

Česká zemědělská univerzita v Praze

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních
zdrojů**

Fakulta hospodářských zvířat



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

Alternativní metody v boji proti parazitům koní

Bakalářská práce

Sára Tachovská

Chov koní

prof. Ing. Ivana Jankovská, Ph.D.

© 2024 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci Alternativní metody v boji proti parazitům koní 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 19.4.2024

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala prof. Ing. Ivaně Jankovské Ph.D. za vedení mé práce a čas, který mi věnovala. Také bych chtěla poděkovat MUDr. Karlovi Procházkovi, MD, Ing. Alešovi Stránskému a Bc. Filipovi Oliverovi Bouzkovi za jejich připomínky, rady a dohled.

Alternativní metody v boji proti parazitům koní

Souhrn

Tato bakalářská práce se zaměřila na problematiku léčby parazitárních infekcí u koní a hledání efektivních alternativních metod boje proti nim. Dílčími cíli práce bylo popsat nejběžnější parazity koní, rezistenci vůči anthelmintikům, alternativní metody léčby a vznést doporučení ohledně optimálního zdravotního managementu koní.

Práce nejprve představila nejčastější skupiny a zástupce parazitů napadající koně. Přibližuje jejich vzhled, patogenitu a navazující zdravotní obtíže, které u koní a jiných hospodářských zvířat způsobují. Dále popsala aktuální problém snížené účinnosti léčiv z důvodu rezistence parazitů vůči anthelmintikům, která doposud sloužila jako účinná prevence a léčba parazitární infekce. Problematika léčby byla rozšířena o možnosti prevence nákazy při manipulaci se zvířaty. Hlavní část práce se zaměřila na vybrané alternativní metody v boji proti parazitům koní, které využívají nematofágní houby, rostliny a homeopatika. Tyto metody byly zkoumány s cílem posoudit jejich účinnost v oblasti parazitárních infekcí a porovnat je s účinností syntetických anthelmintik.

Na základě studií byla prokázána účinnost určitých druhů nematofágních hub a rostlinného extraktu z rostliny *Diospyros anisandra* u malých strongylidů. Kombinace nematofágních hub s dimethylsulfoxidem a minerálním olejem vykazovala dokonce vyšší účinnost než anthelmintikum ivermektin. Léčba semeny černuchy seté byla vysoce efektivní v boji se škrkavkou koňskou, nicméně účinnost byla srovnatelná s ivermektinem. Naopak jako neefektivní se ukázala semena tykve obecné, česneku kuchyňského a homeopatik.

Na základě výše zmíněných skutečností byla vznesena doporučení pro dosažení efektivní léčby konkrétních druhů parazitárních infekcí.

Klíčová slova: koně, parazit, hlístice, houby, infekce

Alternative methods for the control of parasites in horses

Summary

This bachelor thesis focused on the issue of treating parasitic infections in horses and the search for effective alternative methods to combat them. The objectives of the thesis were to describe the most common parasites of horses, anthelmintic resistance, alternative treatment methods, and to make recommendations regarding optimal horse health management.

The thesis first introduced the most common groups and representatives of parasites attacking horses. It describes their appearance, pathogenicity, and associated health problems they cause in horses and other livestock. It then described the current problem of reduced efficacy of drugs due to parasite resistance to anthelmintics, which have so far served as effective prevention and treatment of parasitic infection. The treatment issue was expanded to include options for infection prevention when handling animals. The main part of the thesis focused on selected alternative methods in combating horse parasites, utilizing nematophagous fungi, plants, and homeopathy. These methods were examined to assess their effectiveness in the area of parasitic infections and compare them with the effectiveness of synthetic anthelmintics.

Based on studies, the effectiveness of certain species of nematophagous fungi and a plant extract from *Diospyros anisandra* against small strongyles was demonstrated. The combination of nematophagous fungi with dimethyl sulfoxide and mineral oil even showed higher efficacy than the anthelmintic ivermectin. Treatment with *Nigella sativa* was highly effective against *Parascaris equorum*, however, the effectiveness was comparable to ivermectin. Conversely, seeds of common pumpkin, kitchen garlic, and homeopathy were found to be ineffective.

Based on the above-mentioned facts, recommendations were made to achieve effective treatment of specific types of parasitic infections.

Keywords: horses, parasite, nematodes, fungi, infection

Obsah

1	Úvod	7
2	Cíl	8
3	Literární rešerše	9
3.1	Nejčastější parazité koní	9
3.1.1	Prvoci	9
3.1.2	Tasemnice	10
3.1.3	Motolice	11
3.1.4	Hlístice	13
3.1.4.1	Velcí a malí strongylidi	13
3.1.4.2	Škrkavka koňská	14
3.1.4.3	Roup koňský	15
3.1.5	Ektoparaziti	16
3.1.5.1	Roztoči	17
3.1.5.2	Hmyz	18
3.2	Prevence	19
3.3	Léčba	20
3.3.1	Anthelmintika a rezistence parazitů	21
3.3.2	Alternativní metody léčby	23
3.3.2.1	Nematofágní houby	23
3.3.2.2	Rostlinné krmivové doplňky	30
3.3.2.3	Homeopatie	33
4	Závěr	34
5	Seznam literatury	36
6	Seznam obrázků	45
7	Seznam tabulek	45

1 Úvod

Práce se věnuje problematice léčby parazitárních infekcí u koní a možnostem, jak je léčit. V současné době se globálně rozšířil problém zvyšující se odolnosti parazitů vůči lékům tzv. anthelmintikům, které se běžně používají k jejich odstranění z těla koně. Už von Samson-Himmelstjern (2012) uvedl, že v posledních dvou desetiletích byla zjištěna anthelmintická rezistence u koňských parazitů, a to konkrétně u malých strongylidů a u škrkavky koňské. Jejich velké rozšíření v populaci koní a možné vážné následky onemocnění z nich činí hlavní cíle současných studií (Anjos a Rodrigues 2006).

Tato situace vyvolala nejen globální problém, ale i naléhavou potřebu hledání nových a efektivních metod v oblasti léčby parazitárních infekcí. Metod, které by byly účinné a dokázaly omezit či úplně nahradit používání běžných léčiv a zároveň by byly šetrné k životnímu prostředí. Aby nemuselo docházet ke zvyšování frekvence podávání léčiv a zvyšování jejich dávek, je třeba pokusit se anthelmintika do nejvyšší možné míry nahradit. Optimální léčba by měla využívat přírodních prostředků, které nebudou škodlivé pro organismus zvířat a nebudou mít žádné vedlejší účinky (Brady a Nichols 2009).

Slibnou alternativou by mohly být nematofágní houby, rostlinné extrakty a krmivové doplňky. Nematofágní houby jsou půdní organismy, které mají schopnost parazitovat na hlísticích. Chovají se jako jejich antagonisté, jsou schopné podporovat jejich zachycení nebo dokonce jejich zničení. Mnoho rostlinných druhů je známo pro své antiparazitní vlastnosti a zvířatům je lze podávat ve formě rostlinných extraktů nebo krmivových doplňků (Céspedes-Gutiérrez et al. 2021).

Nicméně je důležité zdůraznit, že prevence a režie chovu hrají klíčovou roli. Dodržování zoohygieny, správná manipulace se zvířaty a kontrola pastvin mohou vést k výraznému snížení výskytu parazitární infekce (Jagła et al. 2013).

2 Cíl

V bakalářské práci bylo stanoveno několik cílů. Prvním z nich bylo představit nejčastější parazity koní a jejich patogenitu. Dalším cílem bylo popsat tradiční anthelmintická léčiva a zabývat se aktuálním problémem rezistence parazitů vůči nim. Vzhledem ke zmíněné rezistenci bylo cílem nalezení alternativních metod v boji proti parazitům koní a porovnání jejich účinnosti s chemickou léčbou anthelmintiky. Hlavním cílem bylo na základě poznatků čerpaných z vědeckých studií vznést doporučení pro efektivní léčbu koní proti parazitům.

3 Literární rešerše

3.1 Nejčastější parazité koní

Koně jsou, stejně jako jiná hospodářská zvířata, napadáni parazity a často jsou definitivními hostiteli různých z nich (Engell-Sørensen et al. 2018). Parazit je definován jako organismus, který získává živiny z jednoho či více hostitelů, kterým škodí, ale nemusí je nutně zabít (Volf a Horák a kol. 2007).

U koní postižených parazity se objevují známky celkové slabosti a zhoršení vitálního stavu jako je například hubnutí, zhoršený růst, snížení výkonnosti, a naopak zvýšená senzitivita vůči nemocem. I přes stejné krmení a ustájení se kůň hůře vyvíjí a zhoršuje se jeho kondice (Ende 2006).

Parazitů koní je celá řada a je nezbytné mít o jednotlivých druzích parazitů znalosti a informace, aby mohlo být přistoupeno ke správné léčbě a řešení problémů s parazity spojenými. Prostředky určené k odstranění parazitických nákaz nemusí fungovat nebo parazity odstraní jen z trávicího ústrojí, protože mnoho parazitů během svého vývojového cyklu migruje i do jiných částí koňského těla a orgánů mimo trávicí trakt zvířete (Weese 2014).

3.1.1 Prvoci

Eimeria leuckarti je druh prvoka kokcidie, který infikuje koně, osly a zebry. Tento druh má charakteristické oocysty, které jsou viditelné na obrázku 1. Jsou hnědé, o velikosti až 94 μm na délku a až 79 μm na šířku (Dubey a Bauer 2018).



Obrázek 1 Oocysta *Eimeria leuckarti*, převzato od Tomczuk (2008).

Dostupné z https://www.researchgate.net/figure/Oocyst-of-Eimeria-leuckarti_fig1_282159208

Eimeria leuckarti postihuje především hříbata a mladé koně. Infikuje epiteliální buňky tenkého střeva. Infekce může mít u koní za následek příležitostné příznaky jako například průjem. Počet oocyst vylučovaných stolicí je obecně nízký a jejich přítomnost ve stolici je zjišťována nepravidelně (Studzińska et al. 2008).

Cryptosporidium spp. je dalším prvokem, který je globálně rozšířený a vyskytuje se u koní. Obývá gastrointestinální epitel a u koní může způsobovat především průjmy (Checkley et al. 2015). U mladých koní, zejména hříbat, může být onemocnění vážnější a průjmy se objevují už u novorozenech zvířat (Grinberg et al. 2008). V současné době je popsáno 9 druhů rodu *Cryptosporidium*, kterými bývají koně infikováni. Výskyt druhů se ale liší geograficky, zatímco *Cryptosporidium parvum* se vyskytuje spíše v rozvojových zemích, tak *Cryptosporidium hominis* je rozšířenější spíše v Evropě (Xiao 2010).

3.1.2 Tasemnice

Tasemnice jsou parazité trávicího ústrojí plně přizpůsobeni k životu uvnitř hostitele. Délka tasemnic je značně variabilní – od pár milimetrů až po několik metrů. Kůň je považován za definitivního hostitele celkem čtyř druhů tasemnic: *Anoplocephala perfoliata*, *Anoplocephala magna*, *Anoplocephaloides mamillana* a *Moniezia pallida* (Vojtková 2006).

Za nejrozšířenější je u koní považována *A. perfoliata* (Slocombe et al. 2007). Ta má nepřímý životní vývojový cyklus, kdy jsou mezihostitelem roztoči, konkrétně pancířníci žijící na pastvě. Pasoucí se koně požívají roztoče obsahující infekční cysticerkoidy. Tasemnice se následně pomocí přísavek na hlavičce (scolex) uchytí na střevní sliznici (obrázek 2) a do stádia dospělce dospívá 6–10 týdnů (Proudman a Trees 1999). Žije na pomezí ileocekálního spoje a slepého střeva, což je místo, kde se tenké střevo spojuje s tlustým střevem. Živí se obsahem trávicího traktu koně (Williamson et al. 1997).



Obrázek 2 *Anocephala perfolia*, převzato od Tomczuk (2018).

Dostupné z <https://equimed.com/health-centers/general-care/articles/how-to-avoid-tapeworm-troubles-in-your-horse>

3.1.3 Motolice

Motolice jsou paraziti, kteří obývají střeva obratlovců, včetně koní. Mají složitý životní cyklus, který obvykle zahrnuje mezihostitele, kterými jsou různé živočišné druhy (Volf a Horák 2007).

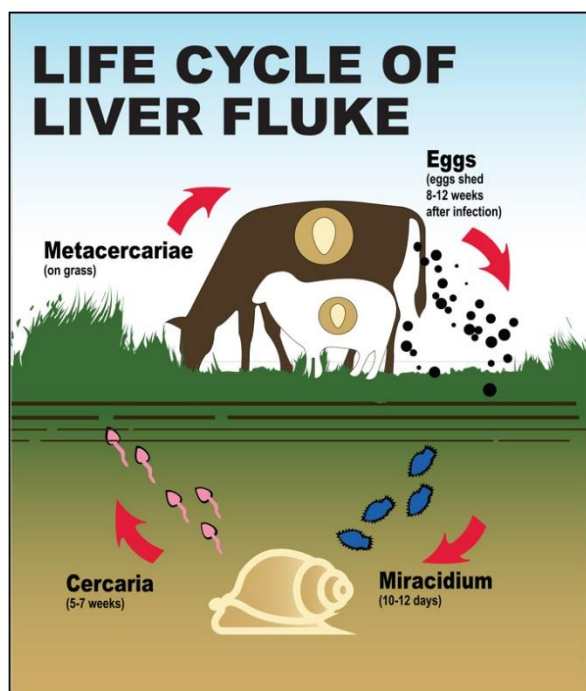
Motolice jaterní (*Fasciola hepatica*) je druh nejčastěji popisovaný v souvislosti s koněm. Dorůstá 2,5-3,5 cm a má tělo tvaru kopinatého listu viz obrázek 3. Napadá ovce, skot (Sharma et al. 1989), koně a volně žijící přežvýkavce (Alshammari et al. 2023).



Obrázek 3 *Fasciola hepatica*, převzato od Špaček (2021).

Dostupné z <https://www.biolib.cz/cz/taxon/id43829>

Infekce jaterní motolicí u koní může způsobit zánět jater, hepatitidu, ztrátu hmotnosti, snížení výkonnosti a další zdravotní problémy. Především u mladých zvířat může způsobit uhynutí. Vyskytuje se zejména v oblastech s vlhkým prostředím a s přítomností mezipřítelů, kterými jsou plži. Životní cyklus motolice (*Fasciola hepatica*) zahrnuje několik fází znázorněných na obrázku 4.



Obrázek 4 Životní cyklus *Fasciola hepatica*, převzato z webu

<https://www.bimectin.com/disease-information/cattle/liver-fluke>

Cyklus začíná vyloučením vajíček do vnějšího prostředí spolu s trusem hostitelského zvířete. Z vajíček se ve sladké vodě vylíhne miracidium, což je volně plovoucí larva, která aktivně hledá mezipřítelů – v tomto případě vodního plže. V těle plže miracidium prochází dalšími vývojovými stadii, přeměňuje se nejprve na sporocystu a poté na redii. Z redie se následně vylíhnou cercárie, které opustí plže a plavou ve vodě. Zachytávají se na okolní vegetaci jako metacerkárie, které jsou konzumovány koněm. Po pozření se metacerkárie uvolňují z cyst a migrují střešní stěnou do břišní dutiny, odkud putují do jater. V játrech dorůstají larvy do dospělých jedinců, rozmnožují se a vytvářejí vajíčka, která odcházejí z těla koně spolu s trusem. Diagnostika se obvykle provádí pomocí klinických příznaků, nálezem vajíček ve výkalech nebo sérologicky (Ryšavý 1989).

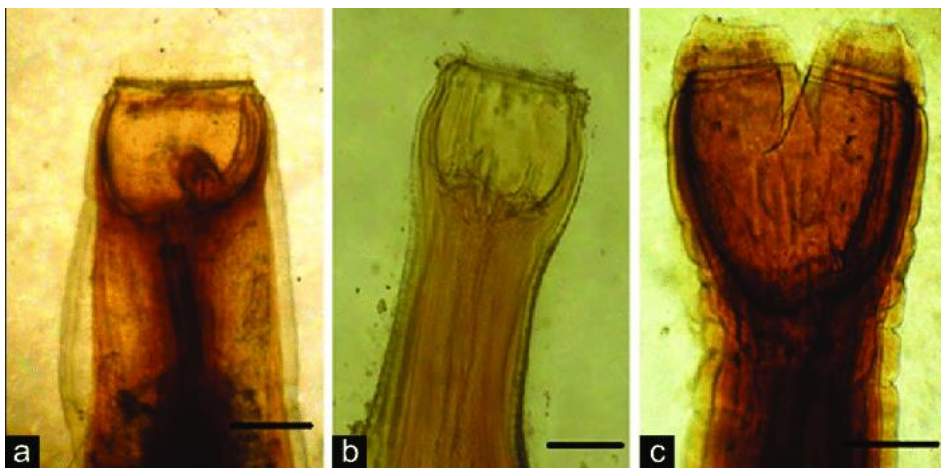
3.1.4 Hlístice

Hlístice (Nematoda), jakožto rozsáhlá skupina parazitických červů, představuje značný problém u hospodářských zvířat včetně koní. Mezi významné členy této skupiny patří strongylidi, škrkavky a roupi. Parazité mají odlišné biologické charakteristiky a klinický význam, avšak mohou způsobovat vážná onemocnění trávicího traktu hostitelů (Schmidt-Rhaesa 2013).

3.1.4.1 Velcí a malí strongylidi

Velcí strongylidi jsou endoparazité o velikosti 2,5-5 cm podle druhu, malí strongylidi okolo 0,5 cm. Strongylidi jsou rozšířená skupina parazitů koní, kteří však v malém množství nejsou pro koně závadní. Obecně lze říct, že strongylidi jako pohlavně dospělí paraziti, se pevně přisávají ke stěvné stěně a sají krev svého hostitele. Kladou vajíčka, která se z těla vylučují spolu s trusem koně. Po několika týdnech se z nich vylíhnou larvy schopné infekce. Larvy se drží na stéblech trávy a čekají na hostitele. Pokud koně tyto larvy pozrou, projdou jejich stěvnou stěnou a migrují celým tělem (Ende 2006).

Věncovka zubová (*Strongylus vulgaris*) spolu s věncovkou koňskou (*Strongylus equinus*) a *Strongylus edentatus* tvoří skupinu velkých strongylidů parazitujících na koních. Jejich srovnání je pro ilustraci viditelné na obrázku 5.



Obrázek 5 Velcí strongylidi – *S. vulgaris* (a); *S. equinus* (b); *S. edentatus* (c), převzato od Attia (2018).

Dostupné z https://www.researchgate.net/figure/Figure-1-Strongylus-spp-infecting-large-intestine-of-donkeys-notes-its-buccal_fig1_327749067

Věncovka zubová (*S. vulgaris*) je nejčastějším druhem parazita spadajícím do třídy velkých strongylidů (Strongylinae). Dospělci mohou měřit 1,5-2,5 cm a samice bývají obvykle delší než samci. Larvy migrují tělem, přičemž dospělí jedinci se obvykle přichytávají ke sliznici ventrálního tračníku. Z hlediska vývoje larev a jejich migrace v těle hostitele po požití z vnějšího prostředí napadají larvy nejdříve sliznici varlete, slepého střeva a tlustého střeva. Zde se vyvíjí a následně pronikají do lokálních krevních cév. Z těch může část infekčních larev pokračovat v migraci až do aorty – blízko levé komory. Migrující larvy byly nalezeny v řadě cév vycházejících z aorty, včetně celiakální tepny, renálních tepen a vnějších a vnitřních kyčelních tepen (Nielsen a Reinemeyer 2018). U koní může být věncovka zubová příčinou kolik a dalších poruch trávení. Neléčené silné infekce mohou vést k úhynu zvířat (Volf a Horák 2007).

Věncovka koňská (*S. equinus*) dosahuje délky 2,5-5,5 cm a stejně jako u věncovky zubové jsou samice větší než samci. Ve stádiu dospělosti parazitují ve slepém a tlustém střevě koní, ale také u jiných zástupců čeledi koňovitých (Equidae). U koní vyvolává obdobné potíže jako věncovka zubová, tedy střevní koliky, průjmy a další zažívací potíže (Ryšavý 1989).

Malí strongylidi (Cyathostominy) jsou celosvětově nejběžnějšími a vysoce rozšířenými parazity koní (Lester et al. 2013). Existuje více než 30 druhů malých strongylidů, jejichž normální doba vývoje se pohybuje od 6 do 12 týdnů. Délka těla se pohybuje okolo několika milimetrů. Životní cyklus malých strongylidů zahrnuje období larválního vývoje, které probíhá v tlustém střevě koní. Larvy procházejí čtyřmi stádii vývoje uvnitř sliznice střeva a pak putují do lumenu střeva. Po vylíhnutí vajíčka se larvy pohybují přes stěnu střeva a mohou buď zůstat v tkáních a čekat na další vývoj nebo být vyloučeny s výkaly ven z těla hostitele (Duncan et al. 1988).

Infekce malými strongylidy může vést u koní k různým zdravotním problémům včetně průjmu, hubnutí, snížené kondice a potenciálně i závažných komplikací jako je kolika nebo perforace střevní stěny. Chronická infekce může vést k vážnému poškození sliznice střeva a narušení jeho funkce (Volf Horák 2007).

3.1.4.2 Škrkavka koňská

Škrkavka koňská (*Parascaris equorum*) dosahuje délky 20-40 cm a napadá především hříbata a mladé koně. Životní cyklus škrkavky začíná vajíčky, která se uvolní do prostředí s výkaly koně. V půdě se vajíčka škrkavek vyvíjejí v larvy. Kůň se nakazí ve chvíli, kdy spásá

trávu, na které jsou přichycené larvy. Larvy po pozření hostitelem migrují do trávicího traktu a odtud do cév, přes která se dostávají do jater a střev. V těchto orgánech se larvy dále vyvíjí a dorůstají do dospělých jedinců. Dospělí jedinci škrkavky koňské se usazují v krevních cévách střevní stěny, kde se živí krví hostitele, rozmnožují se a produkují vajíčka. Vajíčka jsou následně vylučována střevy koně a opouštějí tělo hostitele prostřednictvím výkalů (Reinemeyer 2009).

Migrace a vývoj parazitů mohou vést k patologickým účinkům, včetně poškození jater, respiračních problémů, možné obstrukce nebo dokonce k prasknutí tenkého střeva kvůli velkému množství parazitů jako v případě na obrázku 6 (Clayton a Duncan 1979). Typicky u koní dochází ke vzniku přirozené imunity proti škrkavkám během prvního roku života, což znamená, že infekce obvykle postihují převážně hříbata. Výskyt infekcí u koní starších dvou let je vzácný (Reinemeyer 2012a).

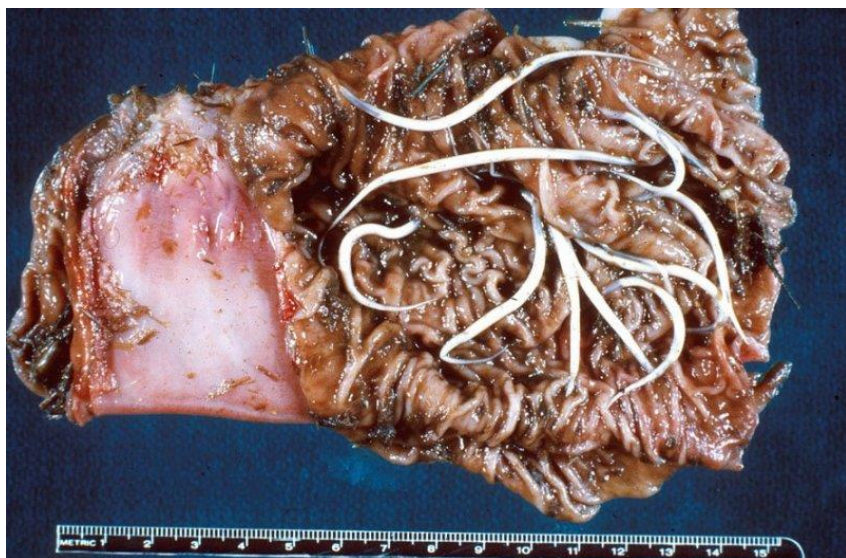


Obrázek 6 *Parascaris equorum*, převzato z webu Pathologyandponies.ca.

Dostupné z <https://pathologyandponies.ca/parascaris-equorum/>

3.1.4.3 Roup koňský

Roup koňský (*Oxyuris equi*) je parazit dosahující délky 2-10 cm viz obrázek 7. Samice dorůstají délky až 15 cm.



Obrázek 7 *Oxyuris equi*, převzato z webu Vetlexicon.

Dostupné z: <https://www.vetlexicon.com/equis/parasitology/articles/oxyuris-equi/>

V larválním stádiu obvykle parazité okupují ventrální tračník po dobu asi 2 měsíců. Přibližně po 100 dnech se vyvinou v dospělé a následně migrují do dorzálního tračníku. Po páření samice migrují do řitního otvoru, kde kladou lepkavé shluky vajíček (Sallé et al. 2016).

Vajíčka jsou nažloutlá a jejich shluky lze vidět pouhým okem. Přítomnost parazitů nutí koně otírat si záď a konec ocasu ve snaze se podrbat a tím dochází k uvolnění vajíček. Uvolněná vajíčka dopadají do podestýlky, kde se z nich vyvinou larvy. Pokud kůň larvy pozře, tak putují skrze ústní dutinu do tlustého střeva (Ende 2006).

Patogenita tohoto druhu se pohybuje od mírné (larvální stadium) po nepřítomnou (dospělí). Tekutiny vylučované spolu s vajíčky způsobují u koní svědění a poškozování kořene ocasu (Wolf et al. 2014).

3.1.5 Ektoparaziti

Ektoparazitičtí členovci žijí na povrchu koňské kůže, kterou buď propíchnou nebo se do ní zavrtávají, aby zde našli potravu nebo úkryt. To vede k přímému poškození kůže a podkožních tkání hostitele. V místech napadení parazity může docházet k vypadávání srsti nebo k oděrkám zasahujícím do kůže. Přítomnost parazitů u koní vyvolává neklid, poranění a záněty kůže. Infekce se může vyvinout v těžce léčitelné záněty, alergie a ekzém (Dušek 2011).

Ektoparaziti mohou také sloužit jako přenašeči různých choroboplodných organismů jako jsou prvoci, bakterie, viry, tasemnice a hlístice. I když je jejich počet relativně malý, mají různé druhy ektoparazitů významný vliv na zdraví, produktivitu a dobré životní podmínky koní (Colebrook a Wall 2004).

3.1.5.1 Roztoči

Mezi běžné ektoparazity koní patří klíšťata, konkrétně druhy *Ixodes* spp., *Dermacentor* spp., *Boophilus* spp., *Amblyomma* spp. a *Otobius megnini* (Barbet 2014). Klíšťata se přes srst dostanou na kůži, jak je vidět na obrázku 8 a následně se přichytí ke kůži.



Obrázek 8 *Ixodes ricinus* v srsti, převzato od Sloet (2014).

Dostupné z <https://eventingnation.com/this-week-in-horse-health-news-presented-by-absorbine-3/>

Ukázalo se, že klíšťata podle druhu preferují různé oblasti těla koní, na kterých parazitují. Například druh *Ixodes scapularis*, jak popisuje studie Sundstrom et al. (2021), se často uchytává v oblasti hrudníku či třísel. Druh *Dermacentro variabilis* preferuje naopak více oblast ocasu a hřívky.

Onemocnění spojené s chronickými infekcemi přenášenými klíšťaty mohou u koní vést k potratům, snížení přírůstku hmotnosti a snížené produkci mléka (Teglas et al. 2005).

Mezi původce infekcí přenášené klíšťaty, která jsou patogenní pro koně, jiná hospodářská zvířata nebo i člověka, patří bakterie *Borrelia burgdorferi sensu stricto*, *Anaplasma phagocytophilum* nebo různé druhy *Rickettsia* spp. Mezidruhová variabilita

hostitele zvyšuje riziko přenosu těchto infekcí na lidi nebo mezidruhově v oblastech s vysokou klíšťovou aktivitou. (Skotarczak et al. 2016).

3.1.5.2 Hmyz

Dvoukřídlý hmyz se řadí vedle klíšťat mezi nejčastější přenašeče infekcí u zvířat. Dobře známí ovádi (Tabanidae) jsou příkladem hmyzu napadajícího hospodářská zvířata, lesní zvěř i lidi. Běžným druhem je například bzikavka dešťová (*Haematopota pluvialis*) viz obrázek 9, jejíž kousnutí je pro koně velice bolestivé (Roháček a Ševčík 2013).



Obrázek 9 Bzikavka dešťová (*Haematopota pluvialis*), převzato od Novotný (2014).

Dostupné z <https://www.biolib.cz/en/image/id328602/>

Všenky (rod *Trichodectes*) jsou bezkřídlý hmyz, typicky dosahující délky 2-4 mm. Tito parazité způsobují u koní výrazné svědění, které je způsobeno jejich pohybem v srsti zvířat viz obrázek 10. Právě silné svědění vede k vypadávání srsti a tvorbě šupin suché kůže. Nejčastěji se všenky objevují u koní na hlavě, krku a končetinách (Dušek 2011).



Obrázek 10 Všenky v srsti koně, převzato od Vondrová (2014).

Dostupné z <https://equichannel.cz/diskuze/veterinarni-diskuze/leze-v-srsti>

Nejčastěji jsou koně napadeni všenkami během chladných zimních měsíců. Na těle koně absolvují celý vývojový cyklus, který se může pohybovat mezi 20 a 40 dny v závislosti na teplotě. Mimo hostitele jsou schopny přežít až dva týdny v závislosti na podmínkách vnějšího prostředí. Mezi příznaky napadení patří svědění, kousání, neklid, tření se o stěny stájí. Dospělci i vajíčka jsou viditelné na povrchu kůže a v srsti. Šíří se snadno mezi koňmi prostřednictvím přímého fyzického kontaktu nebo přes vybavení jako jsou například kartáče na srst (Volf a Horák 2007).

3.2 Prevence

Koně jakožto zvířata žijící ve stádech a pasoucí se na volných venkovních prostranstvích přichází do kontaktu s prostředím obývaným parazity běžně. Prevalence parazitárních infekcí záleží na prostředí a životních podmínkách koní (Rajmund et al. 2015).

Základem snížení nákazy parazity je kvalitní zoohygiena a zacházení se zvířaty. Ve stájích je třeba pravidelně dezinfikovat boxy, zejména před příchodem nových zvířat. Tato dezinfekce musí být prováděna minimálně dvakrát ročně, na začátku a konci pastevní sezóny (Proudman a Matthews 2000). Kromě toho je nezbytné používat dezinfekční prostředky pro důkladné vyčištění všech povrchů a vybavení. Krmivo by mělo být podáváno do žlabů a visících sítí,

nikoliv na zem, aby se zabránilo infekci parazity, kteří se na podlaze nebo v podestýlce mohou vyskytovat. Důležité je také pravidelné čištění žlabů a napájecích míst, protože mohou obsahovat mezihostitele některých helmintů (Jagła et al. 2013).

Dalším způsobem, jak bez použití chemie chránit zvířata před parazity, je správná režie pastevních ploch (Smith et al. 2009). Je vhodné vyhýbat se vypouštění zvířat na pastvu ráno a za soumraku, kdy je pro larvy, z důvodu nejvyšší vlhkosti, nejvhodnější klima. Dále je důležité zamezit koním pastvu na pastvinách, které byly intenzivně využívány v předchozím roce, protože invazivní larvální stádia mohou zimu přečkat do dalšího roku (Waller 2006). Stěžejní je omezit hustotu obsazení pastvin, tedy vyhnout se nadměrnému chovu a pravidelně odstraňovat trus. Chovatelům se také doporučuje na pastvině eliminovat vodní zdroje, jelikož snadno dojde k jejich kontaminaci (Proudman a Matthews 2000).

Pravidelné sečení trávy na pastvinách je také důležité, aby bylo zabráněno larvám malých strongylidů se usadit na vrcholcích rostlin, která zvířata následně spasou. Všechna zmíněná opatření, pokud jsou efektivně implementována, mohou přispět ke snížení přenosu a výskytu parazitických infekcí u koní (Jagła et al. 2013).

3.3 Léčba

Kůň je běžným a častým hostitelem parazitů. Za normálních podmínek imunitní systém koně udržuje ve střevě množství parazitů na nízké úrovni, což pomáhá rozvíjet a udržovat imunitu zvířete. Pokud imunitní systém koně selže nebo je-li kůň vystaven vysokému počtu parazitů, může dojít k ohrožení na životě. Poškození střev způsobené červy může vést k zánětu střev, průjmům a dalším zdravotním problémům, které mohou přetrvávat. Nejrizikovější skupinou jsou mladí koně a staří jedinci (Nielsen 2012).

Parazitární infekce negativně ovlivňují zemědělství a průmysl spojený s chovem koní. Přestože primárně lze situaci řešit zlepšením hygieny, nejedná se o metody dostatečné k vymýcení parazitů (Shalaby 2013). K léčbě se tedy používají léčiva popsána v následující kapitole, tzv. anthelmintika. Aktuálně největším problémem spojeným s používáním těchto léků je dlouhodobě pozorovaná odolnost parazitů vůči anthelmintikům. Jedná se o problém hlášený nejen u nás, ale i na ostatních kontinentech. Nicméně, existují alternativní metody, které by mohly být použity k nahrazení používání léčiv. Vhodné kandidáty v této oblasti představují níže popsané nematofágní houby a vybrané přírodní doplňky stravy, které by mohly poskytovat

efektivní alternativu pro kontrolu parazitárních infekcí u koní. Tyto metody by mohly představovat udržitelnější a méně toxické přístupy k ochraně zdraví a vitality zvířat.

3.3.1 Anthelmintika a rezistence parazitů

V péči o koně je kontrola endoparazitů zajišťována pomocí syntetických anthelmintik. Tato léčiva jsou tradičně rozdělena do tří hlavních tříd – benzimidazoly, tetrahydropyrimidin pyrantely a makrocyclické laktony. Tyto třídy představují klíčovou součást veterinární péče. Jejich účelem je potlačit nebo zničit parazitární hlístice, které mohou ohrozit zdraví koní (Peregrine et al. 2014).

Benzimidazoly působí na mikrotubuly uvnitř parazita, což jim brání v reprodukci a vedlejším účinkem je ochromení či smrt hlístice. Mezi aktuálně používané benzimidazoly patří fenbendazol, oxfendazol a oxibendazol (Brady a Nichols 2009). Tetrahydropyrimidin pyrantely zase působí na nervový systém hlístic, což má za následek jejich ochromení. Jedná se o soli pyrantelu (Brady a Nichols 2009). Makrocyclické laktony jsou nejnovější skupinou anthelmintik a fungují na parazity prostřednictvím modulace iontových kanálů, což vede k jejich paralýze a smrti (Briggs 2004). Do této skupiny se řadí ivermektin a moxidektin (Brady a Nichols 2009).

I když tato léčiva představují efektivní nástroj v boji proti parazitárním infekcím, je třeba zdůraznit, že nadměrné používání anthelmintik vede k rezistenci parazitů vůči nim. Je proto nezbytné pečlivě zvažovat strategie léčby a zahrnovat do léčby infekcí léčbu i jinými prostředky než jsou anthelmintika (Shalaby 2013).

Právě časté podávání anthelmintik, nedostatečné dávkování a nekonzistentní používání těchto léků jsou faktory, které vedou k úbytku jejich účinnosti a vytváření rezistence parazitů na ně. Od 60. let 20. století kontrola koňských parazitů silně spoléhala na časté anthelmintické ošetření, které se současně aplikovalo v častých intervalech po celý rok (Brady a Nichols 2009) a dnes se hříbata běžně ošetřují anthelmintiky před dosažením jednoho měsíce věku. Poté se po dobu prvního roku života střídavě v měsíčních intervalech podávají různá anthelmintika ke kontrole malých strongylidů a dalších potenciálních parazitů mladých koní jako je například škrkavka koňská (*P. Equorum*). Mnoho chovných farem podává makrocyclický lakton, na které je jednou za dva měsíce. Zvířata tedy přichází do styku s běžně používanými léčivy už na začátku života (Reinemeyer 2012b). Rostoucí úroveň rezistence na anthelmintika je jev, který má klíčový význam při zvažování vhodných postupů pro kontrolu parazitárních infekcí (Nielsen et al. 2014).

Mezi důležité koňské parazity, u kterých se uvádí, že si vyvinuli rezistenci na alespoň jednu třídu koňských anthelmintik, patří hlavně škrkavky, velcí a malí strongylidi (Brady a Nichols 2009). Látky, které tradičně slouží k léčbě infekcí způsobených u koní, se stávají stále méně účinnými v důsledku adaptace parazitů (von Samson-Himmelstjerna 2012). Po ošetření anthelmintiky bylo zaznamenáno zkrácení doby, než se u koní znovu objeví vajíčka parazitů. Toto zkrácení může být způsobeno sníženou citlivostí hlístic na anthelmintika (Kooyman et al. 2016).

Studie od Nielsena (2022) shrnuje výsledky všech studií od roku 2000 zabývajících se rezistencí koňských strongylidů na všechny tři třídy anthelmintik. Studií bylo celkem 71 a probíhaly po celém světě. Z porovnání jejich výsledků vyplývá, že účinnost benzimidazolu byla hodnocena v 58 studiích a ve všech byla hlášena rezistence. Pyrimidin byl hodnocen ve 37 studiích, přičemž rezistence byla dokumentována ve 34 z nich (92 %). Poslední třída léčiv, kterou představují makrocyclické laktony byla zkoumána v 57 studiích a důkaz rezistence byl hlášen u 13 z nich (23 %). V některých studiích dokonce došlo u parazitů k rezistenci u více tříd léčiv. Konkrétně u benzimidazolových i pyrimidinových tříd anthelmintik.

Studie provedená Abbas et al. (2023) rozšiřuje data ještě o novější výzkum provedený na území Austrálie. Předmětem zkoumání byl rozsah rezistence na anthelmintika u škrkavkovitých a strongylidních hlístic australských plnokrevníků vůči všem třídám anthelmintik. Jednalo se o jednu z prvních takto rozsáhlých studií provedených na území Austrálie. Před zahájením studie byly na vybraných farmách provedeny testy na počet vajíček ve stolici (FECRT) u koní infikovaných parazity. Koně byli následně přiřazeni do různých léčebných nebo kontrolních skupin pomocí jednoduché randomizace. Jednotlivé skupiny byly léčeny různými typy anthelmintik, dávky byly přesně vypočteny na základě tělesné hmotnosti každého jednotlivého koně nebo na základě hmotnosti nejtěžšího zvířete v léčebné skupině. Kontrolní skupiny neobdržely žádná léčiva. Dva týdny po léčení byl proveden test FECRT. Výsledky ukázaly, že u léčených skupin nedošlo ke snížení počtu vajíček ve stolici o více než požadovaných 90 %. Tyto výsledky indikují, že byla pozorována rezistence na všechna dostupná jednotlivě aktivní anthelmintika, včetně ivermektinu, abamektinu a moxidektinu, zatímco rezistence na oxfendazol a jeho kombinaci s pyrantelem byla detekována pouze u strongylidů.

Klinické následky rezistence na anthelmintika jsou zásadní, protože mohou vést u koní k obtížně léčitelným infekcím. Situace je komplikována tím, že některé populární druhy anthelmintik jsou stále účinné u některých parazitů, zatímco u jiných dochází k rezistenci (von Samson-Himmelstjerna 2012). Navíc je nepravděpodobné, že nové anthelmintické sloučeniny

budou v blízké budoucnosti schváleny pro použití u koní a dalších koňovitých (T. Lyons a C. Tolliver 2012).

3.3.2 Alternativní metody léčby

Rostoucí potřeba najít alternativy k syntetickým antiparazitikům pro kontrolu gastrointestinálních parazitů koní vedla k hledání udržitelných a neškodných metod, které u zvířat nebudou způsobovat toxicitu a jejich organismus je bude lépe odbourávat (Elghandour et al. 2023).

V současné době je možné významně snížit potřebu anthelmintických léčebných zákroků u koní a pasoucích se přežvýkavců prostřednictvím úprav v chovatelské praxi a využitím znalostí o epidemiologii parazitů. Alternativní postupy oproti běžné léčbě mohou významně přispět k optimalizaci zdraví a vitality stád a jednotlivých zvířat bez použití běžně používaných léčiv (Barger 1997). Následující podkapitoly popisují alternativní metody v boji proti parazitům koní.

3.3.2.1 Nematofágní houby

Nematofágní houby jsou půdní organismy, které jsou přirozeně schopné zabít hlístice a lze je použít k redukci používání anthelmintik. Tyto houby se chovají jako přirození antagonisté hlístic, jsou schopné podporovat jejich zachycení nebo dokonce zajistit jejich zničení. Podle biologické strategie týkající se toho, jak zachycují a zabíjejí hlístice, se houby rozdělují do tří hlavních skupin: houby, které napadají hlístice přímo, endoparazitické houby a houby parazitující na vajíčkách hlístic (Ocampo-Gutiérrez et al. 2021).

Na obrázku 11 je vidět, jak houba *Duddingtonia flagrans* popsaná níže v textu dokáže zachytit hlístici. Jedná se tedy o typ první kategorie, podle již zmíněné biologické strategie.



Obrázek 11 Zachycení larvy strukturami mycelia *Duddingtonia flagrans*, převzato od Burke (2021).

Dostupné z <https://tools.wormboss.com.au/sheep-goats/news/articles/nonchemical-management/wormtrapping-fungus-cleans-pastures.php>

Metoda využívající nematofágní houby v boji proti parazitům se zdá být slibnou alternativou k antihelmintickým léčbám, neboť využívá přírodního prostředí a houby využívají hlístice jako zdroj potravy a živin (Céspedes-Gutiérrez et al. 2021).

Žádný z testovaných druhů hub nebyl schopen úplně eliminovat parazity, ale pouze snížit jejich počet na bezpečné úrovni, kdy se zvířata mohou přirozeně bránit. Z toho vyplývá, že kombinace biologické kontroly prováděné nematofágními houbami s chemickou kontrolou, může mít výhodu komplexního působení na infekční formy přítomné ve výkalech, a také na hlístice, které celkově parazitují na zvířeti (Braga et al. 2007).

Duddingtonia flagrans a *Monacrosporium thaumasium* jsou příkladem dravých hub, které se ukázaly být účinné při snižování počtu hlístic u různých druhů hospodářských zvířat. Studie Ferraz et al. (2019) využila nematofágní houby v kombinaci s jinými sloučeninami pro výzkum jejich účinnosti v boji s hlísticemi *Rhabditis* spp. Konkrétně byl použit ivermectin 1%, dimethylsulfoxid 1% a minerální olej 100% - tyto látky byly kombinovány se dvěma izoláty nematofágních hub druhů *Duddingtonia flagrans* (AC001) a *Monacrosporium thaumasium* (NF34). Nematody byly sbírány z ontologické oblasti vnějšího zvukovodu hospodářských zvířat. Za pomoci agaru a destilované vody byl následně vytvořen roztok. Tento roztok byl rozdělen do 12 zkumavek, do kterých byly následně přidávány výše zmíněné látky, či jejich kombinace. Tabulka 1 ukazuje průměrný počet nematod a procentuální snížení nematod v každé zkumavce (experimentální skupině) po 24 hodinách.

Tabulka 1 Průměrné hodnoty a procentuální snížení *Rhabditis* spp. v experimentálních skupinách po 24 od interakce, převzato od Ferraz (2019)

Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304401719302055>

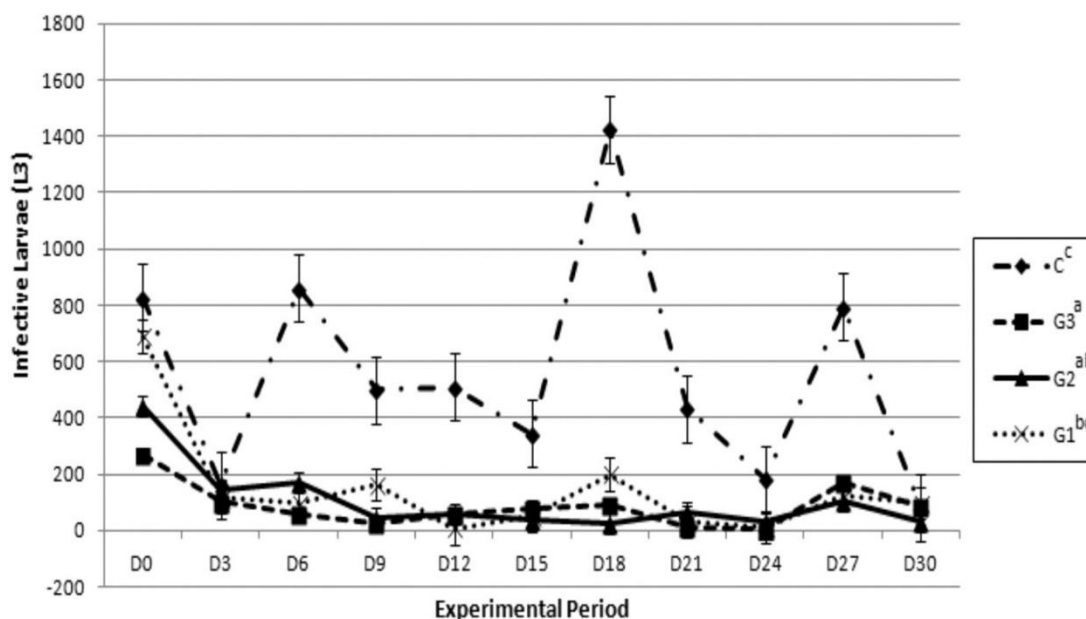
Experimental groups	Mean	% Reduction
G1 - AC001	53	64.2%
G2 - NF34	30.6	79.3%
G3 - Ivermectin 1%	48.9	67%
G4 - Dimethyl sulfoxide 1%	85.9	42%
G5 - Mineral oil 100%	107.8	31.2%
G6 - AC001 + ivermectin 1%	84	43.2%
G7 - NF34 + ivermectin 1%	103.5	30.1%
G8 - AC001 + mineral oil 100%	26.8	82%
G9 - NF34 + mineral oil 100%	17	88.5%
G10 - AC001 + dimethyl sulfoxide 1%	1.9	98.7%
G11 - NF34 + dimethyl sulfoxide 1%	2.5	98.3%
G12 - Distilled water	148*	0%

Z výsledků je nejdůležitější sloupec průměrného snížení nematod. Lze vyčíst, že *Monacrosporium thaumasium* má samostatně nejvyšší účinnost ze všech využitých látek a to konkrétně 79,3 %, u ivermektinu je to 67 %. Nejlepší výsledky byly dosaženy kombinací konidií nematofágních hub s dimethylsulfoxidem a minerálním olejem. Ty vykazovaly snížení počtu hlístic o 88,5 % až 98,3 %. Naopak kombinace nematofágních hub a ivermektinu zajistila snížení pouze o 31,2 %, respektive 43,2 %. Z této studie vyplývá, že nematofágní houby mohou mít samostatně podobnou či vyšší účinnost v boji proti hlísticím než ivermektin. Nejúčinnější formou ale byla kombinace hub s dimethylsulfoxidem nebo minerálním olejem. Zajímavým výstupem byla skutečnost, že kombinace ivermektinu a nematofágních hub dosahovala opravdu nízkých hodnot účinnosti. Tento fakt rozporuje tvrzení výše z článku od Braga et al. (2007), že kombinace biologické a chemické léčby může komplexně kontrolovat nákazu hlísticemi.

Studie od Sobral et al. (2019) se také zabývala biologickou kontrolou hlístice *Rhabditis* spp. pomocí nematofágních hub. Byly vytvořeny 3 roztoky s koncentrací nematod, první byl vystaven *Duddingtonia flagrans*, druhý *Monacrosporium thaumasium* a třetí byl kontrolní. Po sedmi dnech došlo k průměrnému snížení nematod u izolátu *Duddingtonia flagrans* o 82 % a u izolátu *Monacrosporium thaumasium* o 39,0 %. V této studii byla účinnější *Duddingtonia flagrans*, naopak v předchozí studii od Ferraz et al. (2019) vyšla jako účinnější *Monacrosporium thaumasium*.

Existují však i studie, které se zaměřily na podání pouze jednoho ze dvou výše uvedených druhů hub. Studie, kterou provedl Buzatti et al. (2015), si dala za cíl určit

predátorskou aktivitu *D. flagrans* proti infekčním larvám gastrointestinálních hlístic koní ve fekálních kulturách in vitro po průchodu gastrointestinálním traktem zvířat. Studie byla provedena s použitím čtyř skupin koní, z nichž tři byly léčeny (označeny jako G1, G2 a G3) a jedna sloužila jako kontrolní skupina (označena jako CG). Každá skupina obsahovala osm jedinců. Léčená zvířata dostávala po dobu 21 dnů různé dávky brazilského izolátu *D. flagrans* (CG 768), udržovaného a zpracovaného v Laboratoři buněčné a tkáňové biologie na Státní univerzitě North Fluminense v Campos de Goytacazes. G1 dostávala $1,5 \times 10^5$, G2 3×10^5 a G3 6×10^5 chlamydospor *D. flagrans* na kilogram tělesné hmotnosti, aplikované v intervalech každé dva tří denní cykly. Během 30 dnů byly pravidelně odebírány vzorky trusu, aby bylo možné sledovat množství vajíček v gramu stolice (EPG) a provádět kultivaci stolice pro každého jednotlivého koně. Výsledky byly demonstrovány za pomoci p-hodnoty. P-hodnota je statistický ukazatel, který naznačuje pravděpodobnost, že pozorovaný výsledek by mohl být náhodný. Nabývá od 0 do 1, čím nižší je p-hodnota, tím méně je pravděpodobné, že by výsledek vznikl náhodou. Obvykle se jako hranice pro statistickou významnost používá hodnota 0,05 (5 %). Pokud je tedy p-hodnota nižší než 0,05, považuje se výsledek za statisticky významný, tedy že nulová hypotéza (mezi skupinami není žádný rozdíl) je zamítnuta. Výsledky studie ukázaly podobné hodnoty EPG ve všech skupinách ($p > 0,05$), což je zřetelné na obrázku číslo 12. Graf zachycuje výskyt larev hlístic v čase u všech čtyřech pozorovaných skupin – na horizontální ose grafu je zanesena doba experimentu, na vertikální počet infekčních larev hlístic. Je zřetelné, že na konci sledovaného období disponují všechny skupiny podobnými hodnotami EPG. Nicméně *D. flagrans* v signifikantní míře snížila ($p < 0,05$) počet infekčních larev po 72 h intervalu mezi jednotlivými ošetřeními. Skupiny G2 a G3 vykázaly významně lepší výsledky ($p < 0,05$) ve snižování množství larev ve srovnání s kontrolní skupinou CG.



Obrázek 12 Počet infekčních larev získaných z fekální kultury koní po ošetření *Duddingtonia flagrans* během 21 dnů, převzato od Buzzati (2015).

Dostupné z <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0014489415300126>

Výsledky naznačují, že biologická kontrola pomocí houby *D. flagrans* může být alternativou k regulaci volně žijících parazitů u hospodářských zvířat.

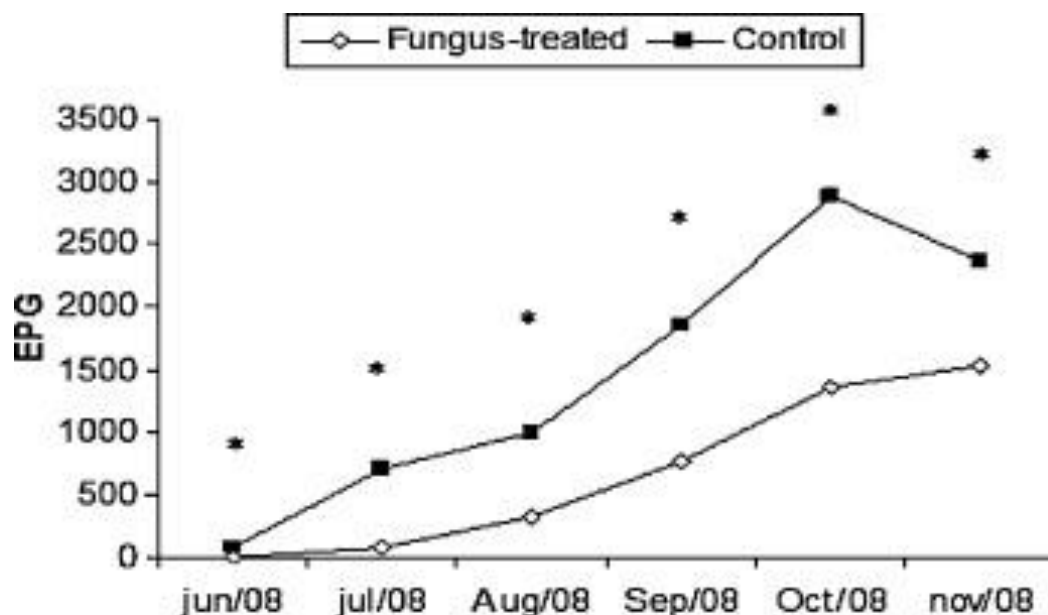
D. flagrans se jeví jako vhodný kandidát pro biologickou kontrolu, protože prochází trávicím traktem zvířat, klíčí ve stolici a eliminuje larvy parazitů (Jagła et al. 2013). Další výhodou *D. flagrans* jako alternativy v boji proti volně žijícím stádiím parazitujících hlístic na hospodářských zvířat je, že negativně neovlivňuje populace necílových půdních hlístic (Faedo et al. 2002).

V současné době existují dva produkty na bázi *D. flagrans* pro biologickou kontrolu gastrointestinálních nematodů u zvířat. Bioworm z Austrálie a Bioverm z Brazílie. Studie s přípravkem BioWorm prokázaly podstatné snížení parazitů ve výkalech na pastvinách léčených koní, skotu a koz ($p < 0,05$). Výsledky studií naznačují, že použití BioWormu u těchto hostitelských druhů by při použití tohoto produktu vedlo ke snížení úrovně infekce u zvířat pasoucích se na pastvě a poskytlo by alternativní způsob kontroly parazitických hlístic (Healey et al. 2018).

Monacrosporium thaumasium samostatně je také druh houby s potenciálem pro průmyslovou výrobu a ekonomickou životaschopnost v boji proti parazitům u koní a domácích přezvýkavců. Společně s *Duddingtonia flagrans* patří mezi nejvíce studované druhy s větším potenciálem pro uvedení na trh. *Monacrosporium thaumasium* produkuje odolné struktury

nazývané chlamydospory, které jí umožňují projít gastrointestinálním traktem zvířat bez poškození. Existují však rozdíly v působení různých izolátů tohoto druhu, což naznačuje, že účinnost může být ovlivněna geografickými a dalšími faktory (Tavela et al. 2013).

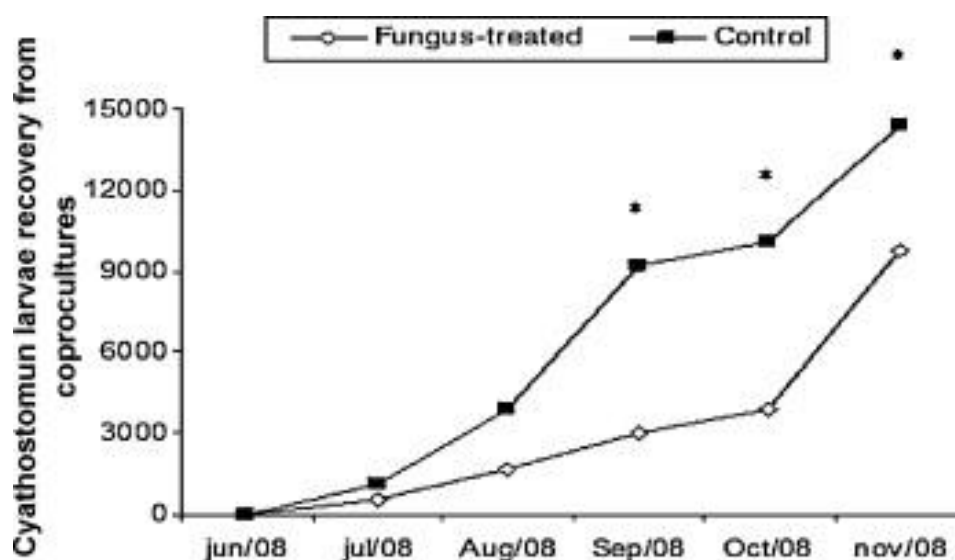
Studie Tavela et al. (2011), provedená v tropické oblasti jihovýchodního Brazílie, hodnotila účinnost *Monacrosporium thaumasium* v biologické kontrole malých strongylidů (cyathostominů) u koní. Šest klisen, ve věku 2,5 až 3,5 roku, bylo rozděleno do dvou skupin a umístěno na pastvinách přirozeně infikovanými larvami parazitů. Ve skupině léčených koní obdrželo každé zvíře 1 g/10 kg tělesné hmotnosti (0,2 g/10 kg živé váhy houby) pelletů s matricí sodného alginátu obsahující houbu *M. thaumasium* perorálně dvakrát týdně po dobu šesti měsíců. Druhá skupina sloužila jako kontrolní – bez podání léčiva. Výsledky studie ukázaly, že počet vajíček na gram výkalů (EPG) vykázal statisticky významný rozdíl ($p < 0,01$) u zvířat ošetřených houbou ve srovnání s kontrolní skupinou zvířat během všech měsíců experimentu. Percentuální snížení EPG bylo 87,5 %, 89,7 %, 68,3 %, 58,7 %, 52,5 % a 35,2 % během června, července, srpna, září, října a listopadu. Tento trend lze pozorovat na obrázku 13. Graf zobrazuje vývoj EPG v čase u obou sledovaných skupin. Skupina léčená nematofágní houbou vykazovala po celou dobu nižší hodnoty EPG oproti druhé skupině, která léčena nebyla.



Obrázek 13 Měsíční průměr vajíček na gram výkalů (EPG) skupiny ošetřené nematofágní houbou a kontrolní skupinou, převzato od Tavela (2011).

Dostupné z <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304401710005467>

V kultuře výkalů byl rozdíl mezi zvířaty léčenými houbou ve srovnání s kontrolními zvířaty během celého experimentu výrazný ($p < 0,05$), s procentním snížením o 67,5 %, 61,4 % a 31,8 % v září, říjnu a listopadu. Rozdíl byl pozorován v počtu infekčních larev z pastvin, které byly shromážděny do 20 cm od výkalů ve skupině ošetřené houbou ve srovnání s kontrolní skupinou s redukcí o 60,9 % a mezi 0–20 a 0–40 cm od výkalů ($p < 0,01$) byla redukce asi o 56 % ve skupině léčené houbou *M. thaumasium* ve srovnání s kontrolní skupinou. Obrázek 14 ilustruje výše zmíněné výsledky. Skupina léčená nematofágní houbou vykazovala každý měsíc experimentu průměrně nižší hodnoty larev nalezených v trusu koní než skupina, která léčená nebyla.



Obrázek 14 Měsíční průměr larev nalezených v trusu koní ošetřených houbou a kontrolní skupinou, převzato od Tavela (2011).

Dostupné z <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304401710005467>

Dále nebyl zaznamenán rozdíl ($p > 0,05$) ve středním přírůstku hmotnosti u obou skupin zvířat. *Monacrosporium thaumasium* je druhem nematofágní houby, která se ukázala jako efektivní způsob redukce jak vajíček, tak larev malých strongylidů. Jelikož se jedná o parazity běžně rozšířené mezi koně, je vliv na parazity a zároveň fakt, že dlouhodobé podávání houby neovlivnilo fyzickou vitalitu koní, pozitivní a uspokojujivý výsledek.

Na další druhy nematofágních hub se zaměřila studie od Maestrini et al. (2020) na oslech za použití druhů *Scopulariopsis brevicaulis*, *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* a *Pochonia chlamydosporia*. Všechny čtyři druhy byly schopny snížit líhnutí vajíček

gastrointestinálních strongylidů. Nejúčinnější byla *P. chlamydosporia*, ta dosáhla redukce líhnutí vajíček o 62,3 %. Ostatní druhy hub prokázaly inhibiční vlastnosti na vajíčkách oslů srovnatelné s *P. chlamydosporia*, ale hodnoty se pohybovaly okolo 52 %. Ze studie vyplývá že i tyto druhy jsou tedy schopné výrazně snížit počet infekčních larev na pastvinách. Navíc, pokud vezmeme v úvahu schopnost *P. chlamydosporia* napadat vnější obal vajíček hlístic i u koňských hlístic, jako je roup koňský a škrkavka koňská, je i *P. chlamydosporia* potenciálně další účinnou metodu biologické kontroly u koňských hlístic.

3.3.2.2 Rostlinné krmivé doplňky

Nedostatečná účinnost stávajících anthelmintických metod podnítila pátrání po nových způsobech kontroly včetně využití rostlinných extraktů mající anthelmintické vlastnosti. Rostlinné extrakty a jejich přírodní deriváty jsou dlouhodobě využívány jako doplňková nebo alternativní terapie k tradičním chemickým produktům (Fabricant a Farnsworth 2001). Existují léčivé byliny, které podporují zdravou střevní mikroflóru. Byliny sice neodstraní silné začervenění, ale dokážou změnit prostředí ve střevech tak, že se v nich parazitům nedaří zdaleka tak dobře (Wittek 2019).

Jedním z nejznámějších přírodních anthelmintik je extrakt z některých druhů česneku. Po celém světě včetně České republiky je běžně používanou a dostupnou alternativou česnek kuchyňský (*Allium sativum*). Jedná se o cibulovitou rostlinu používanou k léčení lidí i zvířat už od starověku. V dnešní době ho řada majitelů koní používá jako alternativu k jinak používaným anthelmintikům. Koním ho lze podávat v drcené či sušené formě. Williams a Lamprecht (2008) uvádí, že rostlina má rozsáhlé spektrum antimikrobiálních účinků a parazitární vlastnosti. Studie Anthony et al. (2005) uvádí, že česnek je účinný proti více než 12 druhům parazitů u zvířat a lidí. Konkrétně proti prvokům, plazmodiím, trypanozomám, kokciidím a bičíkovcům. Uvádí, že mechanismus účinku česneku se liší podle druhu parazita. Ukazuje se však, že pozitivní účinek v léčbě parazitárních infekcí u koní nelze prokázat (T. Lyons a C. Tolliver 2012). Na základě poznatků Buono et al. (2019), které měly vyhodnotit účinnost česneku jako komerčního doplňku stravy, byl použit čerstvý drcený česnek a suché česnekové vločky. Studie byla provedena na stádě 25 klisen italských klusáků v jižní Itálii. Na farmě nebyl žádný kůň léčen po dobu 6 měsíců žádným anthelmintikem. Koně byli rozděleni do 3 skupin. 1. skupina FG byla léčena 40 g drceného čerstvého česneku. Druhá skupina DG dostávala 40 g komerčního doplňku sušených vloček česneku a třetí skupina sloužila jako kontrolní. Léčení probíhalo jednou denně po dobu 15 dnů. Pro obě skupiny česneku byla dávka určena podle výrobcových

pokynů pro suchou komerční formulaci, která doporučuje podávat 40 g denně bez ohledu na hmotnost zvířete. Po dvou týdnech od léčení nedošlo u obou skupin ke snížení hodnot počtu vajíček ve stolici pod úroveň <200 EPG, což je hraniční hodnota pro podání anthelmintik. Výsledky studie naznačují, že obě česnekové formulace neprokázaly účinnost v léčbě parazitů. Průměrné hodnoty (EPG) nevykazovaly významné rozdíly mezi dvěma skupinami léčenými česnekem a kontrolní skupinou po dobu 28 dnů studie. Procentuální snížení EPG bylo pro skupinu FG kolem 40,6 % a pro skupinu DG kolem 48,5 % v den 7., avšak tato snížení nebyla statisticky významná. Fekální kultury prokázaly přítomnost malých strongylidů a *S. vulgaris* ve všech vzorcích ze skupin FG a DG během celé doby studie. Účinnost česneku není tedy tak silná, aby snížila zátěž trávicího traktu zvířat střevními parazity.

Dalším známým přírodním anthelmintikem je výtažek z nezralých semínek tykve obecné (*Cucurbita pepo*). Tradičně byla dýňová semínka používána k léčbě stavů jako jsou problémy s močením, rakovina prostaty, zácpa a záněty díky svým protizánětlivým, antioxidantovým, antimikrobiálním a antiparazitickým vlastnostem. V rámci níže popsaného výzkumu byl vyroben extrakt ze semen ve studené a horké vodě a jeden na bázi ethanolu, následně byl sledován antiparazitární účinek u laboratorních myší. Při podání extraktu ze semen naložených do ethanolu se povedlo Grzybek et al. (2016) zaznamenat anthelmintické působení extraktů na líhnutí vajíček, vývoj larev a pohyblivost dospělých jedinců *Heligmosoides bakeri*, což je druh přirozeně se vyskytující střevní škrkavky u hlodavců. Studie však uvádí, že inhibice by u parazitů mohla být způsobená alkoholem nebo velkým množstvím dusíku v ethanolovém extraktu.

Studie Bäieş et al. (2023) prokázala anthelmintické účinky extraktů tykve obecné proti různým parazitům, jako jsou *Raillietina* spp., *Heterakis* spp., *Heligmosoides bakeri*, *Hymenolepis nana*, *Taenia solium* a *Aspiculuris tetraptera* u prasat. Dále uvádí, že představuje naději jako přírodní prostředek s antiparazitickými vlastnostmi a potenciálními zdravotními přínosy. Celkově lze konstatovat, že tykev obecná představuje nadějnou alternativu pro léčbu parazitárních infekcí koní. Další výzkumy by měly být zaměřeny na detailnější studium mechanismů účinku a optimálních dávkování, aby bylo možné tuto rostlinu efektivněji využít v praxi jako léčebný prostředek proti parazitárním infekcím u koní.

Studie Beg et al. (2022) byla provedena k posouzení účinnosti extraktů z léčivých rostlin běžně se vyskytujících na území Pákistánu jako přírodních léků při řízení nákazy škrkavkou koňskou (*Parascaris equorum*) u místních koní. Studie posuzovala rostlinné extrakty ve srovnání s neúčinnějším, ale velmi drahým alopatickým lékem piperazin adipátem. Bylo vybráno sto deset koní, konkrétně valachů různých plemen, ve věku dvou až šesti let, kteří byli

přirozeně infikování škrkavkou koňskou. Léčba zahrnovala podání vodních extraktů ze tří léčivých rostlin. Jednalo se o semena černuchy seté (*Nigella sativa*), listy zemědělní malokvětého (*Fumaria parviflora*) a listy *Flemingia macrophylla*. Koně byli následně rozděleni do zcela náhodných pěti skupin. Skupiny jedna až tři byly určeny pro léčbu bylinami, skupině čtvrté byla podávána standardní dávka piperazin adipátu a skupina 5 sloužila jako kontrolní a srovnávací – nedostávala žádné extrakty ani léky.

Rostlinné extrakty byly podávány skrze nosogastrickou sondu první a osmnáctý den v dávkách 0,05; 0,10 a 0,15 g/kg ku tělesné hmotnosti koní. Piperazin adipát byl podáván v dávkách 0,113 g/kg ku tělesné hmotnosti. Kontrola vajíček škrkavky ve stolici u všech skupin zvířat byla provedena celkem šestkrát (před podáním léku a poté 3., 7., 18., 21. a 28. den). Všechny bylinné extrakty při dávkách 0,15 g/kg tělesné hmotnosti prokázaly zvýšenou účinnost, jak naznačuje významné ($p < 0,01$) snížení vajíček na gram (EPG) fekálních vzorků k osmnáctému dni první léčby. Další snížení EPG ($p < 0,01$) bylo pozorováno dvacátý osmý den léčby. Nejvyšší účinnost byla u černuchy seté dvacátého osmého dne po léčbě, která dosáhla 86,1 % ve srovnání s 82 % a 74 % u *F. parviflora* a *F. macrophylla*. Piperazin adipát představoval účinnost 86 % a 100 % osmnáctého a dvacátého osmého dne zkoušky. Všechny bylinné extrakty se ukázaly být účinnými anthelmintiky, přičemž ten z černuchy seté byl nejúčinnější (Beg et al. 2022).

Další rostlinnou alternativou je *Diospyros anisandra*. Hlavní využívanou částí rostliny jsou její listy (Leone et al. 2015). Ty se využívají k léčbě primárně malých strongylidů, kteří jsou považováni za nejrozšířenější skupinu parazitů napadající koně (Zanet et al. 2021). Ve studii od Flota-Burgos et al. (2020) byly v laboratorních podmínkách využity metanolové extrakty z *Diospyros anisandra*, které dokážou inhibovat líhnutí larev parazitů u přirozeně infikovaných koní. Porovnány byly extrakty z období sucha a dešťů a data byla rozšířena o *Petiveria alliacea*. Studie identifikovala plumbagin jako aktivní látku odpovědnou za anthelmintickou aktivitu extraktů *D. anisandra*. Tato znalost je klíčová pro porozumění mechanismu účinku a potenciálních cílů pro vývoj nových anthelmintik. Anthelmintická aktivita extraktů *Diospyros anisandra* byla srovnatelná s komerčně dostupnými anthelmintiky jako je thiabendazol – účinnost dosahovala až 90 %. To naznačuje, že přírodní látky z *D. anisandra* by mohly sloužit jako účinné alternativy k běžným anthelmintikům. Jedním z důvodů je fakt, že extrakty z *D. anisandra* mají široké spektrum anthelmintické aktivity, což umožňuje účinnou kontrolu různých parazitárních infekcí u zvířat. Studie zdůrazňuje potřebu dalšího zkoumání mechanismů účinku extraktů *D. anisandra* a plumbaginu, stejně jako in vivo hodnocení jejich účinnosti na živých zvířatech. To otevírá cestu pro budoucí výzkum přírodních

anthelmintik pro veterinární použití. Celkově nalezené výsledky této studie nabízejí cenné poznatky o potenciálu přírodních látek z *Diospyros anisandra* jako alternativních léčebných metod proti parazitárním infekcím ve veterinární medicíně.

3.3.2.3 Homeopatie

Homeopatie je lékařská metoda, která vychází z principu podobnosti. Znamená to, že látka, která je schopna vyvolat určité symptomy u zdravého jedince, může být použita k léčbě podobných symptomů u nemocného jedince, pokud je podávána v extrémně malých dávkách. Látky využívané k tomuto typu léčby jsou přírodního původu, mohou pocházet z minerálů, rostlin, kovů nebo živočichů. Cílem homeopatické léčby je přirozenými prostředky podpořit organismus při překonávání onemocnění. Důležité je zmínit, že tento typ léčby je individuální – založený na fyzických a behaviorálních charakteristikách jednotlivce (Fisher 2012).

Studie Mathie et al. (2010) se zabývala vlivem homeopatické léčby na chronická onemocnění koní. Výsledky ukázaly, že léčba vedla ke snížení symptomatických projevů a zlepšení klinického stavu zvířat. Chronické stavy jako artritida, dermatitida nebo pokyvování hlavou reagovaly pozitivně na homeopatickou léčbu, přičemž u některých koní došlo k úplné remisi.

Další studie se také zabývaly účinností homeopatické léčby u střevních parazitů koní. Studie Monteverde et al. (2016) srovnávala efektivitu homeopatické a alopatické léčby proti gastrointestinálním nematodům u koní. 18 koní bylo rozděleno do tří skupin, první byla léčena ivermectinem, druhá homeopatickou kombinací Cina 9CH a Colocynthis 9CH a třetí kontrolní skupina dostávala placebo. Koním byl několikrát po dobu 35 dní od začátku léčení odebrán trus, který byl testován na přítomnost vajíček hlístic. Na konci zkoumaného období bylo zjištěno, že u koní léčených ivermectinem došlo od začátku léčení ke snížení počtu vajíček v trusu o 98,8 %. U skupiny léčené homeopatiky to bylo pouze 8,9 %, poslední skupina neregistrovala žádné snížení. Ze studie vyplývá, že homeopatická léčba neprokázala výraznou účinnost v boji proti střevním parazitům. Tento výsledek může být způsoben použitím pouze jednoho typu homeopatik a absence individuální léčby jednotlivých koní na základě behaviorálních a fyzických charakteristik.

Brutovská (2015) ve své diplomové práci potvrzuje výsledky předchozí studie. 18 koní bylo rozděleno do dvou skupin, první byla léčena homeopatickým přípravkem PVB, druhá alopatickým přípravkem. Po 16 týdnech od aplikace léčiva ukázaly rozbory trusu nižší hodnoty EPG u koní léčených alopatickým přípravkem.

4 Závěr

V bakalářské práci bylo stanoveno několik cílů. Prvním z nich bylo ucelené představení nejčastějších parazitů koní a jejich patogenity, což bylo zpracováno v první části literární rešerše.

Druhým cílem bylo popsání léčení tradičními anthelmintickými léky a zkoumání aktuálního problému rezistence parazitů vůči nim. Vědecké studie prokázaly, že si parazité vytváří rezistenci vůči všem dostupným anthelmintikům. Tato rezistence může mít zásadní klinické následky, jelikož může vést k obtížně léčitelných infekcím.

Vzhledem ke zjištěné rezistenci parazitů vůči anthelmintikům bylo třeba najít jiné, alternativní metody, které by mohly pomoci při léčbě parazitární infekce. Hlavním cílem práce bylo popsat efektivitu těchto metod, porovnat ji s efektivitou chemických anthelmintik a vznést doporučení k léčbě parazitárních infekcí.

Nematofágní houby druhu *Duddingtonia flagrans* a *Monacrosporium thaumasium* byly na základě provedených studií účinnými nástroji v boji proti hlísticím *Rhabditis* spp a malým strongylidům. V kombinaci s dimethylsulfoxidem a minerálním olejem byly dokonce mnohem účinnější než běžně používané léčivo ivermektin. Naopak účinnost kombinace ivermektinu a nematofágních hub dosahovala velmi nízkých hodnot, což vyvrací doporučení řady odborníků, že spojení chemické a biologické léčby může být klíčem v boji s parazity. Srovnatelnou účinnost (90 %) s komerčně používanými léčivy proti malým strongylidům vykazoval i extrakt z rostliny *Diospyros anisandra*. Naopak česnek kuchyňský a homeopatická léčba nevykazovaly dostatečnou účinnost v boji proti malým a velkým strongylidům. Semena černuchy seté snížila výskyt vajíček škrkavky koňské ve stolici na takovou hodnotu, při které je kůň schopen se přirozeně bránit infekci. Nicméně chemický lék piperazin adipát vajíčka zcela eliminoval.

Ze zjištěných skutečností vyplývá, že léčba parazitárních infekcí by měla být individuální. Nejdříve by měla být zjištěna přítomnost konkrétních parazitů a na základě toho stanovena příslušná léčba. Například v případě malých strongylidů, kteří jsou nejčastějšími parazity koní, může být vzhledem k vysoké účinnosti zvolena léčba nematofágními houbami nebo extrakt z rostliny *Diospyros anisandra*. Proti škrkavce koňské byly všechny zkoumané alternativní metody léčby neúčinné. V tomto případě by tedy bylo vhodné zvolit k léčbě běžně používaná syntetická léčiva.

Práce poskytla základní přehled o problematice parazitických infekcí u koní a jejich léčbě různými metodami. Přináší konkrétní doporučení v prevenci a léčbě, které mohou přispět k lepší optimalizaci péče o zdraví koní.

Veškeré dostupné studie ale zkoumaly účinnost dané alternativní metody samostatně, popřípadě v kontrastu s chemickou léčbou. Pro lepší orientaci by další výzkum měl porovnávat alternativní metody léčby či jejich kombinace mezi sebou. Výzkum, který by byl dostatečně variabilní a situovaný v jedné lokalitě, by mohl poskytnout cenné informace ohledně použitých metod léčby. Tímto přístupem by bylo zjištěno, která z těchto metod je nejefektivnější, což by mohlo přispět k lepšímu řízení a potlačení parazitárních infekcí u koní.

5 Seznam literatury

- Abbas G et al. 2023. A national survey of anthelmintic resistance in ascarid and strongylid nematodes in Australian Thoroughbred horses. *International Journal for Parasitology: Drugs and Drug Resistance* **24**:100517.
- Alshammari A, Gattan HS, Marzok M, Salem M, AL-Jabr OA, Selim A. 2023. *Fasciola hepatica* Infection in Horses in Three Governorates in Northern Egypt: Prevalence and Risk Factors. *Journal of Equine Veterinary Science* **130**:104915.
- Anjos DH da S, Rodrigues M de LA. 2006. Diversity of the infracommunities of strongylid nematodes in the ventral colon of *Equus caballus* from Rio de Janeiro state, Brazil. *Veterinary Parasitology* **136**:251–257.
- Anthony J-P, Fyfe L, Smith H. 2005. Plant active components – a resource for antiparasitic agents? *Trends in Parasitology* **21**:462–468. Elsevier.
- Băieș M-H, Cotuțiu V-D, Spînu M, Mathe A, Cozma-Petruț A, Miere D, Bolboacă SD, Cozma V. 2023. The Effects of *Coriandrum sativum* L. and *Cucurbita pepo* L. against Gastrointestinal Parasites in Swine: An In Vivo Study. *Microorganisms* **11**:1230. Multidisciplinary Digital Publishing Institute.
- Barbet JL. 2014. Chapter 59 - Ectoparasites of Horses. Pages 495-504.e2 in Sellon DC, Long MT, editors. *Equine Infectious Diseases (Second Edition)*. W.B. Saunders, St. Louis. Available from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9781455708918000592> (accessed March 9, 2024).
- Barger I. 1997. Control by management. *Veterinary Parasitology* **72**:493–506.
- Baštýřová Brutovská A. 2015. Využití homeopatie v chovu koní. Jihočeská univerzita. Available from <https://dspace.jcu.cz/handle/20.500.14390/12919> (accessed April 17, 2024).

- Beg Z, Roohi N, Iqbal Z, Iqbal M, Zulfiqar A. 2022. ROLE OF HERBS AS ANTHELMINTIC IN CONTROLLING PARASCARIASIS IN EQUINES. *The Journal of Animal and Plant Sciences*:2023.
- Brady HA, Nichols WT. 2009. Drug Resistance in Equine Parasites: An Emerging Global Problem. *Journal of Equine Veterinary Science* **29**:285–295.
- Briggs K. 2004, August 1. Drugs for the Deworming War. Available from <https://thehorse.com/16154/drugs-for-the-deworming-war/> (accessed April 13, 2024).
- Buono F, Pacifico L, Piantedosi D, Sgroi G, Neola B, Roncoroni C, Genovese A, Rufrano D, Veneziano V. 2019. Preliminary Observations of the Effect of Garlic on Egg Shedding in Horses Naturally Infected by Intestinal Strongyles. *Journal of Equine Veterinary Science* **72**:79–83.
- Buzatti A, de Paula Santos C, Fernandes MAM, Yoshitani UY, Sprenger LK, dos Santos CD, Molento MB. 2015. *Duddingtonia flagrans* in the control of gastrointestinal nematodes of horses. *Experimental Parasitology* **159**:1–4.
- Céspedes-Gutiérrez E, Aragón DM, Gómez-Álvarez MI, Cubides-Cárdenas JA, Cortés-Rojas DF. 2021. Survival of the nematophagous fungus *Duddingtonia flagrans* to *in vitro* segments of sheep gastrointestinal tract. *Experimental Parasitology* **231**:108172.
- Checkley W et al. 2015. A review of the global burden, novel diagnostics, therapeutics, and vaccine targets for cryptosporidium. *The Lancet Infectious Diseases* **15**:85–94.
- Clayton HM, Duncan JL. 1979. The migration and development of *Parascaris equorum* in the horse. *International Journal for Parasitology* **9**:285–292.
- Colebrook E, Wall R. 2004. Ectoparasites of livestock in Europe and the Mediterranean region. *Veterinary Parasitology* **120**:251–274.
- Dubey JP, Bauer C. 2018. A review of Eimeria infections in horses and other equids. *Veterinary Parasitology* **256**:58–70.

Duncan JL, Arundel JH, Drudge JH, Malczewski A, Slocombe JOD. 1988. World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (W.A.A.V.P.) guidelines for evaluating the efficacy of equine anthelmintics. *Veterinary Parasitology* **30**:57–72.

Dušek J. 2011. Chov koní. Available from <https://katalog.mendelu.cz/records/6b470ba4-9a24-4f48-963d-772a61adca47> (accessed February 27, 2024).

Elghandour MMY, Maggiolino A, Vázquez-Mendoza P, Alvarado-Ramírez ER, Cedillo-Monroy J, De Palo P, Salem AZM. 2023. Moringa oleifera as a Natural Alternative for the Control of Gastrointestinal Parasites in Equines: A Review. *Plants* **12**:1921. Multidisciplinary Digital Publishing Institute.

Engell-Sørensen K, Pall A, Damgaard C, Holmstrup M. 2018. Seasonal variation in the prevalence of equine tapeworms using coprological diagnosis during a seven-year period in Denmark. *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports* **12**:22–25.

Fabricant DS, Farnsworth NR. 2001. The value of plants used in traditional medicine for drug discovery. *Environmental Health Perspectives* **109**:69–75. *Environmental Health Perspectives*.

Faedo M, Larsen M, Dimander SO, Yeates GW, Höglund J, Waller PJ. 2002. Growth of the Fungus *Duddingtonia flagrans* in Soil Surrounding Feces Deposited by Cattle or Sheep Fed the Fungus to Control Nematode Parasites. *Biological Control* **23**:64–70.

Ferraz CM et al. 2019. Combined use of ivermectin, dimethyl sulfoxide, mineral oil and nematophagous fungi to control *Rhabditis* spp. *Veterinary Parasitology* **275**:108924.

Fisher P. 2012. What is Homeopathy An Introduction. *Frontiers in Bioscience* **E4**:1669–1682.

Flota-Burgos GJ, Rosado-Aguilar JA, Rodríguez-Vivas RI, Borges-Argález R, Martínez-Ortiz-de-Montellano C, Gamboa-Angulo M. 2020. Anthelmintic Activity of Extracts and Active Compounds From *Diospyros anisandra* on *Ancylostoma caninum*, *Haemonchus placei* and Cyathostomins. *Frontiers in Veterinary Science* **7**. Frontiers. Available from <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fvets.2020.565103> (accessed April 7, 2024).

Grinberg A, Learmonth J, Kwan E, Pomroy W, Lopez Villalobos N, Gibson I, Widmer G. 2008. Genetic Diversity and Zoonotic Potential of *Cryptosporidium parvum* Causing Foal Diarrhea. *Journal of Clinical Microbiology* **46**:2396–2398. American Society for Microbiology.

Healey K, Lawlor C, Knox MR, Chambers M, Lamb J, Groves P. 2018. Field evaluation of *Duddingtonia flagrans* IAH 1297 for the reduction of worm burden in grazing animals: Pasture larval studies in horses, cattle and goats. *Veterinary Parasitology* **258**:124–132.

Jagła E, Jodkowska E, Popiołek M. 2013. Alternative methods for the control of gastrointestinal parasites in horses with a special focus on nematode predatory fungi: a review / Alternatywne metody kontroli pasożytów przewodu pokarmowego u koni ze szczególnym uwzględnieniem drapieżnych grzybów nicieniobójczych: artykuł przeglądowy. *Annals of Animal Science* **13**:217–227.

Kaplan RM, Denwood MJ, Nielsen MK, Thamsborg SM, Torgerson PR, Gilleard JS, Dobson RJ, Vercruyse J, Levecke B. 2023. World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (W.A.A.V.P.) guideline for diagnosing anthelmintic resistance using the faecal egg count reduction test in ruminants, horses and swine. *Veterinary Parasitology* **318**:109936.

Kooyman FNJ, van Doorn DCK, Geurden T, Mughini-Gras L, Ploeger HW, Wagenaar JA. 2016. Species composition of larvae cultured after anthelmintic treatment indicates reduced moxidectin susceptibility of immature *Cylicocyclus* species in horses. *Veterinary Parasitology* **227**:77–84.

Leone A, Spada A, Battezzati A, Schiraldi A, Aristil J, Bertoli S. 2015. Cultivation, Genetic, Ethnopharmacology, Phytochemistry and Pharmacology of *Moringa oleifera* Leaves: An Overview. *International Journal of Molecular Sciences* **16**:12791–12835. Multidisciplinary Digital Publishing Institute.

Lester HE et al. 2013. Anthelmintic efficacy against cyathostomins in horses in Southern England. *Veterinary Parasitology* **197**:189–196.

Love JW, Kelly LA, Lester HE, Nanjiani I, Taylor MA, Robertson C. 2017. Investigating anthelmintic efficacy against gastrointestinal nematodes in cattle by considering appropriate probability distributions for faecal egg count data. *International Journal for Parasitology: Drugs and Drug Resistance* **7**:71–82.

Maestrini M, Nardoni S, Mancianti F, Mancini S, Perrucci S. 2020. In Vitro Inhibiting Effects of Three Fungal Species on Eggs of Donkey Gastrointestinal Strongyles. *Veterinary Sciences* **7**:53.

Mathie RT, Baitson ES, Hansen L, Elliott MF, Hoare J. 2010. Homeopathic prescribing for chronic conditions in equine veterinary practice in the UK. *The Veterinary Record* **166**:234–238.

MCKENNA PB. 2006. Further comparison of faecal egg count reduction test procedures: sensitivity and specificity. *New Zealand Veterinary Journal* [online]. **54**(6), 365–366. ISSN 0048-0169. Dostupné z: doi:10.1080/00480169.2006.36726

Monteverde V, Rizzo M, Arfuso F, Crinò C, Gaglio G, Pietro SD, Brigug G, Giudice E. 2016. Homeopathic Treatment with a Complex of Cina9 CH and Colo- cynthis CH in Horses Naturally Infected with Intestinal Strongyles **2017**.

Nielsen MK. 2012. Sustainable equine parasite control: Perspectives and research needs. *Veterinary Parasitology* **185**:32–44.

Nielsen MK. 2022. Anthelmintic resistance in equine nematodes: Current status and emerging trends. *International Journal for Parasitology: Drugs and Drug Resistance* **20**:76–88.

- Nielsen MK, Pfister K, von Samson-Himmelstjerna G. 2014. Selective therapy in equine parasite control—Application and limitations. *Veterinary Parasitology* **202**:95–103.
- Nielsen MK, Reinemeyer CR. 2018. *Handbook of Equine Parasite Control*. John Wiley & Sons.
- Ocampo-Gutiérrez AY, Hernández-Velázquez VM, Aguilar-Marcelino L, Cardoso-Taketa A, Zamilpa A, López-Arellano ME, González-Cortázar M, Hernández-Romano J, Reyes-Estebanez M, Mendoza-de Gives P. 2021. Morphological and molecular characterization, predatory behaviour and effect of organic extracts of four nematophagous fungi from Mexico. *Fungal Ecology* **49**:101004.
- Proudman C, Matthews J. 2000. Control of intestinal parasites in horses. *In Practice* **22**:90–97.
- Proudman CJ, Trees AJ. 1999. Tapeworms as a Cause of Intestinal Disease in Horses. *Parasitology Today* **15**:156–159.
- Reinemeyer CR. 2009. Diagnosis and control of anthelmintic-resistant *Parascaris equorum*. *Parasites & Vectors* **2**:S8.
- Reinemeyer CR. 2012a. Anthelmintic resistance in non-strongylid parasites of horses. *Veterinary Parasitology* **185**:9–15.
- Reinemeyer CR. 2012b. Anthelmintic resistance in non-strongylid parasites of horses. *Veterinary Parasitology* **185**:9–15.
- Roháček J, Ševčík J. 2013. Dvoukřídlí (Diptera). Pages 262–283.
- Ryšavý B. 1989. *Základy parazitologie: vysokoškolská učebnice pro studenty přírodovědecké fakulty 1*. Státní pedagogické nakladatelství, Praha.
- Sallé G, Cortet J, Koch C, Gascogne T, Reigner F, Cabaret J. 2016. Ivermectin failure in the control of *Oxyuris equi* in a herd of ponies in France. *Veterinary Parasitology* **229**:73–75.
- Schmidt-Rhaesa A. 2013. *Nematoda*. Walter de Gruyter.

Shalaby HA. 2013. Anthelmintics Resistance; How to Overcome it? Iranian Journal of Parasitology **8**:18–32.

Sharma RL, Dhar T late DN, Raina OK. 1989. Studies on the prevalence and laboratory transmission of fascioliasis in animals in the Kashmir valley. British Veterinary Journal **145**:57–61.

Skotarczak B, Wodecka B, Rymaszewska A, Adamska M. 2016. Molecular evidence for bacterial pathogens in Ixodes ricinus ticks infesting Shetland ponies. Experimental and Applied Acarology **69**:179–189.

Slocombe JOD, Heine J, Barutzki D, Slacek B. 2007. Clinical trials of efficacy of praziquantel horse paste 9% against tapeworms and its safety in horses. Veterinary Parasitology **144**:366–370.

Sobral SA et al. 2019. *Rhabditis* spp., in the Espírito Santo, State of Brazil and evaluation of biological control. Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária **28**:333–337. Colégio Brasileiro de Parasitologia Veterinária.

Studzińska M, Tomczuk K, Sadzikowski A. 2008. Prevalence of Eimeria Leuckarti in young horses and usefulness of some coproscopical methods for its detection. Bulletin of the Veterinary Institute in Pulawy **52**:541–544.

Sundstrom KD, Lineberry MW, Grant AN, Duncan KT, Ientile MM, Little SE. 2021. Equine attachment site preferences and seasonality of common North American ticks: Amblyomma americanum, Dermacentor albipictus, and Ixodes scapularis. Parasites & Vectors **14**:404.

T. Lyons E, C. Tolliver S. 2012. Macrocyclic Lactones for Parasite Control in Equids. Current Pharmaceutical Biotechnology **13**:1070–1077.

Tavela A de O et al. 2013. Coadministration of sodium alginate pellets containing the fungi *Duddingtonia flagrans* and *Monacrosporium thaumasium* on cyathostomin infective larvae after passing through the gastrointestinal tract of horses. Research in Veterinary Science **94**:568–572.

- Tavela A de O, Araújo JV, Braga FR, Silva AR, Carvalho RO, Araujo JM, Ferreira SR, Carvalho GR. 2011. Biological control of cyathostomin (Nematoda: Cyathostominae) with nematophagous fungus *Monacrosporium thaumasium* in tropical southeastern Brazil. *Veterinary Parasitology* **175**:92–96.
- Teglas M, Matern E, Lein S, Foley P, Mahan SM, Foley J. 2005. Ticks and tick-borne disease in Guatemalan cattle and horses. *Veterinary Parasitology* **131**:119–127.
- Vojtková M. 2006, June 27. Výskyt a klinický význam tasemnice *Anoplocephala perfoliata* | Vetweb.cz – veterinární zpravodajství. Available from <https://vetweb.cz/vyskyt-a-klinicky-vyznam-tasemnice-anoplocephala-perfoliata/> (accessed March 8, 2024).
- Volf P, Horák P. 2007. *Paraziti a jejich biologie*. Triton.
- von Samson-Himmelstjerna G. 2012. Anthelmintic resistance in equine parasites – detection, potential clinical relevance and implications for control. *Veterinary Parasitology* **185**:2–8.
- Weese JS. 2014. Infection control and biosecurity in equine disease control. *Equine Veterinary Journal* **46**:654–660.
- Williams CA, Lamprecht ED. 2008. Some commonly fed herbs and other functional foods in equine nutrition: A review. *The Veterinary Journal* **178**:21–31.
- Williamson RMC, Gasser RB, Middleton D, Beveridge I. 1997. The distribution of *Anoplocephala perfoliata* in the intestine of the horse and associated pathological changes. *Veterinary Parasitology* **73**:225–241.
- Wolf D, Hermosilla C, Taubert A. 2014. *Oxyuris equi*: Lack of efficacy in treatment with macrocyclic lactones. *Veterinary Parasitology* **201**:163–168.
- Xiao L. 2010. Molecular epidemiology of cryptosporidiosis: An update. *Experimental Parasitology* **124**:80–89.

Zanet S, Battisti E, Labate F, Oberto F, Ferroglio E. 2021. Reduced Efficacy of Fenbendazole and Pyrantel Pamoate Treatments against Intestinal Nematodes of Stud and Performance Horses. *Veterinary Sciences* **8**:42. Multidisciplinary Digital Publishing Institute.

6 Seznam obrázků

Obrázek 1 Oocyta <i>Eimeria leuckarti</i>	9
Obrázek 2 <i>Anocephala perfolia</i>	11
Obrázek 3 <i>Fasciola hepatica</i>	11
Obrázek 4 Životní cyklus <i>Fasciola hepatica</i>	12
Obrázek 5 Velcí strongylidi – <i>S. vulgaris</i> (a); <i>S. equinus</i> (b); <i>S. edentus</i> (c).....	13
Obrázek 6 <i>Parascaris equorum</i>	15
Obrázek 7 <i>Oxyuris equi</i>	16
Obrázek 8 <i>Ixodes ricinus</i> v srsti.....	17
Obrázek 9 bzikavka dešťová.....	18
Obrázek 10 Všenky v srsti koně	19
Obrázek 11 Zachycení larvy strukturami mycelia <i>Duddingtonia flagrans</i>	24
Obrázek 12 Počet infekčních larev získaných z fekální kultury koní po ošetření <i>Duddingtonia flagrans</i> během 21 dnů.	27
Obrázek 13 Měsíční průměr vajíček na gram výkalů (EPG) skupiny ošetřené nematofágní houbou a kontrolní skupinou	28
Obrázek 14 Měsíční průměr larev nalezených v trusu koní ošetřených houbou a kontrolní skupinou.....	29

7 Seznam tabulek

Tabulka 1 Průměrné hodnoty a procentuální snížení <i>Rhabditis</i> spp. v experimentálních skupinách po 24 od interakce.....	25
--	----