líhnou larvy prvního stádia (L₁). Po určité době, která opět závisí na druhu hlístice a podmínkách prostředí, odlučuje L₁ svoji povrchovou strukturu (kutikulu) a vyvíjí se larva druhého stádia (L₂). L₁ a L₂ se živí bakteriemi přítomnými ve výkalech (Coyne & Smith, 1994; Rommel et al. 2000) nebo jinými mikroorganismy, ale ne kvasinkami (Levine 1980) a jsou charakteristické rhabditoidním typem hlitanu (Vadlejch & Langrová 2014). Výsledkem druhého svlékání je larva třetího stádia (L₃), která je pro hostitele infekční. Kutikulu předchozího stádia L₃ neodvrhují, ale vytvářejí si další vrstvu této povrchové struktury. Tato nová kutikula larvu sice chrání před nepříznivými vlivy vnějšího prostředí, ale zároveň jí zamezuje přijímat potravu (Vadlejch & Langrová 2014)

U L₃ se vytváří filariformní (syn. strongyloidní) typ hlitanu uzpůsobený pro budoucí parazitický styl života. L₃ buď aktivně migrují z výkalů, nebo jsou z něj pasivně odstraněny na přilehlou vegetaci. Po vegetaci poté aktivně migrují horizontálním směrem (Coyne & Smith 1994). Mohou ale také migrovat na povrchu půdy nebo přímo v půdě, což je méně časté. Bez potravy přežívají až několik měsíců (Levine 1980).

Další vývoj hlístic L₃ probíhá po pozření v těle hostitele. Čtvrté larvální stadium (L₄) se podle druhu hlístice vyvíjí v žaludeční nebo střevní stěně. Po 14 dnech se do lumen trávicí trubice uvolňují dospělci. Prepatentní perioda, tzn. doba mezi pozřením L₃ a prvním výskytem vajíček ve výkalech, se u většiny strongylidních hlístic pohybuje v rozmezí 16–21 dnů. Dospělé hlístice, které nebyly z těla hostitele vyloučeny jeho imunitním systémem a ani nebyly odstraněny působením anthelmintik, přežívají v hostiteli většinou po dobu několika týdnů (maximálně 3 měsíce) (Abbott et al. 2012).

3.2 Významní zástupci hlístic koní

3.2.1 Velcí strongylidi (Strongylinae)

Velcí strongylidi z podčeledě Strongylinae řadíme do čeledě Strongyloidea a třídy Nematoda (Bodeček et al. 2017). Velcí strongylidi jsou nejpatogennějšími parazity koní. Důvodem je jejich dlouhý vývojový cyklus (6-10 měsíců), během kterého larvy opouštějí trávicí trakt a migrují v organismu (Koudela 2008). Ve srovnání s malými strongylidy je počet velkých strongylidů malý. Mezi zástupce podčeledi Strongylinae řadíme tyto tři druhy: zubovka věncová (*Strongylus vulgaris*), zubovka koňská (*Strongylus equinus*) a *Strongylus edentatus* (Koudela 2008).

Samečci jsou dlouzí 1 – 3,5 cm a samičky 1,5 – 5 cm. Morfologickými znaky velkých strongylidů jsou zejména velká cylindrická ústní kapsulka a její vnitřní struktura (Rommel et al. 2000). Druhy zubovka věncová (*Strongylus vulgaris*), zubovka koňská (*Strongylus equinus*) a *Strongylus edentatus* se od sebe liší velikostí (Koudela 2008).

Strongylus vulgaris (Looss 1900 In Pilo et al. 2011) má velikost vajíček 90 × 50 μm a velikost dospělce je 14–24 mm (Foreyt 2001). Tělo dospělce má přímý, ztupený konec. V

nativním stavu jsou světležluté barvy. Ústní kapsula má pohárkovitý tvar se dvěma oblými zuby na spodině. Jícen je velký 1,3 – 1,4 mm.

Samec je velký 14-17 mm (Bodeček et al. 2017). Má kopulační bursu (*Bursa copulatrix*) silně vyvinutou, spikula je tenká (Dyk et al. 1969).

Samice je velká 20-21 mm (Bodeček et al. 2017) a široká 1,3 – 1,5 mm. Ocasní konec se pozvolna zužuje a je oble zakončený. Vulva je umístěna 6–8 mm od zadního konce těla (Dyk et al. 1969).

Strongylus edentatus (Case 1957) má vajíčka dlouhá 64–99 µm a minimálně 40–57 µm široká (Rommel et al. 2000). Tělo dospělce je růžové až červené barvy. Kutikula je příčně pruhovaná. Ústní kapsula má kuželovitý tvar s lícem se dvěma radiálními prstenci chitinových lístků. V ústní kapsuli chybí zuby (Dyk et al. 1969).

Samec je 22–28 mm dlouhý a 1,5 mm široký. Kopulační bursa (*Bursa copulatrix*) je mohutně vyvinutá se slabě vyvinutým středním lalokem. Spikuly jsou rovné, stejně dlouhé a listovitě rozšířené na distálním konci (Dyk et al. 1969).

Samice je 32–45 mm dlouhá a 2 – 2,4 mm široká. Ocasní konec přímý a oble zakončený. Vulva vyúsťuje v zadní třetině délky těla (Dyk et al. 1969).

Strongylus equinus (Hung et al. 1996) má vajíčka dlouhá 70–90 µm dlouhá a široká 40–55 µm (Rommel et al. 2000). Tělo dospělce je růžové až načervenalé barvy. Má příčně pruhovanou kutikulu na celém těle. Ústní kapsula je mohutná a má kulovitý tvar. V ústní kapsule jsou uloženy dva zuby vertikálně a dva dorsálně. Ústní kapsule má na obvodu vnitřní a vnější radiální pretence chitinových lístků s ostnatými vrcholy (Dyk et al. 1969).

Samec je 25–35 mm dlouhý a 1,3 – 1,4 mm široký. Jícen má velký velký 1,6 – 1,7 mm. Kopulační bursa (*Bursa copulatrix*) je mohutně vyvinutá a má laterálními laloky. Spikuly jsou 2,0 – 2,6 mm široké (Dyk et al. 1969).

Samice je velká 32-45 mm (Bodeček et al. 2017). Jícen má velký 1,9 – 2,1 mm. Ocasní konec má přímý. Vulva je umístěna v zadní třetině těla (Dyk et al. 1969).

3.2.1.1 Vývojový cyklus velkých strongylidů

Vývojový cyklus velkých strongylidů je přímý (Koudela 2008). Pro velké strongylidy jsou charakteristické rozsáhlé migrace juvenilních stádií v těle zvířat jakož i velmi dlouhá doba prepatence 6,5 – 11 měsíců (Rommel et al. 2000). Zatímco vývoj těchto velkých strongylidů ve vnějším prostředí je stejný, ve vnitřním prostředí je velmi rozdílný (Rommel et al. 2000). Druhy zubovka věncová (*Strongylus vulgaris*), zubovka koňská (*Strongylus equinus*) a *Strongylus edentatus* se od sebe liší vývojem v organismu hostitele (Koudela 2008).

Dospělci v tlustém střevě produkují vajíčka (Koudela 2008). Vnější fáze začíná vyloučením vajíček. Vajíčka jsou tenká – miskovitá s více než 8 rýhovanými blastomerami (Rommel et al. 2000). Z vajíček se na pastvině v závislosti na klimatických podmínkách líhnou larvy L₁ (Koudela 2008). Doba líhnutí larvy (L₁) trvá 2–3 dny (Dyk et al. 1969). Larva L₁ se živí bakteriemi z výkalů a dále se vyvíjí (Rommel et al. 2000). Larvy opět v závislosti na klimatu dospějí za 4–10 dní v infekční stádium L₃ (Koudela 2008). Larva se dvakrát svléká. Obaly ale neodhazuje. Po prvním týdnu je organismus dvakrát obalený, a velmi rezistentní. Larva je velmi invaze schopná (Hajko & Hajková 1999). Vývoj larev je závislý na teplotě, vlhkosti a dalších faktorech prostředí (Rommel et al. 2000). Larva se dále vyživuje pouze z energetických rezerv (lipidů) nahromaděných ve svých střevech. Takto dokáže přežít týden až několik měsíců na rostlinách (Hajko & Hajková 1999).

Larvy se v noci nebo brzy ráno pohybují po rostlinách, po zvlhlých nebo orosených stéblech trav (nebo i po vlhkých stěnách). Přes den se zase stahují zpět do vlhka (Hajko &

Hajková 1999). Při pasení nebo při olizování stěn jsou požitý a dostávají se do trávicího traktu zvířete (Hajko & Hajková 1999). V trávicím traktu hostitele začíná interní (parazitní) vývojová fáze. Ta je u všech strongylidů příjmem infekční larvy L₃. Larva L₃ se v trávicím traktu pod vlivem fyziologických podmínek hostitele zbaví kutikuly a potom migruje tělem (Rommel et al. 2000). Přes stěnu tenkého a tlustého střeva pronikají do orgánů. Během extraintestinální migrace se larvy dvakrát svlékají. Následně se navrací do tlustého střeva (Koudela 2008).

Strongylus vulgaris (Looss 1900 In Pilo et al. 2011) prodělává dlouhé a složité putování v těle hostitele (Dyk et al. 1969). Jedná se o nejvíce patogenní larvu L₃ (Koudela 2008). Larva L₃ se uchycuje nejdříve na sliznici céka a kolonu, i v zadních úsecích tenkého střeva a zavrtává se do lymfatických krypt, kde prodělává svlékání a mění se na larvu L₄. Asi po týdnů vniká larva do střevních arteriol, příp. vén (Dyk et al. 1969). Proniká stěnou střeva do drobných arterií (Koudela 2008). Odtud putuje do větších tepen (Rommel et al. 2000). Dále putuje proti proudu krve až do *arteria mesenterica cranialis* aorty (Koudela 2008).

Během migrace poškozuje endotel cév a je příčinou vzniku verminózních aneurysmat a trombů (Koudela 2008). Tromby značí podobu cesty. Během 8 dnů dosáhne larva hlavní tepny v céku a ventrálního kolonu (část tlustého střeva). Od 11 dne je v přední části mezenteria arterie, odkud se přesune jedna část larev do aorty. Tato migrace následuje po nebo ve vnitřní cévní stěně, obvykle bez penetrace. Místy dochází k výraznému ztmavení cévní stěny (tromby) prostřednictvím nahlučených leukocytů a fibroblastů (Rommel et al. 2000). V těchto trombech se usazují a po čase se svlékají a vznikají larvy L₅ (Koudela 2008). V trombech larva dorůstá do velikosti 2 cm a pohlavně se diferencuje (Dyk et al. 1969).

Po několika měsících se larvy navrací arteriální krví do střeva (Koudela 2008). Krevním řečištěm pronikají zpět do stěny tlustého střeva. V tlustém střevě se larva opouzdřuje. Po 3–4 týdnech opouští stěnu střeva a pohlavně dospívá v lumen střevním (Dyk et al. 1969). Ve střevě dospělci kopulují a produkují vajíčka (Koudela 2008). Prepatence je mezi 6,5 až 7 měsíci (Dyk et al. 1969).

Strongylus edentatus (Case 1957) proniká jako larva (L₃) do sliznice slepého střeva a kolonu. Larva (L₃) poté putuje ze střevní stěny do žíly. Přes vrátniční systém putuje do jater. V játrech je již 2. den uzavřena v zánětlivých granulomech (Rommel et al. 2000).

Kolem 11. až 18. dne v játrech následuje svlékání na larvu (L₄). Larva (L₄) je uzavřena několik týdnů v játrech putuje sem a tam (Rommel et al. 2000). Zhruba po dvou měsících larva játra opouští a putuje k pobřišnici a cestou poraňuje jaterní parenchym (Dyk et al. 1969).

Pod peritoneem tvoří larva hemoragická stádia. Zhruba po 16 týden p.i. (po infekci) se larva znovu svléká k preadultnímu stádiu L₅ (Rommel et al. 2000).

Cestu zpět k tlustému střevu pravděpodobně naleznou jen ta stádia, kterým se podaří z jater dostat co možná nejkratší cestou k slepému střevu. Přitom se u koňovitých nabízí jedna přímá hepatorenální cesta k tlustému střevu. Dospělé hlístice lze poprvé nalézt ve slepém střevě a tračniku ve 40. týdnů p. i. (Rommel et al. 2000). Larvy L₅ ve stěně tlustého střeva způsobují vznik hnisavých nodulů, které obsahují dospělce (Bodeček et al. 2017). Prepatentní perioda se pohybuje od 10,5 do 11 měsíců (Rommel et al. 2000).

Strongylus equinus (Looss 1900; Hung et al. 1996) jako larva (L₃) vniká do stěny céka, ventrálního nebo dorsálního kolonu jakož i ilea. Larva je zde nejvíce v subserose, zčásti také v submukose a ve svalovině (Rommel et al. 2000). Uzavřený uzlík je obklopen tkáňovým zánětem. Po 4. – 7. dni se po svlečení stává z larvy larva L₄ (Bodeček et al. 2017; Rommel et al. 2000). Část těchto larev může ve střevní stěně zůstat jako její součást až 4 měsíce (Rommel et al. 2000). Larvy zde migrují a poškozují cévní a nervové pleteně (Dyk et al. 1969).

Většina larev však po této době opouští stěnu střeva přes serózu. Larvy dále vnikají do dutiny břišní a dostávají se také do jater (Dyk et al. 1969). Do jater se dostávají přes Glissovo pouzdro (Bodeček et al. 2017). Neusažují se zde a migrují parenchymem. Živí se většinou erytrocyty. Během 4–7 týdnů dorůstají do velikosti až 8 mm (Dyk et al. 1969). Některé larvy tady dospívají na L₅ a přibližně po čtyřech týdnech spolu s larvami L₄ pronikají do pankreatu a lumina tlustého střeva (Bodeček et al. 2017). Migrační aktivita trvá až 17 týdnů p.i. (post-infection) V 12. – 17. týdnu p. i. larvy převážně cestují do pankreatu. Část larev se dostává do břišní dutiny. Vzhledem k tomu, že slinivka břišní leží přímo u jaterního laloku, je migrace larev z jater snadná (Rommel et al. 2000). V pankreatu následuje přibližně 15–17 týdnů p. i. svlékání k preadultnímu stádiu (asi 9–14 mm dlouhý). Larva v preadultním stádiu cestuje ke střevu. Předpokládá se, že přirozeným přechodem je vazivové spojení slinivky břišní a hlavy slepého střeva. V kolonu je preadultní stádium 40 týdnů. Prepatence trvá 8,5 až 9 měsíců (Rommel et al. 2000).

3.2.1.2 Vlastnosti a patogenní působení velkých strongylidů

Velcí strongylidi jsou nejpatogennější parazité koní z důvodu dlouhého vývojového cyklu a migrace larev mimo trávicí soustavu (Bodeček et al. 2017). *Strongylus vulgaris*, *Strongylus edentatus* a *Strongylus equinus* mají největší zdravotní dopad na hostitele ze všech strongylidů koní a nejspíše i z ostatních endoparazitů (Langrová 2002).

Strongylus vulgaris (Pilo et al. 2011) ve fázi larvy poškozuje endotel cév (Bodeček et al. 2017). Následkem migrace larev může *S. vulgaris* způsobit rupturu stěny velkých arterií ztenčených aneurysmaty. Následně dochází k vnitřním krvácením a úhynu koně. Uvolněné emboly z trombů mohou způsobovat těžké tromboembolické koliky (Koudela 2008).

Strongylus edentatus (Case 1957) dosahuje u dospělců stejné velikosti jako *Strongylus equinus*, tzn. 4-5 cm. Larvy *Strongylus edentatus* pronikají portálním systémem a játry na peritoneum, kde mohou vyvolávat vznik hematomů až hnisavých uzlíků (Koudela 2008, Bodeček et al. 2017). Rozvoj arteritid, vznik trombů a verminózních aneurysmat je spojován s nárůstem rizika vzniku ischemických kolik (Bodeček et al. 2017). Příznaky u kolikových stavů se jsou jak slabé intermitentní kolikové bolesti, tak i silné koliky, které mohou vyústit úhynem. Při uvolnění embolů z trombů dochází také k fenoménu *claudicatio intermitens*, kdy vzniká částečná *obturace arteria iliaca externa*. Projevuje se jako náhlé kulhání koně v zátěži na pánevní končetinu (Bodeček et al. 2017).

Strongylus equinus (Hung et al. 1996) ve fázi larvy během své migrace může být příčinou zánětu pobřišnice (*peritonea*) (Koudela 2008) a způsobit peritonitidu (Bodeček et al. 2017). Mohou být také příčinou zánětu slinivky břišní (*pankreas*), jater (Koudela 2008), slepého střeva (Bodeček et al. 2017). Dospělci dosahují délky 4-5 cm a parazitují v tlustém střevě (Koudela 2008).

3.2.2 Malí strongylidi (Cyathostominae)

Jako malí strongylidi jsou označovány blízce příbuzné hlístice patřící do čeledi Strongylidae (Langrová & Janovská 2001). Tyto hlístice patří podčeledi Cyathostominae a jsou to parazité tlustého střeva (Bodeček et al. 2017). Jedná se o druhově pestrou skupinu parazitů (Koudela 2008). Do podčeledi Cyathostominae spadá více než 50 druhů helmintů patřících do rodů *Cyathostoma*, *Cylicocycchus*, *Cylicostephanus*, *Coronocycchus*, *Cylicodontophorus* a dalších (Bodeček et al. 2017). V současnosti je na celém světě popsáno celkem 51 druhů a 13 rodů (Langrová & Janovská 2001).

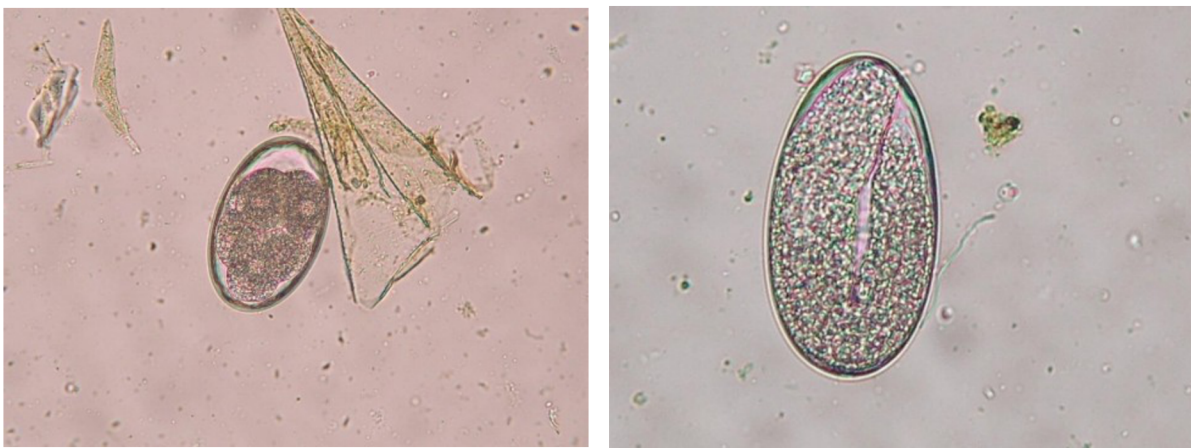
Téměř vždy se jedná o smíšenou infekci několika rodů a vzhledem k tomu, že morfologická identifikace jednotlivých druhů je těžká (Bodeček et al. 2017), používá se označení malí strongylidé (Langrová & Janovská 2001) nebo cyatostomy a pro onemocnění cyatostomóza. (Bodeček et al. 2017). V současnosti jsou malí strongylidé považováni za nejdůležitější skupinu koňských parazitů, které se vyskytují celosvětově u pasoucích se koní (Bodeček et al. 2017). Hlístice podčeledi Cyathostominae patří celosvětově mezi nejrozšířenější endoparazity koní. Téměř není možné nalézt koně nemajícího alespoň malý počet malých strongylidů (Langrová & Janovská 2001).

Morfologické odlišení jednotlivých druhů malých strongylidů je náročné (Kornaš et al. 2009). Dospělci malých strongylidů měří od 0,5 - 2,5 cm (Koudela 2008). Velikost vajíček je 90 μm x 50 μm (Foreyt 2001). Vajíčka malých strongylidů jsou velmi podobná vajíčkům velkých strongylidů (Jurášek et al. 1993). Malí strongylidé mají ústní otvor obvykle okrouhlý nebo oválný a obklopený různým počtem papil. Ústní kapsulka je krátká a cylindrická (Jurášek et al. 1993).

3.2.2.1 Vývojový cyklus malých strongylidů

Cyatostomy mají přímý vývojový cyklus, tj. bez mezihostitele (Bodeček et al. 2017). Dospělci se nacházejí zejména v tlustém a slepém střevě (Bodeček et al. 2017). Samičky malých strongylidů vylučují do obsahu tlustého střeva tenkostěnná vajíčka. Vajíčka se dostávají s výkaly do vnějšího prostředí (Koudela 2008). Ve vajíčkách po jejich vyloučení do vnějšího prostředí vznikají larvy prvního stádia L_1 (Koudela 2008). Ve vnějším prostředí dochází za příznivých klimatických podmínek za 48 hodin k rýhování vajíčka a líhnutí larvy L_1 (Bodeček et al. 2017). Vývoj larev L_1 ve vajíčkách a následný vývoj dalších larválních stádií je velmi ovlivňován klimatickými podmínkami. Za optimálních podmínek, tj. vlhko a teplota 20-25 $^{\circ}\text{C}$, opouštějí vzniklé larvy L_1 obaly vajíček již za 24 hodin (Koudela 2008). Larvy se dále uvolňují z obalů vajíček, dostávají se přímo do výkalů, kde se živí bakteriemi a rychle rostou (Koudela 2008).

Obrázek 1 Strongylidní vajíčko a strongylidní vajíčko s vyrýhovanou larvou

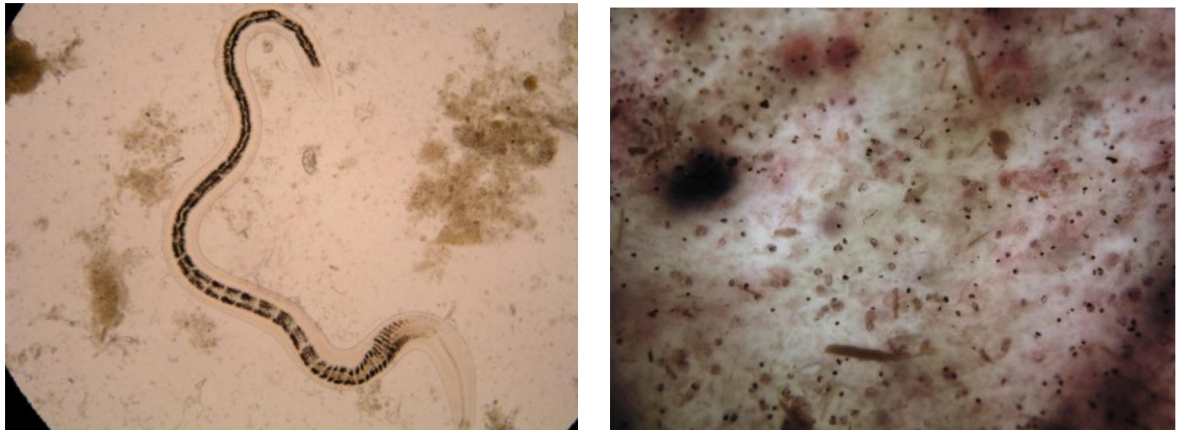


Zdroj: Bodeček et al. (2017)

Larvy L_1 se svlékají na larvy L_2 (Koudela 2008). Následující svlékání larev na larvy L_3 trvá při optimálních klimatických podmínkách týden (Koudela 2008). Larvy L_3 jsou schopné migrace z trusu. K pohybu využívají vodní film a klouzavým pohybem jsou schopny migrovat několik desítek centimetrů z výkalu směrem horizontálním a na vrcholky trav směrem vertikálním (Koudela 2008). Poté, co jsou larvy L_3 pozřeny, probíhá další vývoj v mukóze a submukóze tlustého střeva (Koudela 2008). V tlustém střevě v místě Lieberkūnových krypt

provrtávají larvy sliznici, vazivo a opouzdřují se (Bodeček et al. 2017). Zde se larvy L₃ po 6 až 12 dnech svlékají na larvy L₄ (Koudela 2008). Vývoj malých strongylidů je v porovnání s vývojem velkých strongylidů kratší a probíhá pouze v tlustém střevě (Bodeček et al. 2004). Larvy L₄ prodělávají další vývoj ve sliznici tlustého střeva po dobu jednoho až třech měsíců. Toto období se nazývá histotropní fáze. Poté se larvy L₄ vracejí do lumen tlustého střeva, kde dospívají (Koudela 2008).

Obrázek 2 Mikroskopický záchyt larev L₄ v tekutině vymačkané z trusu koně s cyatostomózou a makroskopický záchyt larev ve sliznici tlustého střeva



Zdroj: Bodeček et al. (2017)

Larvy L₅ v lumen tlustého střeva kopulují a samičky poté začnou vylučovat vajíčka (Bodeček et al. 2004). Prepatentní perioda trvá u jednotlivých druhů od 6 do 12 týdnů (Koudela 2008) a patentní perioda je zastoupena dospělci, kteří ve střevě přežívají až 2,5 roku (Bodeček et al. 2017). Preference určitých úseků tlustého střeva se liší dle jednotlivých druhů malých strongylidů (Bodeček et al. 2017). Životní cyklus jedné generace malých strongylidů trvá 14 až 48 týdnů v závislosti na klimatu, v optimálních podmínkách se v průběhu roku mohou vyvinout až 3 generace (Bodeček et al. 2017).

3.2.2.2 Schopnost hypobiózy

Významnou vlastností larev malých strongylidů je schopnost pozastavení vývoje v průběhu histotropní fáze, tzv. hypobióza. Díky ní mohou larvy L₃ a L₄ setrvat ve sliznici tlustého střeva až po dobu tří let a teprve potom pokračují ve vývoji (Bodeček et al. 2004). Fenomén hypobiózy není doposud objasněn. Pravděpodobně je podmíněn řadou faktorů jako je infekční dávka, virulence jednotlivých druhů malých strongylidů, sezónní vlivy, imunitní odpověď hostitele. Dalším podnětem vyplývajícím z praxe je pravděpodobně likvidace dospělců ve střevním lumen po rutinní aplikaci anthelmintika, čímž se stimuluje synchronní uvolnění encystovaných larev (Koudela 2008).

3.2.2.3 Vlastnosti malých strongylidů a vztah k hostiteli

Dospělci malých strongylidů jsou příčinou epiteliálních patologických změn v místech přichycení na sliznici tlustého střeva. Působením enzymů ústního ústrojí způsobují obnažení krevních kapilár v submukóze a uvolňování krve. Touto krví se dospělci živí (Bodeček et al. 2004).

Významnější patologické změny způsobují larvy během histotropní fáze, kdy v submukóze vznikají početné uzlíky obklopené buňkami zánětlivého infiltrátu kolem

jednotlivých larev. Sliznice v okolí uzlíků je atrofická až nekrotická. V případě synchronního vývoje hypobiotických larev je následná migrace larev L₅ do lumina tlustého střeva příčinou velmi závažných patologických změn. Tyto změny jsou způsobeny jak larvami, tak i masivním uvolněním mediátorů z buněk zánětlivého infiltrátu. Sliznice tlustého střeva je v těchto případech výrazně překrvená a edematózní s četnými krváceninami (Bodeček et al. 2004). Tato velká kumulace larev a jejich následná migrace způsobuje potíže (Georgi 1990). Narušením integrity sliznice tlustého střeva po uvolnění larev se klinicky projevuje jako larvální Cyathostomóza (Koudela 2008).

Cyathostomóza často končí úhynem a je obtížně diagnostikovatelná (Georgi 1990). Její zvýšené riziko je od pozdního podzimu do časného jara a je vyšší, pokud se zvířata neustále pasou, jsou bez parazitologické kontroly, probíhá nevhodná aplikace anthelmintik, při výskytu anthelmintické rezistence a stresu. Cyathostomóza je obvyklá u mladých koní ve věku 1-6 let. Může se však vyskytnout u koní i v jiném věku (Bodeček et al. 2017). Cyathostomóza se může projevit několika klinickými syndromy (Bodeček et al. 2017):

Larvální cyathostomóza vzniká při synchronním uvolnění hypobiotických larev. Objevuje se především u mladých koní. Projevem je hlavně akutní průjmové onemocnění. To přechází do chronicity, doprovázené febrilií, apatií, hubnutím. Vznikají podkožní edémy na spodní části břicha a končetin (Bodeček et al. 2004). V závažných případech dochází také k dehydrataci, acidobazickým poruchám, endotoxémii a úhynu. V případě larvální Cyathostomózy se ve výkalech nachází velké množství larev (Bodeček et al. 2017).

Rekurentní průjem je dalším typem onemocnění způsobeného malými strongylidy. Rekurentní průjem se vyskytuje i u starších koní. Sezónní výskyt je stejným jako u larvální cyathostomózy. Rozdíl je v tom, že ve výkalech je přítomno malé množství larev (Bodeček et al. 2017).

Rychlé hubnutí a tvorba podkožních edémů způsobených hypoalbuminemií je další formou parazitózy (Bodeček et al. 2004). U této formy se nevyskytuje průjem nebo nastupuje opožděně za několik dnů až týdnů. Ve výkalech se vyskytují larvy v hojném počtu. Typickým příznakem je hypoalbuminemie, která je příčinou vzniku otoků na ventrálních partiích těla a na hlavě (Bodeček et al. 2017).

Sezónní malátnost (angl. Seasonal malaise syndrom) se projevuje apatií a inapetencí. Průjem se nevyskytuje nebo se projeví po několika dnech až týdnech. Ve výkalech je velký počet larev a jeho konzistence je proměnlivá. Vyskytuje se od konce podzimu do jara u dospělých koní (Bodeček et al. 2017).

Nespecifické koliky jsou další formou této parazitózy. Význam malých strongylidů v etiologii, kolik stoupá, neboť mohou být příčinou nestrangulující nekrózy střešní stěny a tympanie slepého střeva (Bodeček et al. 2004). Cékokolická a cékocékální invaginace a současný výskyt larvální cyathostomózy signalizují vzájemnou souvislost mezi těmito patologickými procesy (Bodeček et al. 2017).

3.2.3 Další zástupci hlístic koní

3.2.3.1 Roup koňský (*Oxyuris equi*)

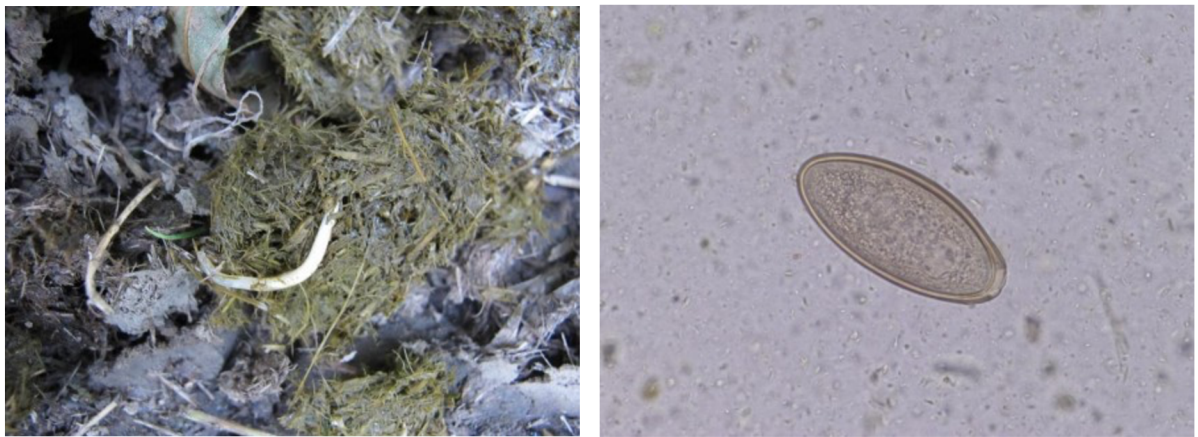
Roup koňský (*Oxyuris equi*) (Schränk 1788) se řadí do čeledě Oxyuroidea, třída Nematoda. Parazituje u koní, oslů, mul a zeber (Bodeček et al. 2017). Infekce roupy jsou v poslední době vzácností, neboť jsou citliví na všechna běžně dostupná a hojně používaná anthelmintika (Koudela 2008).

Jedná se o hlístice bílé až světle žluté barvy, tlustého těla (Dyk et al. 1969). Samci měří až 1 cm (Bodeček et al. 2017) uvádí se ale i 14–16 mm (Dyk et al. 1969). Široký je 0,7 – 1 mm široký (Dyk et al. 1969). Samci mají jednu jehlicovitou spikulu. Spikula je 120–150 µm dlouhá. Na ocasním konci jsou dva páry velkých a několik malých papil (Jurášek et al. 1993).

Dospělé samice měří až 10 cm (Koudela 2008). Mají dlouhý, zužující se ocas (Jurášek et al. 1993). Jejich ocasní část může být až 3× delší než vlastní tělo (Bodeček et al. 2017). Vulva je umístěna na předním konci těla. Samice se vyskytují v tlustém a slepém střevě, zřídka i v tenkém střevě (Jurášek et al. 1993).

Vajíčka jsou ovoidního tvaru s mukoidní zátkou na jednom pólu. Velikost vajíček je 85-95×40-45 µm (Bodeček et al. 2017). Vajíčka mají typický „bochníkovitý“ tvar (Koudela 2008). Na jednom konci jsou vybavena embryonální zátkou ve tvaru U (Kraft & Durr 2001). Jejich obal je lepkavý obal, což umožňuje ulpívání na podkladu (Koudela 2008).

Obrázek 3 Dospělci roupů v trusu a vajíčko roupa



Zdroj: Bodeček et al. (2017)

3.2.3.1.1 Vývojový cyklus roupa koňského

Vývojový cyklus roupa koňského je přímý (Koudela 2008). Dospělci se lokalizují v dorzálním a v malém kolonu hlavně u mladých kategorií koní od odstávčat až po dvouletky (Bodeček et al. 2017). Dospělé samice vysunují z rekta koně přední část těla, na které mají vyústění dělohy (Koudela 2008). Lepí velké množství vajíček ve formě „balíčků“ do záhybů konečníku. Kladení a lepení vajíček způsobují koním svědění v perianální oblasti a ti reagují neklidem a otíráním se zádí o vybavení stáje, čímž umožňují šíření parazitů (Koudela 2008). Při postupném vysychání se želatinózní pásy lámou a opadávají na zem. Nebo také ulpívají na žlabech, napáječkách, stěnách a na pastvinách (Jurášek et al. 1993). Otíráním dochází k poškození srsti a žíní u kořene ocasu (Koudela 2008).

Vývin larev uvnitř vajíček je rychlý (Bodeček et al. 2017). Za tři až pět dní vzniká infekční larva L₃ (Jurášek et al. 1993). Hostitel se nakazí pozřením zralého vajíčka (Bodeček et al. 2017). Nový hostitel se infikuje vajíčky s larvami při olizování vybavení stáje, na kterém ulpěla vajíčka (Koudela 2008) nebo také napájením kontaminované vody (Jurášek et al. 1993). Larva L₃ se poté uvolňuje v tenkém střevě (Bodeček et al. 2017). Larvy L₃ po uvolnění z vajíčka migrují do krypt mukózy céka a kolonu, kde se za 8 až 10 dní po infekci vyvinou na L₄ (Jurášek et al. 1993). Ve slepém střevě a ventrálním kolonu (ventrální část tlustého střeva) dokončí svůj vývoj (Bodeček et al. 2017). Larva dospívá v kaudálních partiích trávicího traktu (Bodeček et al. 2017). Larvy L₄ mají vyvinutou velkou ústní kapsulu a živí se mukózou.

Dospělí červi se živí střevním obsahem (Jurášek et al. 1993).

Dospělé samičky po oplodnění migrují do rekta, kde vylučují vajíčka (Bodeček et al. 2017). Preparentní perioda trvá čtyři (Bodeček et al. 2017) až pět měsíců (Foreyt 2001).

3.2.3.1.2. Vlastnosti a vztah roupa koňského k hostiteli

Larvy L₄ mají ústní kapsulu a živí se mukózou střeva. Dospělci se živí střevním obsahem (Bodeček et al. 2017). To je příčinou vzniku drobných erozí. Při pasivních infekcích se mohou vyskytovat eroze na rozsáhlých plochách. Eroze mohou provázet zánětlivé reakce (Jurášek et al. 1993). Klinické příznaky napadení roupem koňským se vyskytují ojediněle. Patří mezi ně hubnutí, průjmu a koliky (Bodeček et al. 2017). Zplodiny látkové výměny roupa koňského působí silně toxicky (Dyk et al. 1969). Při migraci samic dochází k výraznému pruritu v anální oblasti, které nutí koně k dření kořene ocasu o vybavení stáje (Bodeček et al. 2017). V důsledku toho vznikají poranění v okolí řitní krajiny, dermatitidy až ekzémy (Dyk et al. 1969).

Nejvíce nákazy této parazitózy se vyskytuje v období zimního ustájení koní ve společných stájích s nedostatečnou zoohygienu. Napadání jsou hlavně jedinci s oslabenou imunitou a výjimečné nejsou reinfekce (Bodeček et al. 2017).

Vajíčka roupů se běžnými koprologickými flotačními metodami diagnostikují nesnadno, neboť se do vyšetřovaného výkalu dostávají nepravidelně a obtížně. Citlivější metodou je použití průhledné lepicí pásky, která se přiloží na kožní řasy v okolí anu a potom se nalepí na podložní sklíčko (Koudela 2008). V trusu se často nacházejí velké bílé samice s dlouhým, zaostřeným ocasem (Jurášek et al. 1993).

3.2.3.2 *Strongyloides westeri*

Hádě (*Strongyloides westeri*) (Ihle 1917) řadíme do čeledě Rhabditoidea a třídy Nematoda (Bodeček et al. 2017). Larvami se mohou laktogenně infikovat hříbata v prvních týdnech života (Koudela 2008). *Strongyloides westeri* se vyskytuje u lichokopytníků celosvětově (Rommel et al. 2000).

S. westeri je drobný nitkovitý helmint (Koudela 2008). Má tenké tělo 6-8 mm dlouhé (Bodeček et al. 2017). Jícen má tvar cylindrické nálevky. Ovária se nacházejí krátce za středem těla, obě vedou dopředu a pak zpět dozadu (Rommel et al. 2000). Vajíčka jsou tenkostěnná o velikosti 45-54×25-33 μm (Bodeček et al. 2017). Jsou oválná se zploštělými póly. Jsou tenká miskovitá se zakončením ve tvaru. V děloze jsou umístěna v jedné řadě (Rommel et al. 2000).

Vývojový cyklus háděte koňského (*Strongyloides westeri*) je složitý a může probíhat dvěma cestami, buď ve vnějším prostředí neparaziticky, nebo paraziticky v hostiteli (Bodeček et al. 2017). Má parazitickou i volně žijící generaci (Jurášek et al. 1993). Parazitickým způsobem života v hostiteli žijí pouze partenogenetické samičky (Koudela 2008), tzn., že se vyvíjejí asexuálně, zatímco volně žijící stadia se množí sexuálně (Bodeček et al. 2017). Při přímém vývoji vajíčka vyprodukovaná partenogenetickými samičkami odcházejí z trávicího traktu hostitele trusem (Koudela 2008). Z vajíček se rychle líhnou larvy L₁. Larvy L₁ se mění na L₂ a za 24–36 hodin se svlékají na L₃ (Jurášek et al. 1993). V průběhu 24-48 hodin se vyvine infekční larva L₃ (Koudela 2008), tj. filariformní larva opatřená cylindrickým pažerákem. Filariformní larvy nemají ochranný obal a je pro ně charakteristický neobyčejně čilý pohyb (Jurášek et al. 1993).

Při nepřímém vývoji, tzn. neparazitickém ve vnějším prostředí, vznikají z rhabditoidních larev za 1–2 dny bez svlékání ve fekáliích samci a samičky volně žijící generace. Po kopulaci a oplodnění kladou samičky ve fekáliích embryonované vajíčka (Jurášek et al. 1993). Z vajíček se líhnou larvy rychle rostou a po 24 hodinách se svlékají na invazní larvy L₃, které pronikají do organismu hostitele (Jurášek et al. 1993). Larvy L₃ jsou schopné aktivně

napadnout hostitele pronikáním přes kůži, popřípadě orální invazí (Jurášek et al. 1993). Larvy L₃ migrují krevními a lymfatickými cévami z končetin, přes plíce a tracheu do tenkého střeva (Bodeček et al. 2017). Migrace probíhá tak, že po vykašlání z plic se ve střevě vyvinou pohlavně zralé samice (Jurášek et al. 1993). Dospívají v tenkém střevě (Bodeček et al. 2017).

Pokud byli hostitelé larev L₃ již v minulosti infikováni, larvy nemigrují do střeva, ale do svaloviny a pojivového vaziva. U klisen migrují do mléčné žlázy, čímž je umožněna galaktogenní infekce novorozených hříbat larvami L₃ v kolostru (Bodeček et al. 2017). Starší zvířata se infikují perkutánně larvami z vnějšího prostředí (Koudela 2008). Sající hříbata se infikují nejčastěji laktogenně larvami L₃ od klisen (Koudela 2008). Prepatentní perioda L₃ larev je 8-12 dní (Bodeček et al. 2017) a patentní 43 až 83 dní (Hajko & Hajková 1999).

3.2.3.2.1 Vlastnosti a vztah k hostiteli

Hádě koňské (*Strongyloides westeri*) parazituje v tenkém střevě a je zde příčinou zánětlivých změn (Koudela 2008). Migrace plícemi vede k dýchacím problémům (Bodeček et al. 2017). Při penetraci kůže vyvolávají dermatitidy (Bodeček et al. 2017). Toxoidy působí i na nervovou soustavu a mohou vyvolat těžkou alergii (Jurášek et al. 1993).

Způsobuje parazitózu nazvanou Strongyloidóza (Bodeček et al. 2017). V případě perkutánní infekce u koní, již v minulosti infikovaných, larvy nedospějí ve střevě, ale migrují do svaloviny, u klisen do mléčné žlázy (Koudela 2008). Larvy, které proniknou do organismu klisny, pozastavují svůj vývoj, po porodu se s nástupem laktace aktivují a dostávají se do mléka (Bodeček et al. 2017). Výskyt larev v mléčné žláze umožňuje následnou galaktogenní infekci hříbat po porodu, která je klinicky patrná u hříbat v druhém týdnu života (Koudela 2008). Intrauterinní nákaza plodu nebyla u koní zjištěna (Bodeček et al. 2017).

Strongyloidóza je tedy stájové onemocnění hříbat, která jsou chována společně se staršími koňmi, kteří jsou nositelé nákazy. Nejčastěji se vyskytuje u hříbat do jednoho roku věku (Bodeček et al. 2017). Projevem Strongyloidózy je průjem. Tento průjem může být mylně diagnostikován jako průjem vyvolaný říjí klisen (Koudela 2008). Kromě velmi silného akutně probíhajícího průjmu se Strongyloidóza u silně infikovaných hříbat projevuje slabostí, vyčerpáním a ztrátou hmotnosti (Bodeček et al. 2017). Hříbata při přirozené infekci začínají vylučovat vajíčka *Strongyloides westeri* zhruba ve dvou letech a infekce zpravidla končí ve věku 20-25 týdnů (Bodeček et al. 2017). Strongyloidóza trvá 2 až 4 týdny. U starších zvířat probíhá v asymptomatické formě (Jurášek et al. 1993). Strongyloidóza se vyskytuje hlavně v teplých a vlhkých oblastech. Pravděpodobnost výskytu zvyšuje nedodržování správné stájové zoohygieny (Bodeček et al. 2017).

Diagnóza je možná na základě vajíček nalezených v čerstvém, rektálně odebraném trusu. Larvy se z něj rychle líhnou, proto je třeba odebírat čerstvý trus. V mléce se detekují jen těžko (Hajko & Hajková 1999).

3.2.3.3. *Trichostrongylus axei*

Trichostrongylus axei (Cobbold 1879) z čeledi Trichostrongyloidea, třída Nematoda. *T. axei* parazituje ve žlázách žaludku a tenkého střeva koní a přežvýkavců (Bodeček et al. 2017). Tento parazit je drobný helmint a jedná se o vlásčitého červa. Samci jsou dlouzí 3,0–6,0 mm a samice 4,0–8,0 mm. (Bodeček et al. 2017).

Vývojový cyklus je přímý. Samičky produkují vajíčka, ze kterých se rychle uvolňují larvy. Tyto dozrávají za 4-6 dnů ve vnějším prostředí. Hostitelé se nakazí larvami většinou na pastvě (Bodeček et al. 2017).

3.2.3.3.1 Vlastnosti a vztah *T. axei* k hostiteli

Parazitóza je obvykle asymptomatická. Při silné infekci se mohou objevit zvrácené chutě (koprofagie) a hubnutí, jako následek zánětu sliznice žaludku. Může docházet ke krvácení do trávicího traktu a k rozvoji anémie, melény, hypoproteinémie a podkožních otoků. Nebezpečí této parazitózy se zvyšuje při společné pastvě koní s přežvýkavci (Bodeček et al. 2017).

3.2.3.4 Filárie

Filárie (*Habronema spp.*, *Draschia megastoma*) patří do čeledě Habronematidae, řádu Spirurida, třídy Nematoda. Druhy vyskytující se u koní jsou lokalizovány jako dospělci v typických lokalitách, anebo jako larvy v aberantních lokalitách. Změny na sliznici žaludku u koňovitých vyvolávají hlavně tři druhy – *Habronema muscae*, *Habronema microstoma* a *Draschia megastoma* (Bodeček et al. 2017).

Habronema muscae i *Habronema microstoma*, oba druhy mají štíhle, bílé tělo. Samci jsou 8-14 mm dlouzí a samice 15-25 mm. Filárie mají velmi malá tenkostěnná vajíčka 16×45 µm. *Draschia megastoma* je štíhlý, bílý a průsvitný helmint. Dospělý samec dosahuje délky 7-10 mm a samice 10-13 mm (Bodeček et al. 2017).

Pro všechny filárie je vývojový cyklus podobný. Všechny filárie vyžadují mezihostitele z řádu členovců. Vajíčka s larvou L₁ jsou vylučována do vnějšího prostředí trusem. Zde jsou pozřena larvami, či dospělci rozličných much. Vývoj L₃ larvy je synchronizovaný s vývojem a dospíváním mezihostitele. Infekce je kompletní pozřením mrtvých much, larev z krmiva, vody, anebo při nalétávání much v oblasti nozder na koně, kdy se larva filárie přesune z mezihostitele na srst koně a oliznutím srsti dojde k jejímu spolknutí. Filárie dospívají v žaludku za zhruba 8 týdnů (Bodeček et al. 2017).

3.2.3.4.1 Vlastnosti a vztah Filárií k hostiteli

V žaludku jsou sice v těsném kontaktu se sliznicí, avšak většinou nezpůsobují klinické problémy. Výjimečně mohou způsobit mírnou katarální gastritidu. Larvy, které se nacházejí v ranách mohou způsobovat proliferativní granulomatózní léze, jako projev kožní habronematózy, tzv. „letní rány“ a perzistentní konjunktivitidu s uzlovitým zesílením a ulceracemi víček. Filarióza probíhá obvykle bez klinických příznaků, vzácně může dojít k narušení funkce stěny žaludku. V případě sekundární bakteriální infekce dochází k tvorbě abscesů. *Draschia* je také původcem kožní habronematózy.

Přítomnost larev se detekuje biopsií kůže a histologickým vyšetřením. Dospělci se nacházejí ve fibrinózních masách připomínající tumory, které jsou obvykle nacházi v blízkosti margo plicatus žaludku (Bodeček et al. 2017).

3.2.3.5 *Dictyocaulus arnfieldi*

Plicivka *Dictyocaulus arnfieldi* (Cobbold 1884) patří do čeledi Trichostrongyloidea, třída Nematoda (Bodeček et al. 2017). *D. arnfieldi* parazituje v bronších a bronchiolách oslů, koní a zeber. Tento parazit je kosmopolitně rozšířený (Jurášek et al. 1993).

Samec dorůstá velikosti 25–42 mm. Má krátkou burzu. Dorzální žebra jsou na distálním konci dvojlaločná. Spikuly jsou dlouhé 199–250 µm, gubernákulum je ovoidní (Jurášek et al. 1993). Samice je velká 43–68 mm. Má krátký a mírně ohnutý konec ocasu. Vulva ústí v zadní třetině těla (Jurášek et al. 1993). Vajíčka jsou velká 80–100 × 50–60 µm, mají elyptický tvar a jsou embryonovaná. Larvy jsou dlouhé 420–480 µm (Jurášek et al. 1993). Larvy L₁ se líhnou v

plicích nebo trusu. Dospělce je možné nalézt i v průduškách (Jurášek et al. 1993). Dospělci se nacházejí v bronších a bronchiolech (Bodeček et al. 2017).

Vývojový cyklus *D. arnfieldi* je přímý (Bodeček et al. 2017). Ovoviviparní samice produkují vajíčka, z kterých se v plicích uvolňují larvy L₁, které dále migrují do trachey (Jurášek et al. 1993). Zvířata je vykašlávají, poté polykají a larvy se dostávají do trávicího traktu (Bodeček et al. 2017). Do vnějšího prostředí se dostávají v trusu – většinou v jako larvy L₁, někdy je možné nalézt ale i vajíčka (Jurášek et al. 1993).

Ve vnějším prostředí jsou rozšiřovány sporangii houby rodu *Pilobolus* do okolí výkalu deponovaného na pastvině (Bodeček et al. 2017). Larvy jsou ve vnějším prostředí nepřijímají potravu a žijí z vlastní rezervy. Larvy se dvakrát svlékají a během 5–7 dní mění na larvy L₃ (Jurášek et al. 1993).

Infekčním stádiem pro definitivního hostitele je larva L₃, která je požitá orálně (Jurášek et al. 1993). Po požití vhodným hostitelem penetrují infekční larvy L₃ do sliznice tenkého střeva, následně migrují do mezenteriálních mízních uzlin (Bodeček et al. 2017), kde dochází ke svlékání larev do stádia L₄ (Jurášek et al. 1993).

Tyto larvy L₄ se lymfou a krví dostávají do plicního parenchymu a periferních bronchiolů, kde se larvy L₄ svlékají na preadultní larvy L₅. Produkce vajíček a následné uvolňování L₁ larev do obsahu střeva je běžná u oslů a mul, zatímco v případě koní se vývoj často pozastaví na úrovni larev L₅ lokalizovaných v plicním parenchymu (Bodeček et al. 2017). Vývoj trvá 5-13 týdnů. (Bodeček et al. 2017).

3.2.3.5.1 Vlastnosti a vztah *D. arnfieldi* k hostiteli

Přirozeným hostitelem *Dictyocaulus arnfieldi* osel (Bodeček et al. 2017). U koní se vyskytují málo. Infikování mohou být koně všech věkových kategorií. Nejčastěji se *Dictyocaulus arnfieldi* vyskytuje u koní ve věku 5 až 8 let (Burks 1998).

Migrující larvy a dospělci v plicním parenchymu aktivují buněčnou a humorální imunitu. Přímé poškození plicního parenchymu dospělci může způsobit chronickou katarální bronchitidu, ohniskově se vyskytující otoky a hemorragii (Beech 1979). Adultní stádia parazitů v plicní tkáni tlumí druhotné obranné mechanismy, tím dochází k zeslabení mukózní stěny, což má za následek sníženou schopnost filtrace částic, zároveň se snižuje počet plicních makrofágů. Toto vede k sekundární imunosupresi, čímž je usnadněna kolonizace sekundárních bakteriálních infekcí (Burks 1998).

3.3 Stručná charakteristika třídy Cestoda

Třída Cestoda je charakteristická značně rozvinutými parazitárními adaptacemi (Ryšavý et al 1989). Jedná se výhradně o parazity vyskytující se ve střevech všech skupin obratlovců (Roberts & Janovy 2005). Mohou vyvolávat vážná onemocnění to jak dospělci, tak i vývojová stádia (Ryšavý et al 1989).

Tasemnice parazitující v zažívacím traktu koní náleží do čeledi Anoplocephalide, třídy Cestoda (tasemnice) (Vojtková et al. 2006), kmene Plathelminthes (ploštěnci) a podkmene Neodermata (www.biolib.cz 2022). Tato skupina zahrnuje zhruba 700 rodů a zhruba 5 000 popsáných druhů (Georgiev 2004).

Kůň je definitivním hostitelem čtyř druhů tasemnic: *Anoplocephala perfoliata*, *Anoplocephala magna*, *Anoplocephala mamillana* a *Moniezia pallida*. Největší význam je přikládán tasemnici *Anoplocephala perfoliata*, která je příčinou kolikových onemocnění koní (Vojtková et al. 2006).

Tasemnice nemají trávicí soustavu a potravu přijímají celým povrchem těla (Ryšavý et al 1989). Povrchem těla jsou vstřebávány živiny ze střeva napadeného organismu. Tělo

dospělých jedinců se skládá z hlavičky (skolex). Na hlavičce jsou umístěny přichytné orgány, které umožňují tasemnici dobré uchycení ve střevě svého hostitele (mezi tyto orgány patří například rostellum – vysunovatelný chobotek, často s háčky, nebo přichycovací rýhy – botrie), a ze strobily, které se skládají z jednotlivých plochých článků (proglotidy nebo segmenty). Jejich počet není konstantní (Smyth & McManus 1989).

3.4 Vliv klimatických podmínek na výskyt larev na pastvině

Závažnosti infekcí úzce souvisí s faktory, které mají obrovský podíl na vývoji a přežití volně žijících larev v různých stádiích na pastvině. Zároveň mezi tyto faktory, kromě nejdůležitějšího, kterým je teplota, spadá i vlhkost a sluneční záření neboli ultrafialové světlo (Nielsen et al. 2007; Van Dijk et al. 2009).

Klimatické faktory představují hlavní vztah s biologií koňských Cyathostominů, který je nezbytný pro vývoj a životní cyklus parazita, a také pro množení volně žijících stádií na pastvinách (Leathwick et al. 2015).

Ačkoliv přežití patogenů mimo tělo hostitele závisí na těchto vlastnostech (Grassly & Fraser 2006), je důležité brát zřetel na možnost stěžejních podmínek v podobě globální problematiky klimatu, díky nimž jsou v současnosti sledovány změny v šíření jednotlivých druhů hlístic (van Dijk et al. 2008; Morgan & Wall 2009; van Dijk et al. 2010).

Larvy L₃ potravu nepřijímají a využívají omezené energetické zásoby. Tyto zásoby se rychleji vyčerpávají při vyšších teplotách. Při suchém a slunečném počasí larvy L₃ rychle hynou. Při teplotách v rozmezí 5 až 10 °C jsou schopné přežít na pastvinách řadu týdnů (Koudela 2008). Larvy se na pastvině kumulují v letních měsících. Larvy L₃ jsou rezistentní na vyschnutí, vajíčka jsou schopna přežít zimu (Bodeček et al. 2004). Pod sněhem larvy malých strongylidů jsou schopny přežít, pokud teploty neklesnou pod -5 °C (Koudela 2008).

Larvy L₃ jsou infekční pro koně. Koně se jimi nakazí na pastvě (Koudela 2008) jejich pozřením s krmivem či vodou (Bodeček et al. 2017). Rizikovou skupinu jsou hlavně roční hříbata na pastvě a zdrojem nákazy jsou dospělí koně vylučující vajíčka v trusu (Bodeček et al. 2004).

3.4.1 Vliv teploty na výskyt infekčních larev na pastvině

Jak bylo již zmíněno v předešlém textu, teplota je hlavní faktor ovlivňující vývoj larev v infekční stádium L₃. Merlin et al. (2022) potvrdil, že minimální teplota potřebná k vývinu vajíčka Cyathostominu do L₁/L₂ stádia se pohybuje kolem 7,5 stupni a trvá 1 až 3 dny. Pro vývoj do L₃ trvá dle teploty vývoj 4 až 22 dní, v závislosti na vlhkost. Nejvyšší zaznamenaná teplota, při níž se larvy vyvíjely, byla 37 stupňů.

Doba dozrávání larev při nejnižší teplotě 7,5 °C byla velmi pomalá a při nejvyšší teplotě 37 °C znatelně rychlá (Merlin et al. 2022).

Briggs et al. (2004); Koudela (2008) uvedli, že obecný pokles čeledě Cyathostominae v letních měsících souvisí s výskytem vysokých teplot nepříznivých pro přežití L₃ larev i v souvislosti se suchem. Strongylidní hlístice L₃ jsou schopné přežít i tropické teploty kolem 40 °C, které jsou pro většinu příbuzných organismů letální (Wharton 2002).

V opačném případě, kdy teploty klesnou pod 0 °C, se uplatní sacharid trehalóza, která zapříčiní přežití infekčním larvám i v extrémních případech minusových hodnot (Wharton 2002).

3.4.2 Vliv vlhkosti na výskyt infekčních larev na pastvině

Vlhkost spadá mezi jeden z nejdůležitějších faktorů pro přežití infekčních larev L₃. Další klíčový účinek vlhkosti na larvy je migrace, kterou voda umožňuje pomocí husté a bohaté vegetace (Morgan et al. 2005). Rozšíření larev závisí na načasování a povaze, stejně jako na množství dešťových srážek, dostupné volné vody jako je mlha nebo rosa (Hennesya et al. 1997; Tapiador et al. 2007).

Ve výkalech je umožněn vývoj do infekčního třetího larválního stádia L₃ díky přítomné vodě ve všech podmínkách mimo těch nejsušších (Chiejina & Fajae 1989).

Několik studií pastvin potvrdilo, že pokud jde o migraci larev z výkalů na travní porost je dle Skinner & Todd (1980) potřeba film vlhkosti, po kterém larvy cestují. V přírodních podmínkách je toto tvrzení těžko udržitelné z důvodu rychle se odpařující vody z porostu. Callinan & Westcott (1986) přinesli podobné výsledky, avšak ty naznačovaly, že volná voda není prvotně hnací silou migrace larev, ale podmínky relativní vlhkosti určují převážně migrační chování larev.

Od poškození suchem se infekční larvy brání změnou chování. Nejtypičtějším projevem je stočení hlístice „do klubíčka“, které redukuje ztrátu vody z organismu zmenšením plochy těla, která je vystavená nepříznivým podmínkám prostředí (Wharton 2002).

3.4.3 Vliv UV záření na výskyt larev na pastvině

Ultrafialové záření je jedním z mála vlivů, na které jsou infekční larvy L₃ velmi senzitivní (Vadlejch & Langrová 2014). K letálnímu dopadu L₃ larev dojde již po jedné hodině působení UV faktoru. Tohoto lze využít při dekontaminaci vysoce infekční pastviny (Napoleone et al. 2011).

Výsledky studie podle Dijk et al. (2009) poskytují jednoznačný důkaz, že přirozené stupně ultrafialového záření zvyšují úmrtnost infekčních larev a stále vystavení již úzkospektrému UV světlu při přirozených a reálných úrovních, totožných pro mírné letní dny, se ukázalo jako vysoce škodlivé pro přežití larev a zvýšilo úmrtnost až 100krát.

Ultrafialové záření může být také vysoce škodlivé i pro následnou životaschopnost larev. Larvy, které by byly následně použity k infekci hostitele, by měly pravděpodobně sníženou schopnost se rozvíjet v dospělosti. K dalším ztrátám může dojít během fáze vývoje parazitů (Ruelas et al. 2007).

3.4.4 Uplatnění vlivu faktorů při uchování vzorků

Pro chovy je důležitou součástí sběru vzorků výkalů jako prostředek pro sledování infekce koní, ale také pro detekci rezistence na anthelmintika. Skladování vzorků dokáže velmi ovlivnit výsledek koprologického vyšetření (van Wyk & van Wyk 2002; Rinaldi et al 2011). Ovlivnění výsledku má za následek i obsah vody ve výkalech (Le Jambre et al. 2007).

Studie dle Nielsen et al. (2010) hodnotila působení skladovací teploty, doby skladování a vzduchotěsnosti na výskyt strongylidních vajíček ve výkalech za pomoci inkubačního zařízení a v přírodních podmínkách.

Vzorky pro koprologické vyšetření je třeba uchovávat v takových podmínkách, aby nedocházelo k biologické degradaci výkladů. Výkaly se z tohoto důvodu skladují v anaerobním prostředí při ideálních teplotních podmínkách. Při ukládání vzorků v aerobním prostředí, při teplotě vyšší než 4 °C a vysoké vlhkosti, dojde k ideálním podmínkám pro vývoj vajíček, a tak i znehodnocení výsledku (Vadlejch & Langrová 2014).

Výsledky studie Nielsen (2010) prokázaly, že nejlepší metoda pro skladování vzorků je chlazení. Potvrdilo se také, že ovlivnění vlhkosti vzorků připadá k typu potravy koní.

Mražení vzorků není vhodnou metodou (Van Wyk & van Wyk 2002). Při uchování vzorků v mrazáku dojde k narušení vajíčka z důvodu krystalizace a dojde tak ke snížení počtu vajíček (Nielsen et al. 2007). Doporučenou metodou je chlazení vzorků po dobu až 120 hodin, které nemělo žádný vliv na kvantitativní počty vajíček (Nielsen et al. 2010).

3.5 Management pastvy a vlivy na výskyt larev na pastvině

3.5.1 Pastevní management

Pastevní odchov koní je jedním za základních požadavků chovu koní, protože pastevní porost působí svými dietetickými účinky příznivě na fyziologii trávení. Koně jsou selektivní spásáči, kteří si vybírají rostliny nebo části rostlin. Tímto vybíráním ovlivňují dynamiku porostu (Pavlů & Hejčman 2006).

Pastva je nedílnou součástí chodu koní. Úrodných pastvin na jednoho koně je třeba ½ až 1 ha. Musíme počítat s tím, že kůň je mělčí spásáč, a proto jsou pastviny spásány na nižší výšku (Pavlů et al. 2004).

V chovech s pastevním ustájením můžeme téměř jistě očekávat zdravotní problémy spojené s parazity (Smith & Sherman 2009). Chovatel tedy musí respektovat určité zdravotní stránky, které sebou pastevní chov nese. Důležitou součástí je kontrola zdravotního stavu (Štrupl et al. 1983).

Preventivní opatření u pastevního chovu se musí orientovat podle druhu a rozmnožovacího cyklu parazitů. Nejbezpečnějším preventivním opatřením je pravidelné odklizení výkalů z pastvy a přemístění koní na pastviny prosté vajíček a larev parazitů (Sedláček 2010).

Omezit propuknutí parazitárních infekcí můžeme pouze pomocí správného managementu pastvy. U celoročně pasoucích se zvířat je to velmi náročné, a proto jsou aplikována anthelmintika (Cabaret et al 2002).

3.5.2 Pastvina a pojem refugium

Koně, kteří nepřišli do styku s anthelmintiky, můžeme vývojová stádia v jejich tělech nazývat jako refugia. Důležitou část refugií představují volně žijící vývojová stádia parazitů na pastvinách (Traversa et al. 2010).

Refugia poskytují důležitou skupinu citlivých genů. Udržení parazitického refugia může pomoci se zpomalením rezistence na anthelmintika (Dobson et al. 2001).

Dalšími účinnými organismy jsou půdní, volně žijící nematofágní houby, které mohou usmrtit parazitické larvy ve stolici. Tyto plísně mohou být podávány i zvířatům za pomoci a díky kyselých spór mohou projít do výkalů s larvami parazitů. Tato metoda je finančně velmi náročná a z tohoto důvodu zatím není dostupná (Nielsen 2017).

Jedním ze zástupců těchto hub je *Duddingtonia flagrans*, jehož odolnost spór umožní přechod přes trávicí trakt přežvýkavce a následně se živí obsahem těla parazitických hlístic (Larsen et al. 1992).

4 Materiál a metodika

Odběr vzorků probíhal každý měsíc v období od března 2021 do března 2022. Odebírány byly vzorky výkalů a také minimálně 400 g vzorků porostu za každý měsíc z každého chovu.

Pro každou oblast byly zaznamenány údaje o vlhkosti a teplotě z nedaleké meteorologické stanice. Postup byl proveden systematicky promyšleným odběrem a následně probíhalo zpracování vzorků v laboratoři Katedry zoologie a rybářství na Fakultě potravinových a přírodních zdrojů České zemědělské univerzity v Praze.

4.1 Popis sledovaných chovů

Do studie byly zařazeny celkem tři chovy koní. Každá stáj měla odlišný počet jedinců, jiný management stáje a využití koní. Rozdílný byl i systém managementu pastvin v každé stáji. Z důvodu následného hodnocení očekávaných výsledků byly chovy vybrány právě na základě těchto odlišností. Z každého chovu byly v pravidelných měsíčních intervalech odebírány vzorky porostu z pastvin a vzorky výkalů od stálých jedinců.

Vzorky a informace byly zaznamenány anonymně se souhlasem všech majitelů koní a objektů.

4.1.1 Chov A

Tento chov se nachází ve středních Čechách (49°52'0" s. š., 14°15'43" v. d.) v nadmořské výšce 424 m n. m. s průměrnou roční teplotou 8,7 °C. Průměrné srážky jsou zde 600–700 mm za rok (údaje chmi.cz pro rok 2021). Celková rozloha tohoto chovu je přibližně 9 hektarů a z toho 8 hektarů tvoří pastviny.

Ve stáji tohoto chovu se nachází celkem 18 sportovních koní, nebo koní po sportovní kariéře věkového rozmezí od 2,5 let po 26 let. Většina těchto koní je využívána do všestrannostního sportu, a proto je tak plně zastoupena plemeny polokrevnými, plnokrevnými či teplekrevnými.

Stáj má boxové ustájení o velikosti boxů 3 x 3,5 m. Všechny boxy jsou vybaveny automatickou napaječkou, žlabem a doplněny o minerální lizy. Stáj je vzdušná a prosvětlená. Každý kůň má samostatný výběh s dostatečným a bohatým porostem. Koně tráví ve výběhu každý den 7 hodin s ohledem na deštivé počasí. Zbytek dne jsou v boxe.

Krmení koní probíhá 2x denně, ráno a večer, vždy ve stejnou dobu s ohledem na dodržení biorytmů. Krmná dávka je složena pro každého koně individuálně dle jeho potřeb a zátěže. Dále má každý kůň dávku objemného krmiva, senáže střídavě se senem po celý rok. Ve stáji je využívána sláma jako podestýlka se systémem přistýlání každý druhý den. Boxy se mistují pravidelně 2x denně.

Do studie z „chovu A“ byly zařazeni celkem dva jedinci ve věku 5 a 8 let. Po třech měsících roku 2021 došlo ke změně jednoho z odebíraných valachů z důvodu jeho prodeje a následného převozu mimo Českou republiku. Z tohoto důvodu byla od června zařazena jako náhradník pro odběry klisna ve věku 11 let. V průběhu srpna 2021 byly koně přesunuty do jiného výběhu, z důvodu přístupu k dostatečné a bohaté pastvě. Tento výběh byl po tuto dobu prázdný a neinfekční, a proto byl po dorostu travin zvolen jako náhradník.

V chovu probíhá pravidelný antiparazitární program a odčervení 4 x ročně, viz kapitola 4.2.1. Antiparazitární opatření chovů.

4.1.2 Chov B

Tento chov se nachází v severovýchodních Čechách (50°26'14" s. š., 15°21'6" v. d.) v nadmořské výšce 287 m n. m., s průměrnou roční teplotou 7-9 °C a s průměrnými ročními srážkami 700–800 mm (údaje chmi.cz pro rok 2021). Celková rozloha tohoto chovu je přibližně 5 hektarů a z toho jsou zde zastoupeny 3 hektary pastviny.

V této stáji je celkem 16 koní ve věkovém rozmezí od 1 roka do 28 let. Využití těchto koní je převážně turistické a rekreační. Z tohoto důvodu je v chovu vysoká plemenná různorodost, avšak největší zastoupení zde mají plemena teplokrevná.

Obdobně jako u chovu A je zde boxový systém, avšak doba ve výběhu je odlišná. Koně tráví na pastvině průměrně 8–10 hodin. Boxy jsou opět vybaveny automatickými napáječkami a žlaby. Vnitřní prostory stáje jsou velmi tmavé a vlhké, se sníženým prouděním vzduchu.

Koně jsou krmeni 3x denně (ráno, v poledne, večer) a doba krmení se může každý den mírně lišit. Ke krmení se používá střídavě, v závislosti na požadavcích na koně, z ovsy, pšeničných otrub a řepných řízků. Senem se krmí 2x denně v jarních a letních měsících. V zimních měsících pak zastává objemné krmivo senáž.

Podestýlku představují dobře dostupné piliny, získané jako odpad z dřevařského průmyslu. V zimních měsících se v této stáji nastýlá slámou. Mistování i přistýlání probíhá každý den.

Z chovu B bylo do výzkumu zařazeno celkem 8 koní, ve věkovém rozmezí 2 až 24 let. Převahu zastávali koně nad 10 let. Odběry v této stáji byly stabilní a v průběhu výzkumu nedošlo k žádné změně ani přesunům koní na jinou pastvu. Proběhlo pouze mírné rozšíření pastvy.

Antiparazitární program zde probíhá pravidelně v podobě odčervení 2 x do roka (Viz. 4.2.1 Antiparazitární opatření jednotlivých chovů).

4.1.3 Chov C

„Chov C“ se nachází v severních Čechách (50°32'42" s. š., 15°7'9" v. d.) v nadmořské výšce 286 m n. m. s průměrnou roční teplotou 7–8° C. Průměrné roční srážky jsou 800–900 mm. (údaje chmi.cz pro rok 2021)

V porovnání s ostatními chovy zastává „chov C“ nejmenší část rozlohy, která tvoří celkem 3 hektary, a z toho pouze 1,5 hektaru pastvin.

Celkový počet koní tohoto chovu je 6 velkých koní a 1 pony. Celkem 2 koně, přesněji pony a 1 velký kůň, byly vybrány pro odběry vzorků. Plemena koní jsou převážně teplokrevná či kříženci bez průkazu původu. Koně jsou zde zaměřeny na turistické jezdectví a občasný hobby sport.

Veliká odlišnost chovu C je v typu ustájení, které je pastevní. Koně jsou v režimu 24/7, tedy 24 hodin a 7 dní v týdnu venku na pastvě po celý rok. Na pastvě mají možnost přístřešku, stálý přísun čerstvé vody z automatické napáječky a krmelec se senem po celý rok.

Individuální krmení jadrným krmivem probíhá jednou denně, bez ohledu na pravidelný čas. V průběhu odběrů vzorků došlo k jednomu přesunu na sousední pastvu, z důvodu nedostatku porostu na původní pastvině.

Během roku proběhl antiparazitární program v podobě odčervení 3 x do roka.

Obrázek 4 Pasoucí se koně při odběru vzorků



Zdroj: Eliška Zikmunodvá

4.2 Antiparazitární opatření jednotlivých chovů

Chov A

Ve stáji probíhal po celý rok pravidelný antiparazitární program. Odčervení bylo provedeno 4 x ročně, a to bez ohledu na intenzitu infekce. Strategie anthelmintik byla využita následovně: viz Tabulka 1.

Tabulka 1 Odčervovací systém za sledované období v chovu A

měsíc odčervení	odčervovací preparát	účinná látka
Březen 2021	Equest Pramox	Moxidectin, Praziquantel
Červen 2021	Equistrong	Pyrantel – embonát
Srpen 2021	Equimax	Ivermectin, Praziquantel
Listopad 2021	Panacur	Fenbendazol
Únor 2022	Equest Pramox	Moxidectin, Praziquantel

Odčervovací preparáty byly podány vždy jednotně pro všechny jedince dle doporučeného dávkování na danou váhu zvířete. Z Tabulky 1 lze sledovat odčervení 5 x do roka různými preparáty podanými v závislosti na dané období, ve kterém se vyskytují daní parazité. Tento chov se řídil dobře promyšleným odčervovacím programem. Odčervení zde neprobíhalo na základě předešlého koprologického vyšetření.

Mezi další antiparazitární opatření této stáje spadá dobrý management stáje. Pravidelný sběr výkalů z pastvin a kompletní čištění pastvy probíhá před a po zimě. V letních měsících probíhá rozhrnování pastvin.

Chov B

Antiparazitární program v chovu B byl odlišný od ostatních chovů. Koně byly odčerveny pouze 2x v průběhu celého roku. V srpnu 2021 byl k odčervení použit preparát Ecomectin s účinnou látkou Ivermectin a v únoru 2022 preparátem Helmigal s účinnou látkou Fenbendazol. Odčervení v tomto chovu neproběhlo na základě předešlého koprologického vyšetření.

Po dobu výzkumu neprobíhal sběr výkalů z pastvin a nebyly provedeny žádné úpravy pastviny.

Chov C

Opatření proti parazitárním infekcím proběhlo i v chovu C. Znázorněno viz Tabulka 2.

Tabulka 2: Odčervovací systém za sledované období v chovu C

měsíc odčervení	odčervovací preparát	účinná látka
Duben 2021	Equiverm	Praziquantel, Ivermectin
Červenec 2021	Equistrong	Pyrantel – embonát
Listopad 2021	Noromectin	Ivermectin

Celkem bylo odčerveno 3 x v průběhu výzkumu. Velká pozornost byla věnována každodennímu sběru výkalů z pastvin v období jara, léta a podzimu. V zimě se výkaly sbíraly v menší míře, avšak po zimě byla pastvina kompletně vyčištěna s ohledem na pastevní ustájení, tedy pobyt koní venku 24/7. V teplejších měsících proběhlo rozhrnování pastviny celkem 2 x.

Odčervení v tomto chovu neproběhlo na základě předešlého koprologického vyšetření.

4.3 Odběry a zpracování vzorků

Odběr jednotlivých vzorků výkalů od celkem 12 koní proběhl v pravidelných intervalech vždy na začátku každého měsíce. Odebíralo se v období od března 2021 do března 2022.

Vzorky výkalů pro koprologické vyšetření byly odebrány čerstvé, tedy ihned či krátce po defekaci zvířete. Většina vzorků výkalů byla odebrána přímo z podestýlky v boxe koně. Vyjimku tvořily odběry v chovu C, ve kterém byly výkaly odebírány přímo z pastviny s ohledem na pastevní ustájení. Následně byl vzorek vložen do předem označeného sáčku s datem odběru a identifikací jedince. Po vytlačení vzduchu ze sáčku byl potencionálně anaerobní vzorek pečlivě uzavřen.

Po převozu byly všechny vzorky uschovány ve školní laboratoři katedry zoologie a rybářství FAPPZ České zemědělské univerzity v chladničce při teplotě 4°C.

Koprologické vyšetření vzorků proběhlo většinou do 48 hodin po odběru ve školní laboratoři.

4.3.1 Koprologické vyšetření

Samotné parazitologické vyšetření bylo provedeno koncentrovanou McMasterovou metodou dle Roepstorff & Nansenn (1998). Citlivost této metody je 20 vajíček na gram výkalů.

Po odebrání výkalů a uchování v ledničce byl postup pro koprologické vyšetření v laboratoři následující: Na pracovní místo byly připraveny veškeré potřeby pro vyšetření. Do třecí misky byly vloženy 4 g výkalů a následně byl vzorek smíchán s 56 ml vody a pečlivě rozetřen tloučkem. Vzniklá suspenze byla přecezena přes sítko do nádoby. Poté byla suspenze v nádobce lehce promíchána a přelita do označené centrifugační zkumavky. Vzorek byl takto

vložen do centrifugy na 1200 otáček za minutu po dobu 5 minut. Po centrifugaci byl slita tekutina tak, aby nám zůstal ve zkumavce usazený sediment. Do tohoto sedimentu byl následně přidán flotační roztok do celkového objemu 4ml (nasyčený NaCl + 500 g glukózy na 1 litr NaCl).

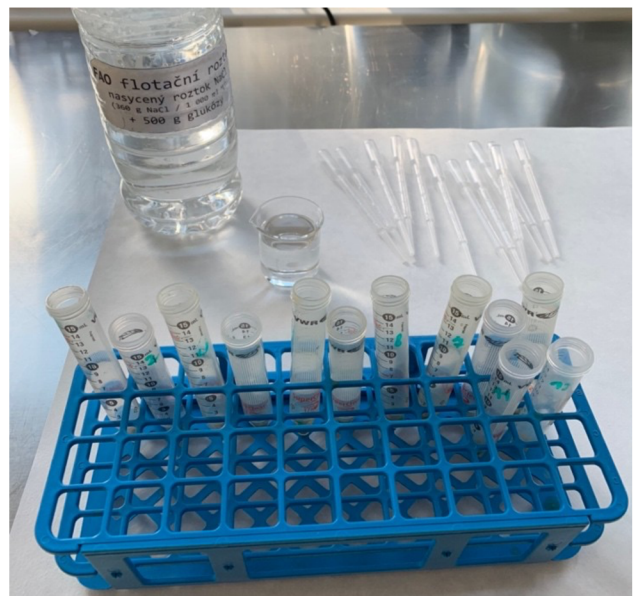
Následně byl vzorek pomocí Pasteurovy pipety aplikován do McMasterovy počítací komůrky. V tomto bodě byl kladen důraz opatrnosti na možné vzniklé vzduchové bublinky. Vzorek byl ponechán vyflotovat po dobu 5 minut a poté byl prohlížen pod mikroskopem při zvětšení 100–200 x. Pod mikroskopem byla vajíčka pomocí ručního počítadla zaznamenána a následně sečtena z obou McMasterových komůrek. Výsledný počet vajíček byl vynásoben číslem 20 dle citlivosti. Výsledek intenzity infekce byl udán jako počet vajíček na 1 g výkalu – EPG = eggs per gram.

Obrázek 5 Připravená plocha pro koprologické vyšetření



Zdroj: Eliška Zikmundová

Obrázek 6 a 7 Zobrazení postupu koprologického vyšetření



Zdroj: Eliška Zikmundová

4.3.2 Způsob detekce infekčnosti pastvin

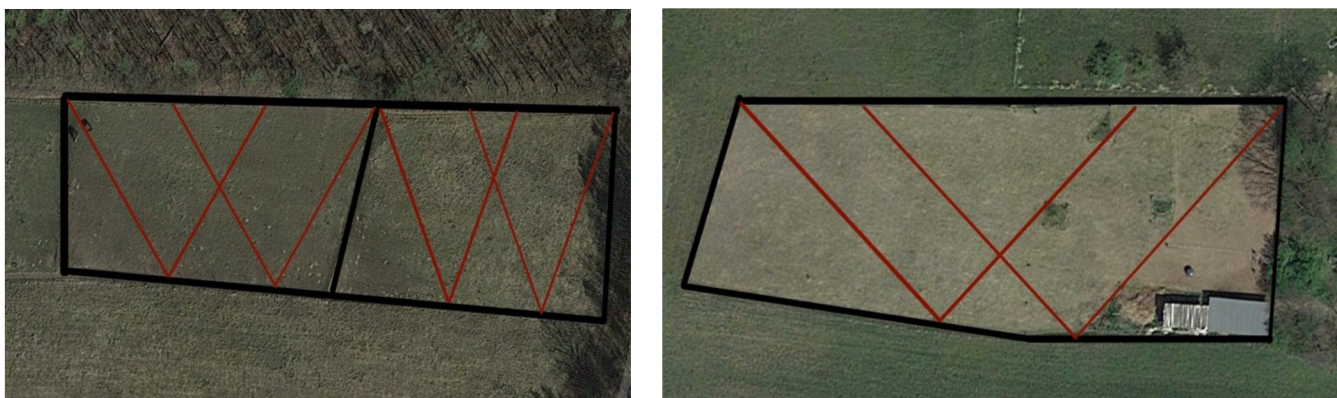
Tato metoda vyšetření není běžná a v této bakalářské práci je provedena za účelem stanovení počtů infekčních larev Cyathostominae, přesněji larev v L₃ stádiu, a určit tak kontaminaci a infekčnost pastvin.

Výskyt L₃ na vegetaci je však značně ovlivněn řadou faktorů jako je vlhkost, teplota a UV záření, které mohou způsobit značné rozdíly v jejich počtech i v průběhu několika málo po sobě jdoucích hodin. Získané výsledky je tedy vždy potřeba interpretovat s přihlédnutím k těmto faktům (Vadlejch & Langrová 2014).

Je obecně známo, že larvy migrují za pomoci vodního filmu na porostu. Z tohoto důvodu je vhodné vzorky odebírat vždy, kdy je vlhko. Tedy v ranních hodinách, kdy se objeví na trávě rosa nebo po dešti.

Postup při vyšetření pastviny byl následující: Odběr porostu z pastvin proběhl většinou v ranních či večerních hodinách. Na každé pastvině se vzorky odebíraly v systematických bodech. Body pro odběr vzorků byly zvoleny ve směru písmene „W“ viz Obrázky 8, 9, 10.

Obrázek 8 a 9 Zakreslené body odběrů vzorků ve tvaru „W“ pro chov A a pro chov C



Obrázek 10 Zakreslené body odběrů vzorků ve tvaru „W“ pro chov B



Zdroj: <https://www.google.com/maps/> , upraveno

Následně byla tráva v každém bodě odstřižena co nejnižší k zemi a vložena do kýble ve snaze minimálního množství 400 gramů. Vzorek uložený v kýblu byl převezen do školní laboratoře, kde byl obsah v čerstvém stavu zvážen na váze a vložen do vědra naplněného vodou. Po těchto krocích byl vzorek ponechán minimálně 24 hodin odstát. Následně byl porost vyjmut z vody a ponechán při laboratorní teplotě, dokud nevyschnul. Zbytek vody byl ponechán v nádobě dalších 12 hodin, aby larvy sedimentovaly ke dnu.

Následně byla odebrána horní vrstva čistší části vody tak, aby zbyl asi 5 cm sediment na spodu nádoby. Následně byla odsáta pomocí vývěvy ještě malá část svrchní tekutiny po značně viditelný sediment.

Sediment byl vložen do McMasterovy vaničky a prohlížen pod mikroskopem na přítomnost larev L₃ stádií.

Obrázek 11 L₃ larvy nalezené pod mikroskopem při vyšetření



Zdroj: Eliška Zikmundová

4.3.2.1. Determinace larev Cyathostominae

Skupina Cyathostominae se skládá přibližně z 50 druhů a většina má podobné životní cykly. Je velmi náročné je od sebe identifikovat (Mc William et al. 2010).

Identifikace larev Cyathostominae je možná pomocí morfologických opatření, která uvádí Belivaqua et al. (1993), avšak ta nám poslouží pouze jako obecné rozpoznání larev, nikoliv k posouzení jednotlivých druhů. Infekční larvy lze determinovat pomocí velikosti, uspořádání orgánů a tvaru těla (Santos et al. 2018).

Přesnější identifikaci L₃ larev můžeme spočívat v uspořádání a tvaru střevních buněk (Madeira de Carvalho et al. 2008).

Mimo tyto možnosti existují také identifikační metody využívající molekulární a sérologické testy, které lze zařadit mezi více spolehlivé (Mc William et al. 2010).

Obrázek 12 Zdokumentované sušení porostu pro vyšetření pastvin



Zdroj: Eliška Zikmundová

Obrázek 13 Nevhodné podmínky chovů pro odběr porostu



Zdroj: Eliška Zikmundová

4.4 Hodnocení intenzity infekce a zpracování dat

V průběhu výzkumu byla veškerá data zaznamenávána a důkladně popisována. Na konci výzkumné části byla data vložena do tabulek MS Excel a vyhodnocena intenzita parazitárních infekcí, která byla současně zhodnocena s meteorologickými daty ze všech daných oblastí. Následně byly vytvořeny grafy, znázorňující maximální, minimální, průměrné hodnoty teplot a vlhkosti pro dané oblasti odběrů. Prevalence byla vypočítána pro jednotlivé měsíce a chovy ve sledovaném období jako podíl pozitivních vzorků ze všech vyšetřených a následně vyjádřena procentuálně.

Následně proběhlo vyhodnocení souvislostí sezonní dynamiky larev L₃a počtu EPG pomocí programu statistické metody ANOVA v programu STATISTICA 12. Touto metodou matematické statistiky byla ověřena případná existence statisticky významného vlivu sezóny na vylučování vajíček a počet larev na pastvině. Do statistického programu byla zadána data následně: počty EPG (závislá proměnná) pro jednotlivé měsíce (nezávislá proměnná) za dobu odebíraného období. Pro zhodnocení vlivu sezóny na intenzitu infekce byl vytvořen graf za použití jednofaktorové ANOVY. V případě, že vyšla hodnota $P < 0,05$, lze hodnotit vliv sezóny na vylučování vajíček či přítomnost larev na pastvině jako statisticky významný.

Poté proběhlo zohlednění i dalších faktorů, jako jsou antiparazitární programy jednotlivých stájí, management stájí, stav porostu na pastvinách či věk jedinců zařazených do výzkumu.

Výsledky z vyšetření pastvin byly vloženy do tabulek a porovnány s předchozími daty.

5 Výsledky

V této studii bylo koprologicky vyšetřeno celkem 156 vzorků výkalů od 12 koní (6 klisen a 6 valachů) ze tří managementem a způsobem odlišných chovů. Byl prokázán výskyt vajíček strongylidních hlístic. Vzorků porostu pro vyšetření pastvin bylo odebráno celkem 39.

Počet vyšetřených vzorků výkalů pro každý chov včetně celkové prevalence je znázorněn v tabulce 3.

Tabulka 3 Počet vzorků a prevalence vajíček pro jednotlivé chovy za sledované období

	Celkem odebraných vzorků	Celkem pozitivních vzorků	Prevalence (%)
chov A	26	8	30,8
chov B	104	44	42,3
chov C	26	13	50

V tabulce 3 lze pozorovat nejvyšší počet pozitivních vzorků v chovu C, pro který udáváme 50% podíl pozitivních vzorků z celku. V chovu A lze pozorovat opak, tedy nejnižší počet pozitivních vzorků pouhých 30,8 % z celkem 26 vzorků. V chovu B je prevalence vajíček 42,3 % z celkem 104 vzorků.

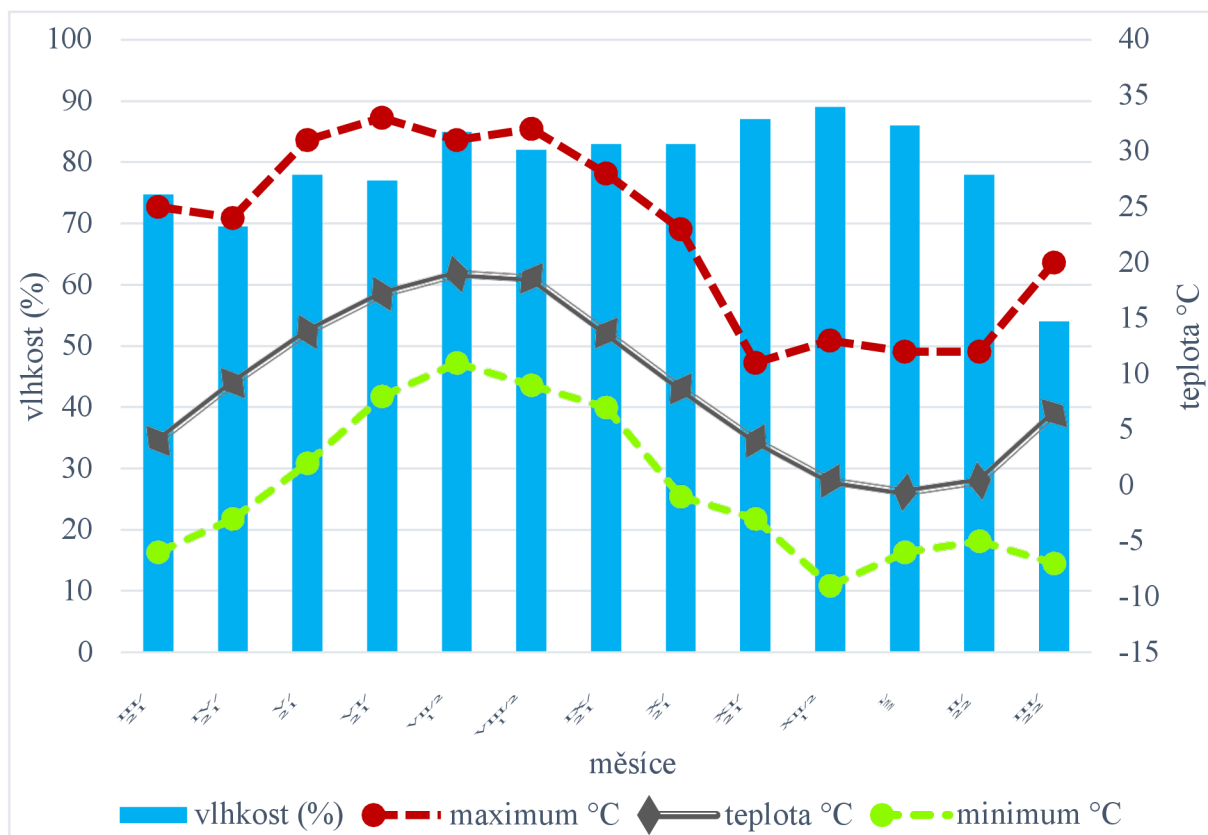
5.1 Meteorologická data z jednotlivých oblastí

Meteorologická data byla zpracována dle nejbližších meteorologických stanic.

Na základě těchto dat byly vytvořeny grafy pro jednotlivé oblasti s vyjádřením minimální, maximální a průměrné teploty za sledované období. Graf byl doplněn i o hodnoty průměrné vlhkosti za sledované období. Tyto hodnoty byly zaznamenány a vypočítány pro každý měsíc ze sledovaného období.

Jednotlivé grafy byly poté porovnány s měsíčními výsledky z koprologického vyšetření a vyšetření pastvin, opět pro jednotlivé chovy.

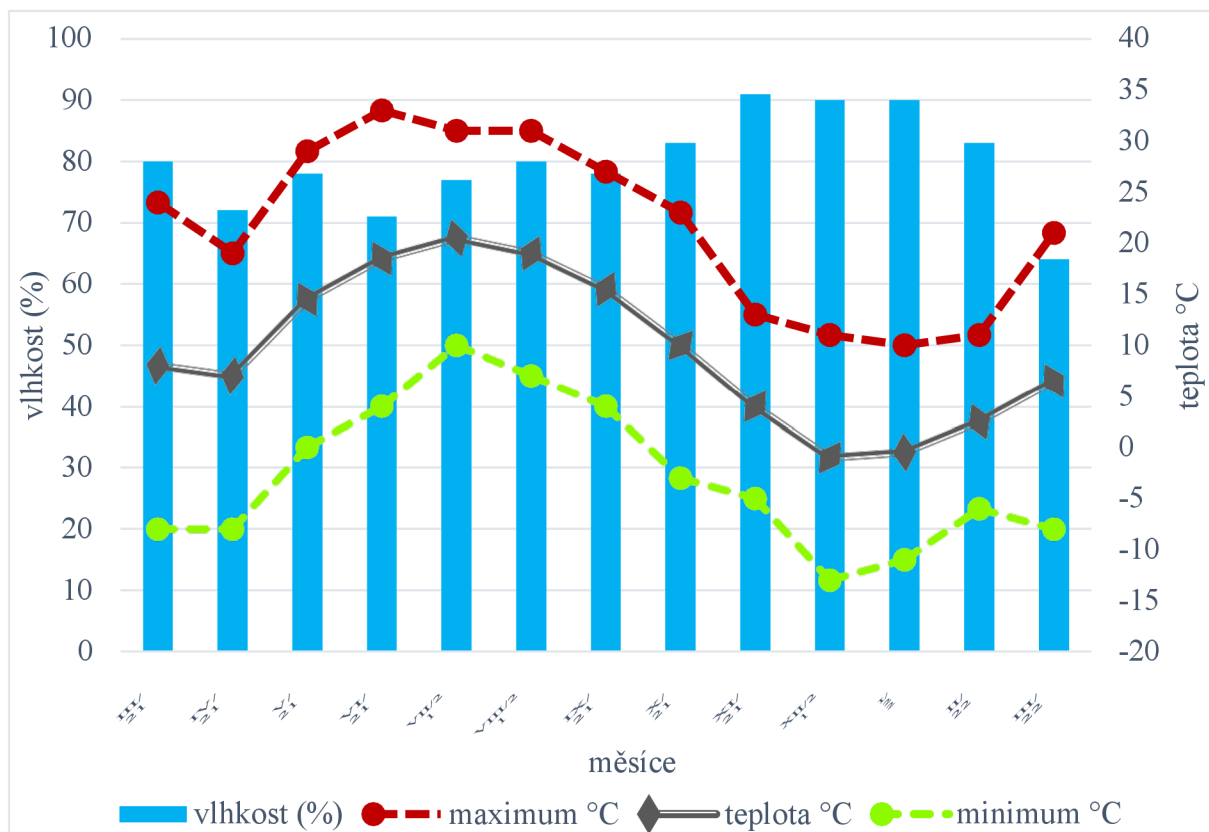
Graf 1 Průměrné hodnoty teploty a vlhkosti za sledované období pro chov A
 údaje převzaty z (www.chmi.cz)



Dle grafu 1 je patrné, že pro chov A byla nejvyšší průměrná teplota zaznamenána celých 33 ° C v červnu 2021. Naopak nejnižší teplota byla v prosinci 2021, a to -9 ° C. Průměrná teplota se pohybovala dle ročních období v rozmezí -0,6 až 19 ° C. Nejnižší průměrná měsíční vlhkost byla v březnu 2022, která dosáhla 54 % a nejvyšší vlhkost byla v 89 % v měsíci prosinec 2021.

Pro chov A byly evidovány nejnižší hodnoty vlhkosti oproti ostatním chovům a podobný rozptyl průměrných hodnot teplot, jako v chovu C.

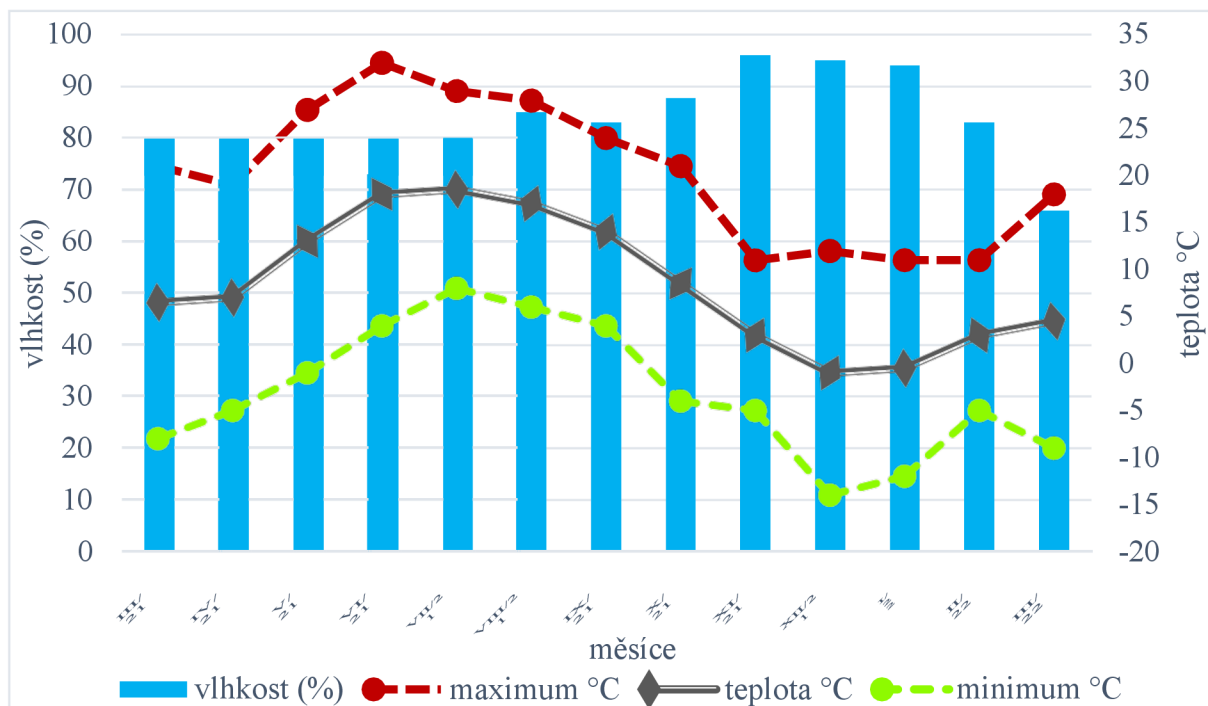
Graf 2 Průměrných hodnot teploty a vlhkosti za sledované období pro chov B
 Údaje převzaty z (www.chmi.cz)



Graf 2 znázorňuje meteorologická data pro chov B v jednotlivých měsících. Zde tvořila rozdíly teplota oproti ostatním chovům. Průměrné hodnoty teploty byly od -1 do $20,5$ °C. Z toho minimální teplota byla -13 °C v měsíci prosinec a nejvyšší 33 °C v měsíci červen roku 2021. Průměrná měsíční vlhkost se pohybovala od 64 % do 91 %.

Chov B nám utvořil nejvyšší průměrný teplotní rozptyl a druhou nejvyšší vlhkost oproti chovu C za sledované období.

Graf 3 Průměrných hodnot teploty a vlhkosti za sledované období pro chov C
 údaje převzaty z (www.chmi.cz)



Hodnoty meteorologických stanic pro chov C znázorňuje graf 3. Zde lze sledovat průměrné měsíční teploty v rozptýlu od $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ po $18,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ z toho minimální zapsaná teplota byla $-14\text{ }^{\circ}\text{C}$ v prosinci 2021 a maximální $32\text{ }^{\circ}\text{C}$ v červnu 2021. Průměrné hodnoty vlhkosti byly evidovány mezi 66 % až 96 %.

Chov C měl uvedené nejnižší průměrné teploty a nejvyšší procenta vlhkosti za sledované období ze všech chovů.

5.1 Výsledky hodnot pro jednotlivé chovy

V chovech bylo provedeno následující rozdělení výsledků. V první části byla vytvořena tabulka pro zhodnocení hodnot EPG a L_3 /kg sušiny. Následně byla vytvořena statistická metoda pro zhodnocení vlivu míry parazitární zátěže koní na celkovou infekčnost pastviny pro každý chov jednotlivě.

5.1.1 Chov A

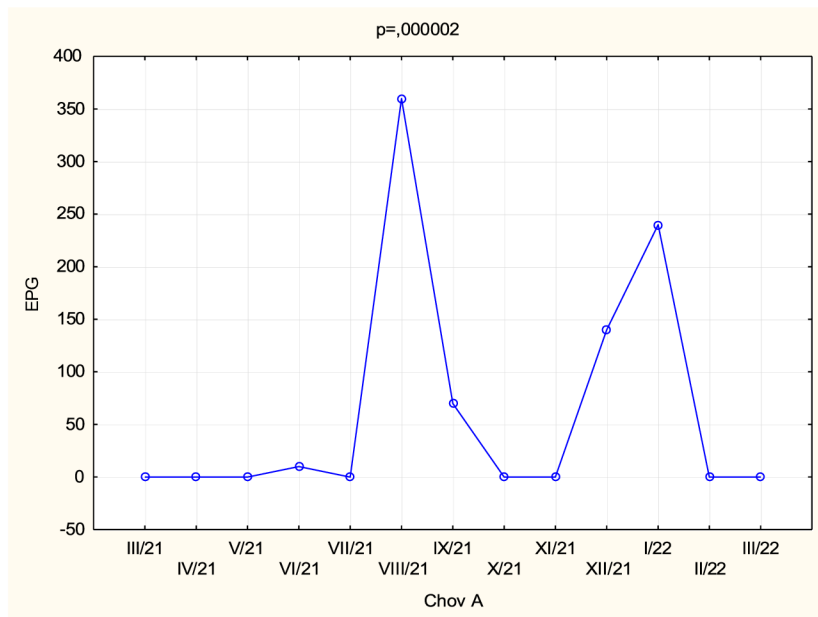
Tabulka 5 Minimální/maximální a průměrné hodnoty EPG a hodnoty počtů larev L_3 /kg sušiny pro chov A

měsíc	Minimální hodnota EPG	Maximální hodnota EPG	Průměrná hodnota EPG	L_3 /kg sušiny
březen 2021	0	0	0	0
duben 2021	0	0	0	37
květen 2021	0	0	0	12
červen 2021	0	20	10	556
červenec 2021	0	0	0	170
srpen 2021	0	720	360	79
září 2021	60	80	70	330
říjen 2021	0	0	0	2487
listopad 2021	0	0	0	815
prosinec 2021	100	180	140	93
leden 2022	80	400	240	0
únor 2022	0	0	0	0
březen 2022	0	0	0	54

V tabulce 5 lze sledovat minimální, maximální a průměrné hodnoty EPG z koprologického vyšetření a také hodnoty larev L_3 na kilogram sušiny z vyšetření pastviny z **chovu A**. V tomto chovu můžeme sledovat nejvyšší podíl negativních hodnot. Nejvyšší maximální hodnota EPG v **chovu A** byla v srpnu 2021, která udává celkem 720 vajíček strongylidních hlístic na jeden gram výkalu. Nejvyšší počty L_3 /kg sušiny byly zaznamenány v říjnu a listopadu 2021 s nejvyšším nálezem 2487 larev L_3 na kilogram sušiny.

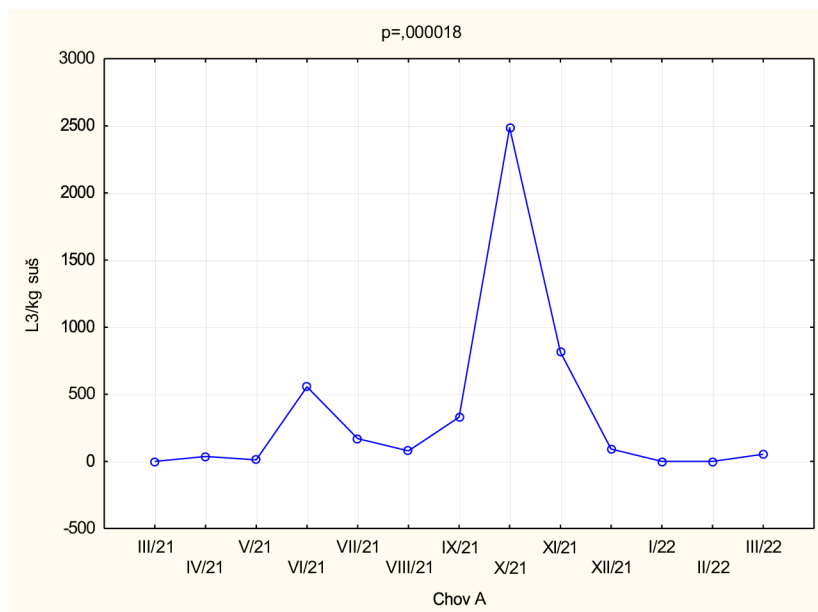
V porovnání s ostatními chovy se zde prokázaly nejnižší hodnoty EPG, a i nejnižší hodnoty L_3 larev na kilogram sušiny.

Graf 4 Sezónní dynamika vylučování vajíček strongylidních hlístic za sledované období EPG – počet vajíček s. hlístic na gram výkalu chov A



V Grafu 4 je zaznamenána sezónní dynamika vylučování vajíček strongylidních hlístic ve sledovaném období a vliv sezóny na vylučování vajíček hlístic byl potvrzen jako statisticky významný $p < 0,05$. V grafu můžeme sledovat prudký nárůst hodnot EPG v srpnu 2021 a následný pokles hodnot v říjnu 2021. Opětovný nárůst hodnot proběhl v prosinci 2021 a trval do ledna 2022. Během jarního až letního období od března 2021 do července 2021 byl výskyt EPG hodnot téměř nulový, totéž platilo i pro únor a březen 2022, kdy počet vylučovaných vajíček prudce klesl.

Graf 5 Sezónní dynamika L₃ larev na kg sušiny za sledované období, chov A



V grafu 5 je zaznamenána sezónní dynamika L₃ larev na kg sušiny za sledované období pro **chov A**. Vliv průběhu sezóny na počet L₃ larev byl pro **chov A** vyhodnocen jako statisticky významný, kdy $p < 0,05$. Z grafu je patrný nižší počet larev v období od března 2021 do května 2021, následně v měsíci červnu 2021 došlo ke zvýšení počtu larev a v měsíci červenec, srpen a září opět počty L₃ larev klesly či kolísaly v mírných hodnotách. Naopak prudký nárůst počtu L₃ larev můžeme pozorovat za měsíc říjen a následný pokles v listopadu. K poklesu došlo pak v zimních měsících od prosince 2021 do února 2022. V březnu 2022 se hodnoty L₃ larev začaly opět mírně zvyšovat.

Při zhodnocení tohoto grafu je třeba posoudit vliv klimatických podmínek pro oblast **chovu A** a stav porostu na pastvině.

Výsledky z **chovu A** je třeba také porovnat s kvalitním antiparazitárním opatřením, klimatickými podmínkami zahrnujícími nejnižší hodnoty vlhkosti pro tento chov a stavem porostu na pastvinách, který byl nejvíce bohatý ze všech pozorovaných chovů.

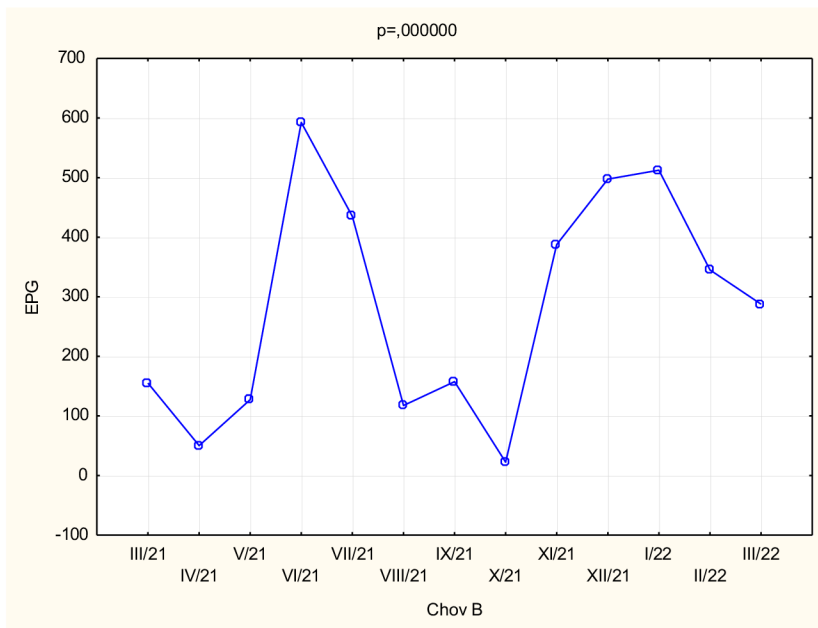
5.1.2 Chov B

Tabulka 6 Minimální/maximální a průměrné hodnoty EPG a počet L₃/kg sušiny pro chov B

měsíc	Minimální hodnota EPG	Maximální hodnota EPG	Průměrná hodnota EPG	L ₃ /kg sušiny
březen 2021	20	660	155	0
duben 2021	20	280	50	83
květen 2021	20	500	127,5	175
červen 2021	260	3820	592,5	1216
červenec 2021	300	1960	435	255
srpen 2021	0	940	117,5	529
září 2021	420	840	157,5	6063
říjen 2021	20	100	22,5	7742
listopad 2021	20	1660	387,5	4626
prosinec 2021	40	2200	497,5	518
leden 2022	80	1600	512,5	84
únor 2022	200	1660	315	0
březen 2022	20	2200	287,5	452

V tabulce 6 lze pozorovat minimální/maximální a průměrné hodnoty EPG a počet larev L₃/kg sušiny pro **chov B**. Nejvyšší maximální hodnota EPG byla v měsíci červen 2021 s celkovým počtem 3 820 vajíček na gram výkalu. Nejvyšší počet larev L₃/kg sušiny můžeme sledovat v měsících září, říjen a listopad 2021, kdy nejvyšší celkový počet larev vystoupal na 7 742 v měsíci říjen.

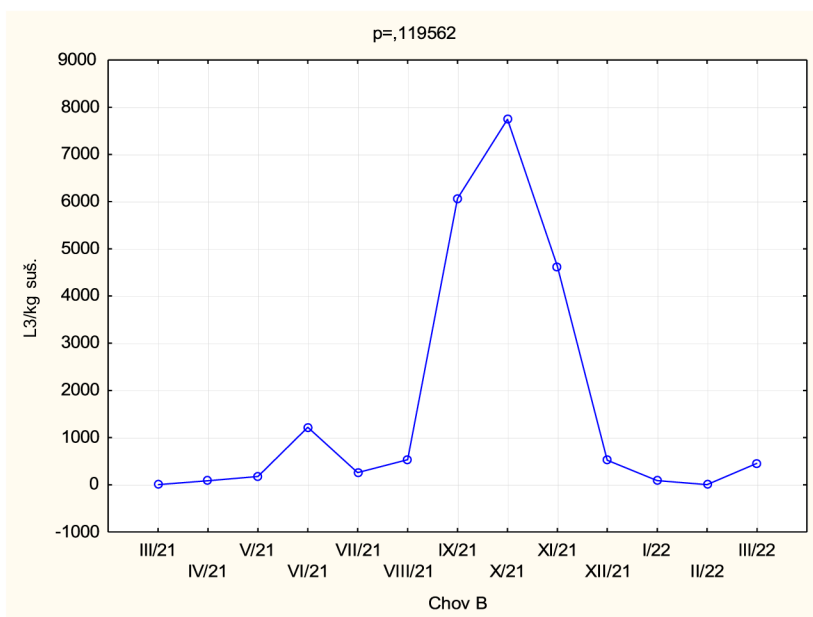
Graf 6 Sezónní dynamika vylučování vajíček strongylidních hlístic za sledované období, EPG – počet vajíček s. hlístic na gram výkalu, **chov B**



V grafu 6 si lze všimnout mírného výskytu hodnot EPG již v březnu 2021 s následným poklesem v dubnu a opět mírným zvýšením v květnu. V měsících červnu a červenci pak hodnota stoupla na vysoké hodnoty EPG, které následně stejně prudce klesly na mírné hodnoty EPG a kolísaly v období od srpna do října 2021. Opětovný nárůst vyloučených vajíček strongylidních hlístic nastal v listopadu a kolísavě trval až do února roku 2022, v březnu tohoto roku následoval pozvolný pokles.

Vliv sezóny na vylučování vajíček byl v tomto grafu vyhodnocen jako statisticky významný $p < 0,05$.

Graf 7 Sezónní dynamika L_3 larev na kg sušiny za sledované období, **chov B**



V grafu 7 je znázorněna sezónní dynamika larev L_3 /kg sušiny za sledované období pro **chov B**. Vliv průběhu sezóny na počet larev byl vyhodnocen jako statisticky nevýznamný, $p > 0,05$.

V grafu můžeme sledovat negativní výsledek v březnu 2021, který se následně mírně zvyšoval do měsíce května. V červnu 2021 následovalo kolísání mírných hodnot do srpna toho roku. Prudký nárůst L_3 larev byl zaznamenán v září a v extrémních hodnotách se pohyboval v říjnu roku 2021. V průběhu měsíce listopadu a prosince došlo k následnému prudkému poklesu hodnot téměř k nulovým a od ledna do února roku 2022 byly hodnoty mírné, v březnu 2022 došlo opět k pozvolnému nárůstu L_3 larev.

V tomto grafu je třeba brát zřetel na klimatické podmínky a stav porostu na pastvině v **chovu B**, které mají významný dopad na výsledky vyšetření porostu. Délka vývoje larev na pastvině tak může být ovlivněna klimatickými faktory a také bahnitými pastvinami, kde není možnost spásat porost, tak mohou pozměnit výsledek.

V tomto chovu byla pastvina převážně chudá na porost či zde byla úplná absence porostu a většinu pastvy tvořilo hluboké bahno.

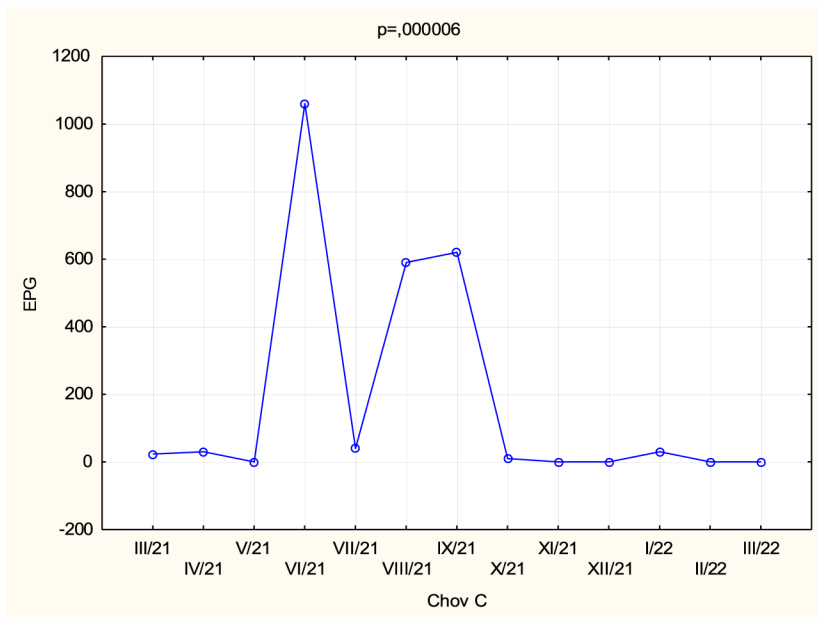
5.1.3 Chov C

V následující tabulce 7 jsou k vidění minimální, maximální a průměrné hodnoty EPG z koprologického vyšetření a také hodnoty larev L_3 na kilogram sušiny z vyšetření pastviny z **chovu C**. Nejvyšší maximální hodnoty EPG byly sledovány v červnu, a také v srpnu a září roku 2021. V těchto měsících byly také nejvyšší průměrné hodnoty EPG. Nejvyšší počet larev L_3 na kg sušiny byl v září roku 2021 s celkovým počtem 3 779 L_3 /kg sušiny. Vysoké počty L_3 larev můžeme sledovat i v měsících srpen, říjen a listopad roku 2021.

Tabulka 7 Minimální/maximální a průměrné hodnoty EPG a počet L_3 /kg sušiny pro chov C

měsíc	Minimální hodnota EPG	Maximální hodnota EPG	Průměrná hodnota EPG	L_3 /kg sušiny
březen 2021	0	47	23,5	54
duben 2021	0	60	30	13
květen 2021	0	0	0	24
červen 2021	180	1940	1060	569
červenec 2021	20	60	40	210
srpen 2021	300	880	590	904
září 2021	340	900	620	3779
říjen 2021	0	20	10	2507
listopad 2021	0	0	0	650
prosinec 2021	0	0	0	105
leden 2022	20	40	30	94
únor 2022	0	0	0	0
březen 2022	0	0	0	78

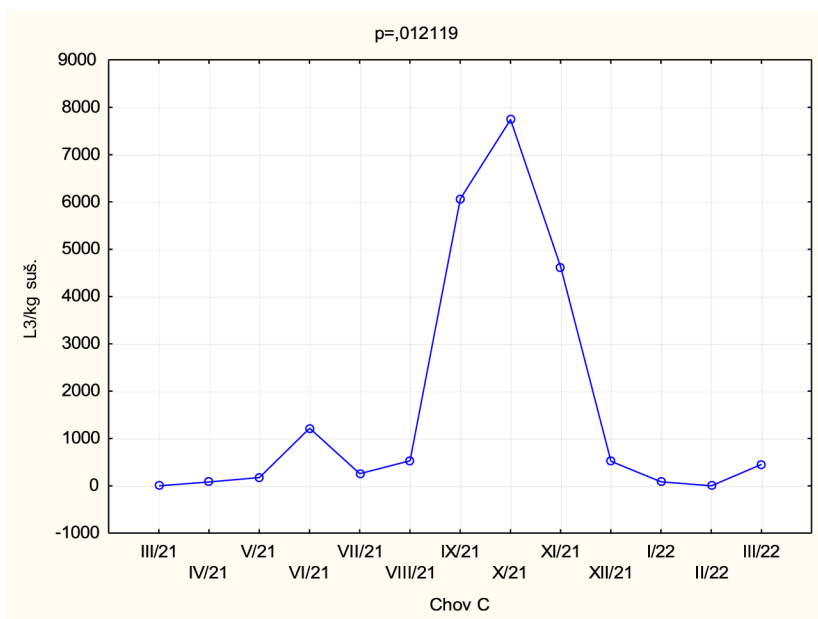
Graf 8 Sezónní dynamika vylučování vajíček strongylidních hlístic za sledované období, EPG – počet vajíček s. hlístic na gram výkalu, **chov C**



V grafu 8 je znázorněna sezónní dynamika oocyst strongylidních hlístic za sledované období pro **chov C**. V počátku sledovaného období byl monitorován nízký počet EPG do května roku 2021. Toho samého roku v červnu došlo k prudkému nárůstu EPG, který stejně prudce klesl následný měsíc červenec. V srpnu a září hodnoty EPG opět vystoupaly a v říjnu nastal výrazný pokles až k negativním hodnotám, který s mírným kolísáním přetrvával až do března 2022.

P-hodnota ($P < 0,05$) potvrdila, že vliv sezóny je na vylučování vajíček v **chovu C** statisticky významný.

Graf 9 Sezónní dynamika L3 larev na kg sušiny za sledované období, **chov C**



V grafu 9 lze sledovat sezónní dynamiku larev L_3 na kg sušiny za sledované období pro **chov C**. V chovu C nám P-hodnota ($p > 0,05$) určila vliv sezóny na výskyt L_3 larev jako statisticky neprůkazná.

Z grafu je patrný mírný nárůst počtu L_3 larev od března 2021 následovaný poklesem. K prudkému nárůstu pak došlo v září, který trval intenzivně do října roku 2021, než došlo k prudkému poklesu hodnot na minimální v měsíci prosinci. Během zimních měsíců můžeme sledovat téměř nulové počty larev L_3 až do března roku 2022, kdy došlo k opětovnému pozvolnému zvyšování počtu.

V tomto chovu byl vliv počasí na vývoj larev neprokázán nejspíše z důvodu horších pastevních podmínek. V **chovu C** byly shledány výrazné nedostatky porostu, který byl řídký a velmi krátký. V zimních měsících byla pastvina tvořena z většiny bahnitou strukturou. Z tohoto důvodu mohl vzniknout dopad na výsledky v tomto chovu.

5.2 Diskuze

Cílem této bakalářské práce bylo porozumět míře parazitární zátěže koní a pastvin v souladu s vnějšími podmínkami. Získat přehled o sezónní dynamice a porovnání výsledků celkem ze tří chovů bylo nedílnou součástí této práce.

Do výzkumu bylo zařazeno celkem 12 koní ze třech chovů s odlišným využitím, managementem stáje, lokací a lišícími se podmínkami chovu. Odebírány byly výkaly od každého koně pro koprologické vyšetření za pomoci McMasterovy metody pro získání hodnot EPG dle Roepstorff & Nansenn (1998).

Každý měsíc byly odebrány i vzorky porostu z každého chovu určené pro vyšetření pastvy na přítomnost infekčních stádií helmintů čeledě Cyathostominae. Z tohoto vyšetření byl zjištěn celkový počet L₃ larev získaných na kilogram sušiny (Ramsey et al. 2003). Odběry porostu probíhaly převážně v ranních hodinách, kdy byla vyšší vlhkost porostu či v kteroukoliv hodinu po dešti.

Z vyšetření byli získáni pouze malí strongylidé, známí jako cyathostominy, kteří jsou považováni za nejvýznamnější a nejpatogenní endoparazity koní (Lyons et al. 1999; Corning 2009). V Německu se vyskytl až v 98,4 % stájí s vysokou intenzitou infekce (Hinney 2009) a v Polsku je řadí mezi nejčastější helminty u koní (Kornaš et al. 2010). Na různých kontinentech byly přítomny právě helminti čeledě Cyathostominae u většiny z vyšetřovaných koní v rozsahu 70 % až 100 % (Corning 2009).

Ramos et al. (2018) ve své studii uvedli výsledky analýzy výkalů pro dva chovy, které ukázaly 80 % a 85 % pozitivních vzorků na malé strongylidy.

V průběhu této studie bylo odebráno celkem 156 vzorků výkalů, ve kterých byla determinována vajíčka těchto strongylidních hlístic. Odběry se uskutečnily ve třech chovech: A, B a C. Vzorky výkalů byly odebrány, skladovány v chladničce a vyšetřeny do 2 dnů podle doporučení navržených dle Nielsen et al. (2010). Odběry výkalů nebyly stanoveny v přesný čas. Carstensen et al. (2013) ve své studii potvrdili, že stanovení času odběru výkalů nemělo vliv na výsledky vyšetření.

Nejnižší prevalence strongylidních vajíček byla zaznamenána v chovu A s celkem 30,8 % nalezených vajíček. Tento chov dodržel nejlepší antiparazitární opatření a zásady pro úpravy a management pastvy, a proto lze předpokládat tento výsledek. Stav porostu bychom mohli hodnotit jako dostatečný a bohatý. Tato stáj měla nejnižší hodnoty EPG, a i hodnoty larev L₃ přepočtených na kilogram sušiny.

Ve studii Ramsey et al. (2004) byl průměrný počet vajíček 550-725 EPG v dubnu až červnu, následně klesal až do září, kdy se počet zvýšil na 400 EPG. V této studii se pohybovaly nejvyšší průměrné hodnoty chovů následně: chov A-360 EPG, chov B- 592,5 EPG, chov C- 1060 EPG v měsících: srpen, červen, červen.

Ramsey et al. (2004) ve své Skotské studii potvrdil existenci sezónních rozdílů ve vlastnostech vývoje larev a vajíček z výkalů a zjistil, že rychlost vývoje larev byla rychlejší v období června, července a srpna, kdy byly larvy infekční do 2 týdnů po umístění výkalů na pastvině.

V provedené studii byla potvrzena sezónní dynamika jako statisticky významná, tedy vylučování vajíček bylo významně ovlivněno sezónou ve všech vyšetřených chovech. Naopak sezónní dynamika L₃ larev na kilogram sušiny se potvrdila jako statisticky významná pouze v chovu A. Larvy získané vyšetřením pastvy byly determinovány na základě morfologických znaků podčeledi Cyathostominae (Bevilaqua et al. 1993).

Jako statisticky nevýznamné z hlediska vlivu klimatických podmínek v sezóně, bylo možné sledovat v chovech B a C. V tomto případě bychom mohli příčinu hledat v nedostatečném antiparazitárním programu v chovu B. Nadále mohl výsledek ovlivnit nevhodný management pastvin či bahnitá struktura pastvin, kdy nebylo možné larvy zachytit.

V chovu C bylo ovlivnění výsledků přikládáno vysoké hustotě koní na malou plochu pasení, a tak nedostatečnému porostu. Takto krátký a nedostatečný porost zapříčiní úhyn larev působením úzkospektrého UV záření (Dijk et al. 2009).

Přestože dle studie Ramsey et al. (2004) byla intenzita larev nejvyšší v červenci a srpnu, k přenosu larev z výkalů však docházelo v období červen až říjen. V naší studii byla odhalena nejvyšší intenzita L_3 /kg sušiny náležitě: chov A–říjen až listopad, chov B–září až listopad, chov C–srpen až listopad.

Klimatické podmínky ovlivňují vývoj a přežití různých stádií hlístic Cyathostominae a působí přímo na zátěž parazitů. Toto tvrzení, že vliv teploty a vlhkosti má vliv na vývoj vajíček a larev na pastvině, potvrdilo mnoho studií (Baudena et al. 2000; Couto et al. 2008).

Rocha et al. (2012) přidal také potvrzení, že vývoj a přežití larev na pastvině záleží na proměnlivém klimatu dle přesně dané oblasti. Z tohoto důvodu byly pro vyšetření vybrány chovy z jiných lokalit. Následně k tomuto tvrzení došlo i v této práci.

Léčba klinických případů cyathostominózy může být náročná a s úmrtností až 70 %. Mnoho studií prokázalo náročnost kontrolních opatření a potvrdilo se, že není možné využít jeden program opatření za stejných okolností, ale je potřeba dodržovat kontrolní postupy dle aktuálních vnějších vlivů (Croning 2009).

Tvrzením dle studie Sauermanna et al. (2020) lze potvrdit, že se schyluje k velké problematice při zvýšení populace parazitů v důsledku změny klimatu, protože majitelé často zareagují podáním anthelmintik, často nevhodných bez předchozího koprologického vyšetření, a tak narůstá problém rezistence na tyto preparáty. Sníženou anthelmintickou účinností uvádí i (Peregnaire et al. 2014; Scare et al. 2018; Smith et al. 2015). Tento příklad bychom mohli uvést ve všech sledovaných chovech, kdy antiparazitární programy nebyly tvořeny na základě předešlého koprologického vyšetření.

Ve studii této bakalářské práce bylo potvrzeno, že změny vnějšího prostředí ovlivňují intenzitu infekce a vývoj larev na pastvině, nicméně rozsah výkyvů a změn hodnot bude záležet také na klimatických podmínkách odlišných lokalit, nevhodném antiparazitárním programu a zásadně na stavu porostu na pastvině. Toto tvrzení potvrdili i jiné studie od autorů: Sauerman et al. (2020) a stejně tak i Ramsey et al. (2003) či Knap-Lawitzke et al. (2015)

6 Závěr

- Cílem této bakalářské práce bylo vyhodnocení vlivu parazitární míry koní na celkovou infekčnost pastvin a možnosti ovlivnění infekce vnějšími podmínkami či managementem vybraných chovů koní.
 - Cíl této bakalářské práce, tak jak byl definován, byl splněn.
- Vzhledem k dnešnímu vysokému výskytu strongylidních hlístic a rezistence na anthelmintika, je důležité myslet na to, jak může být nápomocný správně zvolený management stájí a pastvin v kooperaci s vlivy vnějšího prostředí.
- Zvýšený výskyt infekčních larev a vajíček Cyathostominae byl prokázán převážně v chovech s nedostatky managementu pastvin.
 - Vliv klimatických podmínek byl prokázán jako statisticky významný pro výskyt infekčních larev a vajíček strongylidních hlístic u koní. Pokud byl vliv určen statisticky nevýznamným, byla tato odchylka v souvislosti s nevhodným pastevním managementem, antiparazitárním programem či nedostatkem porostu a podmínek na pastvě pro vývoj larválních stádií.
 - U koní, kteří byli na pastevním ustájení, byly potvrzeny nejvíce pozitivní výsledky. Naopak v chovu, kde koně trávily nejkratší dobu na pastvě, bylo nejvíce negativních výsledků.
 - Vliv managementu a stavu pastvy ovlivnil výsledky výskytu infekčních L₃ larev z vyšetření pastvy.
 - Preventivní opatření mohou velmi výrazně ovlivnit intenzitu infekce a infekčnost pastvin, proto je vhodné dodržování zásad při úpravách pastvin a jejich managementu.
 - Pravidelné koprologické vyšetření je vhodné zařadit jako preventivní opatření a s jeho pomocí snížit zamoření pastvin výkaly s přítomnými vajíčky. Zároveň se tak zamezí vzniku rezistence na anthelmintické preparáty, protože bude nasazen přesně takový, který jsme určili na základě determinace parazita z koprologického vyšetření.
 - Ve sledovaných chovech koní nebyly znatelné klinické projevy s parazitární infekcí i přes výskyt vysoké intenzity infekce. Koně byly v dobré fyzické kondici. Rozdílné faktory jako jsou: umístění stájí, klimatické rozdíly, management stájí a pastvy, rozdílný antiparazitární program, míra parazitární infekce a stav porostu na pastvách, zajistily potvrzení zásadního vlivu vnějších podmínek na celkovou infekčnost pastvin.

6.1 Doporučení

Z uvedených výsledků a zjištěných nedokonalostí v chovech lze uvést několik doporučení pro chovatele koní a provozovatele stájí.

Preventivní opatření mohou velmi dobře omezit intenzitu infekce, a proto je třeba dbát na základní pravidlo udržování pastvin sběrem výkalů, ideálně alespoň 3 x týdně, aby se zabránilo dalšímu vývoji larev, kterým se ve vlhkém prostředí velmi daří. Před zimou je důležité pastvinu kompletně vyčistit a snížit tak šanci na výskyt nových infekčních larev. Nedílnou součástí je také nutnost dodržení zásad při ošetření pastvin a pasení zvířat. Důležitý je řádně promyšlený management pastvy.

Smykování výkalu je vhodné provádět pouze za suchého a horkého období, které je pro larvy letální, a poté je ideální nechat pastvinu 4 týdny bez koní. Není vhodné vláčet pastvinu při vysoké vlhkosti pastvin a teplotách vhodných pro jejich přežití. Tyto larvy pak v tomto případě mohou kontaminovat pastvinu na původně „čistých“ místech, kde se koně často pasou.

Podpořit omezení vývoje larev můžeme také sběrem výkalů před dešti a vlhkými dny. Je důležité také dodržovat menší hustotu koní na pastvě s co největší plochou na jednoho koně.

Zajistit dostatek bohatého porostu na pastvě pro každého koně. Tyto zásady mohou výrazně snížit intenzitu infekce pastvin. V případě hnojení pastvin koňskými výkaly je potřeba, je nejdříve zkompostovat, a tak larvy pomocí vysokých teplot v procesech kompostování zahubit. Oddělení pastvy od ostatních koní může být z tohoto hlediska také nápomocno. Koně v boxovém ustájení je ideální vyvést na pastvu po uschnutí rosy a vysušení suchých luk.

U nově přichozích koní by měla být zařazena karanténa a vhodné je u těchto koní i koprologické vyšetření, aby se zamezilo případnému rozšíření parazitů. Při cestování sportovních koní se musí dbát na hygienická opatření. Základem je udržovat čistotu a sucho v místě ustájení.

Důležité doporučení pro všechny majitele koní je provádět preventivní koprologické vyšetření i několikrát za rok. Na základě výsledků z koprologického vyšetření lze poté zvolit vhodný anthelmintický prostředek na odčervení koní, kteří mají vyšší infekci. Při odčervovacím plánu se pak lze zaměřit na přesně determinované parazity, a dle toho vybrat vhodnou účinnou látku daného preparátu. Zvolit druh anthelmintika podle ročního období je důležité pro vstup koní do pastevního období. Tímto zamezíme zamoření pastvin výkaly s vajíčky strongylidních či jiných nebezpečných hlístic

7 Literatura

Abbott KA, Taylor MA, Stubbings LA. 2012. Sustainable Worm Control Strategies for Sheep: A Technical Manual for Veterinary Surgeons and Advisors, 4th ed. SCOPS. Context Publishing, 58 pp.

Anderson RC. 2000. Nematode Parasites of Vertebrates. Their Development and Transmission. 2nd edition. CABI Publishing, Wallingford (UK), 650 pp.

Baudena, M.A., Chapman, M.R., Larsen, M., Klei, T.R., 2000b. Efficacy of the nematophagus fungus *Duddingtonia flagrans* in reducing equine cyathostome larvae on pasture in south Louisiana. *Vet. Parasitol.* 89, 219–230.

Beech J. 1979. Disease of the lung. *Vet. Clin. North. Am.* 1: 149–163

Bevilaqua CML., Rodrigues M., Concordet D. 1993. Identification of infective larvae of some common nematode strongylids of horses. *Revue Méd. Vét.* 144: 989–995.

Bevilaqua, C.M.L., Rodrigues, M.L., Cocordet, D., 1993. Identification of infective larvae of some common equine strongylids of horses. *Rev. Med. Vet.* 144, 989–995.

Biologie. 2010. Kmen hlísti (Nemathelminthes). Dostupné z: https://ostrava.educanet.cz/www/biologie/indexac8cac8c.html?option=com_content&view=article&id=209&Itemid=209

Bird AF, Bird J. 1991. The Structure of Nematodes. 2nd edition. Academic Press, San Diego, California, 316 pp.

Blaxter ML. 2003. Nematoda: Genes, Genomes and the Evolution of Parasitism. *Advances in Parasitology* 54: 102-197.

Bodeček Š, Kecerová Z, Drahoňovská A. 2017. Endoparazité u koní: diagnostika, terapie, prevence. Interní vzdělávací agentura IVA VFU Brno. Brno.

Bodeček Š, Koudela B, Jahn P. 2004. Cyathostomóza koní – pět případů., *Veterinární klinika* 1: 65-69.

Burks, BS. 1998. Parasitics pneumonitis in horses. *Comp. Contin. Educ. Pract. Vet.* 20: 378–383.

Carstensen, H., Larsen, L., Ritz, Ch., Nielsen, M. K. 2013. Daily Variability of Strongyle Fecal Egg Counts in Horses. *Journal of Equine Veterinary Science.* 33. 161-164.

Case AA. 1957. The Invasion and Destruction of Subserosal Tissues in the Horse by Migrating Stages of *Strongylus edentatus*. *Transactions of the Kansas Academy of Science (1903-),* 60(3): 297-300.

Cernea M., Madeira de Carvalho LM., Cozma V., Cernea L., Raileanu S., Silberg R., Gut A. 2008. Atlas of Diagnosis of Equine Strongylidosis, 1st ed.: Editura Academic Pres. Universitatea de Stiinte Agricole si Medicina Veterinara Cluj-Napoca 120 pp.

Corning S. 2009. Equine cyathostomins: a review of biology, clinical significance and therapy. *Parasites & Vectors* **2**: (Suppl 2)

Couto, M.C.M., Quinelato, S., Santos, C.N., Souza, L.S., Sampaio, I.B.M., Rodrigues, M.L.A., 2008. Environmental influence in Cyathostominae ecology. *Veterinarnii Medicina* **53**, 243–249.

De Ley P, Blaxter ML. 2002. Systematic position and phylogeny. In: D.L. Lee (ed.), *The Biology of Nematodes*. Taylor & Francis, London and New York, pp. 1-30.

de Meeûs T, Renaud F. 2002. Parasites within the new phylogeny of eukaryotes. *Trends in Parasitology* **18**: 247-251.

Dobson RJ., Besier RB., Barnes EH., Love SCJ, Visard A., Bell LF., Le Jambre LF. 2001. Principles for the use of macrocyclic lactones to minimise selection for resistance. *Aus. Vet. J.* **79**: 756–761.

Dorris M, De Ley P, Blaxter ML. 1999. Molecular analysis of nematode diversity and the evolution of parasitism. *Parasitology Today* **15**: 188-193.

dos Santos CN., Souza SL., Quinelato SB., Couto MCM., Pinheiro J., Rodrigues MLA. 2011. Seasonal dynamics of cyathostomin (Nematoda – Cyathostominae) infective larvae in *Brachiaria humidicola* grass in tropical southeast Brazil. *Veterinary Parasitology* **180**: (3-4), 274-278.

Dyk V, Chroust K, Zavadil R. 1969. *Parazitologie a invazní choroby*. Brno.

Foreyt WJ. 2001. *Veterinary Parasitology – reference manual*. Blackwell publishing Professional. 123–130.

Georgi J R, Georgi ME. 1990. *Parasitology for Veterinarians*. Philadelphia. W. B. Saunders Co, 220s.

Georgiev BB. 2004. Cestoda (Tapeworms). In: D.A. Thoney & N. Schlager (Eds.) *Grzimek's Animal Life Encyclopedia*. Second Edition. Volume 1. Lower Metazoans and Lesser Deuterostomes. Detroit et al.: Gale, pp. 225-243.

Grassly NC, Fraser Ch. 2006. Seasonal infectious disease epidemiology. *Proceedings of the Royal Society Biological Sciences*. **273**: 2541–2550.

Hajko & Hajková. 1999. *Choroby koní*. Wintzer, Hanns-Jurgen, 198-204

Hinney, B., 2009. Prevalenz von helminthen und riskfaktoren fur ihre Befallsstarke bei pferden in Brandenburg (Prevalence of helminths in horse farms in the federal state Brandenburg and risk factors for a high endoparasitic burden). Thesis, Freie Universitat Berlin, Berlin, Germany, 134 pp.

- Hung GC, Jacobs DE, Krecek RC, Gasser RB, Chilton NB. 1996. *Strongylus asini* (Nematoda, Strongyloidea): genetic relationships with other *Strongylus* species determined by ribosomal DNA. *International Journal for Parasitology* **26(12)**: 1407-1411.
- Hyman LH. 1951. *The invertebrates: Acanthocephala, Aschelminthes, and Entoprocta*. McGraw-Hill Book Company, New York, 572 pp.
- Jurášek V, Dubinský P, Bírová V, Borošková Z, Breza M, Csizsmárová G, Čorba J, Goldová M, Hanzelová V, Juriš P, Krupice I, Leciak V, Novela M, Pet'ko B. 1993. Veterinárna parazitológia. *Príroda*. 227–239, 273 – 277, 283 – 284.
- Knapp-Lawitzke F., Samson-Himmelstjerna G., Demeler J. 2016. Elevated temperatures and long drought periods have a negative impact on survival and fitness of strongylid third stage larvae. *International Journal for Parasitology* **46: (4)**, 229-237
- Kornaś S., Gawor J., Cabaret J., Molenda K., Skalska M., Nowosad B. 2009. Morphometric identification of equid cyathostome (Nematoda: Cyathostominae) infective larvae. *Veterinary Parasitology* **162**: 290-294.
- Kornaś, S., Cabaret, J., Skalska, M., Nowosad, B., 2010. Horse infection with intestinal helminths in relation to age, sex, Access to grass and farm system. *Vet. Parasitol.* 174, 285–291.
- Koudela B. 2008. Vnitřní parazité koní. Aktuální parazitózy koní, 1-8; 15-19.
- Kraft WRM, Durr UM. 2001. Klinická laboratorná diagnostika vo veterinárnej medicíne. H&H. 294–295.
- Kváč M., Ondráčková Z., Květoňová D., Sak B., Vítovec J. 2007. Infectivity and pathogenicity of *Cryptosporidium* isolates from pigs at slaughterhouse in South Bohemia, Czech Republic. *Parasitol. Res.* **104**: 425–428.
- Langrová I, Janovská I. 2001. Současné systémy prevence cyatostomózy koní. *Veterinářství* **51**: 298-299.
- Langrová I. 2002. Hlístice čeledi Strongyliidea – nejčastější parazité koní., *Náš chov* **1**: 52-53
- Larsen M., Wolstrup J., Henriksen SA., Grønvold J., Nansen P. 1992. In vivo passage through calves of nematophagous fungi selected for biocontrol of parasitic nematodes. *Journal of Helminthology* **66**: 137–141.
- Leathwick DM, John M. Donecker JM, Nielsen MK. 2015. A model for the dynamics of the free-living stages of equine cyathostomins. *Veterinary Parasitology* **209**: 210-220.
- Lee DL. 2002. Cuticle, moulting and exsheathment. In: DL Lee (ed.), *The Biology of Nematodes*. Taylor & Francis, London and New York, pp. 171-209.
- Levine ND. 1980. *Nematode Parasites of Domestic Animals and of Man*. 2nd ed., Burgess Publishing Company, 477 pp.
- Lyons, E. T., Tolliver, S. C., Drudge, J. H., 1999. Historical perspective of cyathostomes: prevalence, treatment and control programs. *Vet. Parasitol.* 85, 113–122.

McWilliam Hamish EG., NISBET AJ., Dowdall SMJ., HODGKINSON JE., Matthews JB. 2010. Identification and characterisation of an immunodiagnostic marker for cyathostomin developing stage larvae. *International Journal for Parasitology* **40**: 265-275.

Merlin A, Ravinet N, Sévin C, Bernez-Romand M, Petry S, Delerue M, Briot L, Tapprest j, hÉBERT I. 2022. Effect of temperature on the development of the free-living stages of horse cyathostomins. *Veterinary Parasitology (Regional Studies and Reports)*: **28**.

Mitreva M, Blaxter ML, Bird DL, McCarter JP. 2005. Comparative genomics of nematodes. *Trends in Genetics* **21**: 573-581.

National Science Foundation, Washington, D.C. Amerind Publishing Co., New Delhi, 1985, 366 pp.

Nielsen MK, Kaplan RM, Thamsborg SM, Monrad J., Olsen SN. 2007. Climatic influences on development and survival of free-living stages of equine strongyles: Implications for worm control strategies and managing anthelmintic resistance. *The Veterinary Journal*: **174**(1), 23-32.

Nielsen MK. 2017. Why can't you kill equine internal parasites in the field? *The Horse*. Dostupné z: <http://www.thehorse.com/articles/39431/why-cant-you-kill-equine-internal-parasites-in-the-field>

O'Connor LJ, Walkden-Brown SW, Kahn LP. 2006. Ecology of the freeliving stages of major trichostrongylid parasites of sheep. *Veterinary Parasitology* **142**(1-2): 1-15.

Osterman Lind E, Høglund J, Ljungström B-L, Nilsson O, Uggla A. 1999. A field survey on the distribution of strongyle infections of horses in Sweden and factors affecting faecal egg counts. *EQUINE VETERINARY JOURNAL Equine vet. J.* **31**: 68-72.

Peregrine, Andrew S., Marcelo BM., Kaplan RM., Nielsen MK. 2014. Anthelmintic resistance in important parasites of horses: Does it really matter? *Veterinary Parasitology* **201**: (1-2), 1-8.

Petráňová M. 2016. Antiparazitární programy u koní. Dostupné z <http://www.veterina-petranova.cz/2016/06/24/antiparazitarni-programy-u-koni/>

Pilo C, Altea A, Pirino S, Nicolussi P, Varcasia A, Genchi M, Scala A. 2012. *Strongylus vulgaris* (Looss 1900) in horses in Italy: is it still a problem? *Veterinary parasitology* **184**(2-4): 161-167.

Platonova TA, Gal'tsova VV. 1976. Nematodes and their Role in Meiobenthos. Nauka, Leningrad. Publication translated from Russian for the Smithsonian Institute Library and the Platt HM. 1994. Foreword. In: S. Lorenzen (ed.), *The Phylogenetic Systematics of Freelifing Nematodes*. The Ray Society, London, pp. i-ii.

Ramos-Nascimento IC, Ramos-Nascimento RA., Santana-Lima VF., Giannelli A., López IYT., Alves LC. 2018. Applicability of FLOTAC® technique in recovering equine strongyle larvae in the pasture: A comparison study. *Veterinary Parasitology* **250**: 68-70.

- Ramsey YH., Christley RM., Matthews JB., Hodgkinson JE., J Mcgoldrick J., Love S. 2004. Seasonal development of Cyathostominae larvae on pasture in a northern temperate region of the United Kingdom. *Veterinary Parasitology* **119**: (4), 307-318.
- Roberts LS, Janovy J Jr. 2005. Foundations of Parasitology. 7th ed. McGraw-Hill Companies, Inc., New York, 702 pp.
- Rocha, R.A., Bricarello, P.A., Rocha, G.P., Amarante, A.F., 2012. Recovery of *Trichostrongylus columbriformis* infective larvae from three grass species contaminated in the autumn. *Braz. J. Vet. Parasitol.* 21, 372–378.
- Rommel M, Eckert J, Kutzer E, Boch J, Supperer R. 2000. Veterinärmedizinische Parasitologie. Parey. 339–413.
- Rudolphi CA. 1808. Entozoorum Sive Vermium Intestinalium. Historia Naturalis, Vol. 1. Amstelaedami, 527 pp.
- Ryšavý B, Černá Ž, Chalupský J, Országh I, Vojtek J. 1989. Základy parazitologie. SPN Praha 9-14,26.
- Santos, Woellner D., MADEIRA DE CARVALHO LM., MOLENTO MB. 2018. Identification of third stage larval types of cyathostomins of equids: An improved perspective. *Veterinary Parasitology* **260**: 49-52.
- Sargison N. 2004. Differential diagnosis of diarrhoea in lambs. *In Practice*, 26, 20–27.
- Sauermann ChW., Leathwick DM., Lieffering M., Nielsen MK. 2020. Climate change is likely to increase the development rate of anthelmintic resistance in equine cyathostomins in New Zealand. *International Journal for Parasitology: Drugs and Drug Resistance* **14**: 73-79.
- Scare JA., Lyons ET., Wielgus KM., Nielsen MK. 2018. Combination deworming for the control of double-resistant cyathostomin parasites – short and long term consequences. *Veterinary Parasitology* **251**: 112-118.
- Smith MA., Nolan TJ., Rieger R., Aceto H., Levine DG., Nolen-Walston r., Smith BI. 2015. Efficacy of major anthelmintics for reduction of fecal shedding of strongyle-type eggs in horses in the Mid-Atlantic region of the United States. *Veterinary Parasitology* **214**: (1-2), 139-143.
- Smyth JD, McManus DP. 1989. The Physiology and Biochemistry of Cestodes. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 938 pp.
- Stromberg BE. 1997. Environmental factors influencing transmission. *Veterinary Parasitology* **72**(3–4): 247–264.
- Vadlejch J, Langrová I. 2014. Gastrointestinální hlístice ovcí. Powerprint, Praha.
- van Dijk J, David GP, Baird G, Morgan ER. 2008. Back to the future: developing hypotheses on the effects of climate change on ovine parasitic gastroenteritis from historical data. *Veterinary Parasitology*. **158**: 73–84.

van Dijk J, Morgan E.R. 2007. The influence of temperature on the development, hatching and survival of *Nematodirus battus* larvae. *Parasitology*. **135**: 269–283.

van Dijk J, Morgan E.R. 2009. Hatching behaviour of *Nematodirus filicollis* in a flock co-infected with *Nematodirus battus*. *Parasitology*. **136**: 805–811.

van Dijk J, Morgan ER. 2011. The influence of water on the migration of infective trichostrongyloid larvae onto grass. *Parasitology*. **138**: 780–788.

van Dijk J, Morgan ER. 2022. The influence of water on the migration of infective trichostrongyloid larvae onto grass. *Parasitology*. **138**: 780-788.

Vojtková M, Mezerová J, Koudela B. 2006. Výskyt a klinický význam tasemnice *Anoplocephala perfoliata* u koní. *Veterinářství* **56**: 24-28.

Wharton DA. 1982. Observations on the coiled posture of trichostrongyle infective larvae using a freeze-substitution method and scanning electron microscopy. *International Journal for Parasitology* **12**: 335–343.

Wharton DA. 2002. *Life at the Limits: Organisms in Extreme environments*. Cambridge University Press. **320** pp.

www.biolib.cz. 2022. třída tasemnice Cestoda. Dostupné z <https://www.biolib.cz/cz/taxon/id20213/>

www.chmi.cz. 2022. Dostupné z <https://www.chmi.cz>

www.zoologie.frasma.cz. 2022. Dostupné z <http://www.zoologie.frasma.cz/mmp%200209%20hlistice/hl%C3%ADstice.html>