

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra zoologie a rybářství



**Střevní paraziti ovce domácí (*Ovis aries*)
a jejich epidemiologie**

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Monika Vachalovská

Vedoucí práce: doc. Ing. Ivana Jankovská, Ph.D.

© 2015 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Střevní paraziti ovce domácí (*Ovis aries*) a jejich epidemiologie" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne: 10. 4. 2015

podpis autora práce

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala především doc. Ing. Ivaně Jankovské, Ph.D. za její odborné vedení a cenné rady při zpracování této práce.

Střevní paraziti ovce domácí (*Ovis aries*) a jejich epidemiologie

Souhrn

Cílem této práce bylo zmapovat výskyt infekčních stádií gastrointestinálních hlístic parazitujících u ovcí na pastvině a v podestýlce během jednotlivých měsíců v roce. Pokus byl prováděn u ovcí (plemene Charollais, Suffolk a jejich potomků, tedy kříženců) chovaných v Demonstrační a experimentální stáji ČZU. Odběr materiálu byl prováděn 1x za měsíc od května 2013 do června 2014, přičemž vzorky pastevní trávy byly odebírány od května 2013 a vzorky podestýlky od července 2013. Po odebrání byla tráva i podestýlka rychle dopravena do laboratoře, kde byla vždy zvážena a ihned naložena do Baermannova aparátu pro získání larev přítomných na pastvině a v podestýlce. Druhý den (po 24 hodinách) byly larvy hlístic, které mezitím migrovaly do vody, stočeny a prohlíženy pod mikroskopem. Ovce byly v únoru 2014 odčerveny přípravkem Cydectin 0,1 %, jehož účinná látka je moxidectin.

Během mikroskopování byly nalezeny tyto rody infekčních larev (třetího vývojového stádia L3) hlístic: *Trichostrongylus*, *Haemonchus*, *Oesophagostomum* a *Teladorsagia*. Zjištěná data byla následně graficky a statisticky vyhodnocena. Hypotéza této práce, že počty infekčních larev ve vnějším prostředí se během roku mění, byla potvrzena, neboť získanými výsledky bylo doloženo, že počty infekčních larev hlístic se ve vnějším prostředí během roku skutečně mění.

V rámci statistického vyhodnocení získaných výsledků bylo zjištěno několik skutečností: 1) Aritmetické průměry hodnot počtů infekčních larev (L3) hlístic jednotlivých rodů v trávě a podestýlce se zásadně liší. 2) Původní hypotéza, že počty larev ve vnějším prostředí se během roku mění, byla potvrzena statistickým šetřením. 3) Ukázalo se, že použití přípravku Cydectin 0,1 % s účinnou látkou moxidectin přineslo snížení počtu infekčních larev (L3) hlístic. 4) Ukázaly se obrovské odchylky od průměrných hodnot, a to jak při odběrech trávy, tak podestýlky. I přes tyto odchylky však po odčervení došlo k významnému poklesu objemů infekčních larev (L3) hlístic v pastevní trávě a podestýlce.

Klíčová slova: ovce, hlístice, infekční, larvy, epidemiologie

Intestinal parasites in sheep (*Ovis aries*) and their epidemiology

Summary

The aim of this study was to explore the incidence of infectious stages of gastrointestinal parasitic nematodes in sheep in the pasture and in the bedding during each month of the year. The experiment was conducted in sheep (breed Charollais, Suffolk and their descendants, thus crosses) kept in Demonstration and experimental barn ČZU. Collection of materials was conducted 1x per month from May 2013 to June 2014, with pasture grass samples were collected from May 2013 and bedding samples from July 2013. After removing the grass and bedding was quickly transported to the laboratory, where it was always weighed and immediately loaded into Baermann apparatus for obtaining larvae present in the pasture and in the bedding. The next day (after 24 hours) were nematode larvae, which had meanwhile migrated into water, decant, and viewed under a microscope. The sheep were in February 2014 deworming by Cydectin 0,1 %, the active substance is moxidectin.

During microscopy were found these genera infective larvae (the third development stage L3) nematode: *Trichostrongylus*, *Haemonchus*, *Oesophagostomum* and *Teladorsagia*. The observed data were graphically and statistically analyzed. The hypothesis of this thesis that the numbers of infective larvae in the external environment changes during a year, was confirmed as the obtained results were documented that the numbers of infective larvae of nematodes in the external environment during the year really changing.

Within the statistical evaluation of the results was identified several facts: 1) The arithmetic mean of the numbers of infective larvae (L3) nematode of the each genera in grass and bedding are fundamentally different. 2) The initial hypothesis that the numbers of larvae in the external environment changes during a year, was confirmed by statistical survey. 3) It appeared that the use of Cydectin 0,1 % with active substance moxidectin, will reduce the numbers of infectious larvae (L3) nematode. 4) It was shown a huge divergences from average values for both materials, grass and bedding. Despite these divergences was after deworming observed a significant decrease in volumes infective larvae (L3) nematodes in grazing grass and bedding.

Keywords: sheep, nematodes, infectious, larvae, epidemiology

Obsah

1	Úvod.....	1
2	Vědecká hypotéza a cíle práce.....	2
3	Literární rešerše	3
3.1	Paraziti obecně	3
3.2	Paraziti ovčí obecně	3
4	Vybrané střevní hlístice parazitující u ovčí	6
4.1	Boj proti parazitům	14
4.1.1	Anthelmintika	16
4.1.2	Rostlinné extrakty	21
4.1.3	Rezistence na anthelmintika	26
4.2	Výživa a paraziti	28
4.2.1	Sacharidy	29
4.2.2	Bílkoviny a tuky.....	31
4.2.3	Neorganické sloučeniny.....	33
4.2.4	Půst.....	34
4.3	Ovce	34
4.3.1	Plemeno Charollais	35
4.3.2	Plemeno Suffolk	36
4.3.3	Křížení	36
5	Materiál a metody	37
5.1	Původ vyšetřované trávy a podestýlky.....	37
5.2	Harmonogram pokusu	37
5.3	Baermannova larvoskopická metoda – postup.....	37
5.4	Odčervení ovčí	40
5.5	Statistické metody	41
6	Výsledky	43
6.1	Statistické vyhodnocení	49
6.1.1	Závěr statistického vyhodnocení	54
7	Diskuze	55
8	Závěr	59
9	Seznam literatury	60
10	Seznam obrázků, tabulek a grafů	73
	Samostatné přílohy	77

Seznam příloh

Příloha č. 1: Abecedně řazený seznam druhů v práci citovaných s autorem a rokem popisu daného druhu

1 Úvod

Gastrointestinální trakt (GI) není pouze orgánem pro trávení, vstřebávání a vylučování, ale je také místem s výskytem mnoha parazitických organismů. U malých přežvýkavců vystupují gastrointestinální hlístice jako jeden z hlavních zdravotních problémů zodpovědných za zvýšené ekonomické ztráty v chovu ovcí po celém světě. Infekce gastrointestinálními hlísticemi mohou negativně ovlivnit zdraví a celkovou produktivitu infikovaných zvířat. U malých přežvýkavců dokonce mohou být hlavní příčinou ekonomických ztrát. Společnými příznaky infekce gastrointestinálními hlísticemi jsou: průjem, vyhublost a anémie.

Hlístice představují jednu z nejpočetnějších a nejrozšířenějších skupin živočichů. Dosud bylo popsáno téměř 20 tisíc druhů parazitujících v obratlovcích. Mnoho dalších druhů žije volným způsobem života nebo jako paraziti bezobratlých a rostlin.

Helmintózy probíhají těžce při neplnohodnotné výživě, zejména při karenci vitamínů, dále při náhlém přechodu ze suchého na čerstvé krmivo nebo naopak při náhlém přechodu z čerstvého krmiva na suché krmivo, při graviditě a po porodu, při prevozech zvířat na velké vzdálenosti a podobně. Helmintózy také způsobují zpomalení růstu mláďat a jsou příčinou jejich zakrnělosti. Při silnější intenzitě a bez léčby je prognóza helmintóz nepříznivá.

V prevenci helmintóz má největší význam terapeutická a profylaktická dehelmintizace, střídání pastvin, plnohodnotná výživa, čistota ustajovacích prostor, fyzikální dezinfekce ustajovacích prostor teplem, ničení mezihostitelů, sterilizace, respektive zpracování orgánů v kafilérii. Rovněž pravidelné vyšetřování zvířat, u kterých se vyskytují helmintózy, alespoň dvakrát ročně. Po skončení pastvy by se zvířata měla vždy vyšetřit na přítomnost zárodků helmintů, aby se během zimního ustájení mohla léčit.

2 Vědecká hypotéza a cíle práce

Cíl:

Cílem práce bylo zmapovat výskyt infekčních stádií (gastrointestinálních hlístic parazitujících u ovcí) na pastvině a v podestýlce během jednotlivých měsíců v roce.

Hypotéza:

Počty infekčních larev ve vnějším prostředí se během roku mění.

3 Literární rešerše

3.1 Paraziti obecně

Ačkoli každý tuší, co to je parazit, definice tohoto pojmu zdaleka není jednoduchá. Žádná definice totiž nepostihuje šíři parazitického života dokonale. Nejrozšířenějším názorem v současnosti je, že parazit je organismus získávající živiny z jednoho či několika málo hostitelů, kterým obvykle škodí, ale nemusí je zabít (Volf a kol., 2007).

Organismy nežijí v přírodě nikdy osamoceně, ale žijí společně s dalšími. Podle toho, zda soužití přináší účastníkům škodu či prospěch se rozlišují různé formy soužití. Parazitismus je jedním typem tohoto soužití a je jednou z nejvíce rozšířených životních strategií organismů. Jedná se o vztah mezi organismy, při kterém jeden z těchto organismů má z tohoto soužití prospěch a druhý škodu (Volf a kol., 2007). Je to tedy složitý vzájemný antagonistický vztah dvou organismů (Jurášek a kol. 1993). Parazitismus (cizopasnictví) je biologický jev, který nelze chápat jako nějakou výjimečnou nebo náhodnou formu života, ale musí být chápán jako jev, jenž je logickým důsledkem působení širokého komplexu různých činitelů ve vývoji živočichů a jejich vzájemných vztahů a jako jev mající v živočišné říši důležitou úlohu faktoru pomáhajícího za normálních podmínek udržovat v ekosystémech ekologickou rovnováhu. Patří mezi nejsložitější úrovně vzájemných vztahů dvou organismů (Ryšavý a kol, 1989).

Helminti jsou různorodou skupinou živočichů. Termín helminti je souhrnným označením pro nepříbuzné, ale pro praktické účely některých vědních disciplín sdružované skupiny organismů. Tradičně jsou mezi helminty zahrnováni zástupci neodermátních platyhelmintů (motolice – Trematoda, tasemnice – Cestoda a jednorodí – Monogenea), hlístice (Nematoda) a vrtejší (Acanthocephala). U všech těchto skupin se jedná o bilaterálně souměrné živočichy. Význam helmintů jako patogenů člověka i zvířat je nesporný, o čemž svědčí odhady počtu infikovaných organismů (Volf a kol., 2007).

3.2 Paraziti ovcí obecně

Nejpodstatnějšími endoparazitologickými nálezy v chovech ČR jsou nálezy plicní, střevní a slezové červivosti, motolic a tasemnic (Horák a kol., 2012).

Střevní červivost má v chovech ovcí v ČR zásadní význam. Jejimi původci jsou zejména hlístice rodu *Haemonchus* (vlasovka slezová – *Haemonchus contortus*), *Ostertagia*

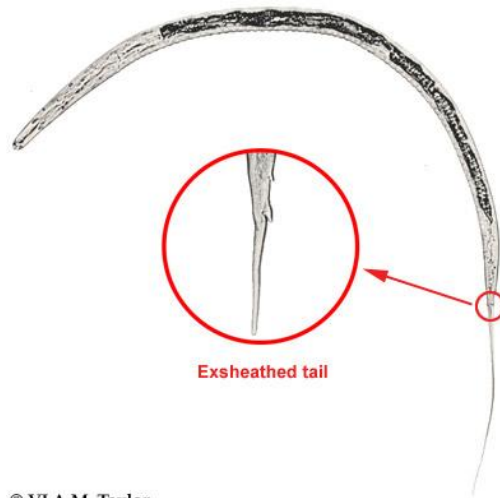
(*Ostertagia circumcincta*) – parazitující ve slezu; dále *Trichostrongylus* (*Trichostrongylus vitrinus*, *T. colubriformis*), *Nematodirus* (*Nematodirus battus*, vlasovka růžová – *N. filicollis*) a *Bunostomum* (měchovec přežvýkavcový – *Bunostomum trigonocephalum*) – nalézané v tenkém střevě, *Chabertia* (zubovka ovčí – *Chabertia ovina*), *Oesophagostomum* (zubovka jelení – *Oesophagostomum columbianum*), *Trichuris* (tenkohlavec ovčí – *Trichuris ovis*), parazitující v tlustém a slepém střevě ovcí. Jejich délka je 1 – 5 cm. Mají vláskovitý nebo nitkovitý tvar. Jejich vajíčka odcházejí trusem ven z těla zvířete a následně se z nich líhnou larvy schopné pohybu ve vnějším prostředí. Tyto larvy jsou poté spásány dalšími zvířaty. Vývoj tedy probíhá bez mezihostitelů (Horák a kol., 2012).

Má-li se hlístice dostat do nového prostředí, např. do střeva obratlovce, musí se vypořádat se zvláštními podmínkami tohoto prostředí. Jsou to především tyto podmínky:

1. Velmi malé množství nebo žádný kyslík pro dýchání.
2. Přítomnost enzymů, které jsou schopné štěpit bílkoviny a aminokyseliny a které ohrožují všechny živé organismy přicházející bez adaptace do střeva.
3. Stálá, poměrně vysoká teplota kolem 37 °C.
4. Zvláštní osmotické podmínky a řada dalších faktorů (Ryšavý a kol., 1989).

Nejpodstatnější parazitózou způsobovanou střevními červy je nematodiróza, která nejčastěji postihuje jehňata ve věku 6 – 10 týdnů (Horák a kol., 2012). Onemocnění vyvolávají: vlasovka růžová (*Nematodirus filicollis*), *N. spathiger*, což jsou parazité ovcí a koz a parazit ovcí *N. battus*. Samci měří 10 – 15 mm, samice dosahují délky 15 – 23 mm. Mají malý ústní otvor a tegument, který je okolo něho rozšířen, vytváří vezikulu. Nitkovité spikuly jsou dlouhé 0,7 – 1,21 mm a navzájem jsou spojené membránou. Gubernákulum chybí. Jsou lokalizováni v tenkém střevě. Jejich rozšíření je kosmopolitní (Jurášek a kol. 1993). Vývoj na infekční stadium larev (tedy na larvu třetího vývojového stadia L3) probíhá plně ve vajíčku, jenž je vysoce rezistentní vůči vysušení a nízkým teplotám. Výsledkem této rezistence může být přežívání larev na pastvinách až po dobu 1 roku. K dalšímu vývoji je zpravidla nutná delší doba nízkých teplot, na které navazuje zvyšování teplot na 10 °C. Uvedené teploty stimulují larvy L3 (viz obr. č. 1) k opuštění vajíčka a invadují jehňata po ztrátě jejich kolostrální imunity získané od bahnic. K největší vlně invazí dochází v našich podmínkách v období května až června, ale invaze jsou běžné i u starších jehňat a to v období pozdního léta a podzimu. Ke klinickým příznakům patří náhlý vznik akutního zánětu střev s profuzním průjmem, rychlou dehydratací a se ztrátou chuti.

Pokud jehňata nejsou léčena, hynou během 2 – 3 dnů. U jehňat, která invazi přežijí, se vyvine postinvazní imunita (Horák a kol., 2012).



© VLA M. Taylor

Obr. č. 1: Infekční larva (L3) hlístice rodu *Nematodirus* (převzato z: <<http://www.rvc.ac.uk/Review/Parasitology/RuminantL3/Nematodirus.htm>>)

K příznakům a následkům ostatní střevní červivosti patří výrazná ztráta užitkovosti a především průjmy, náhlé hubnutí, křeče a častý úhyn (Horák a kol., 2012).

Sekundárním důsledkem invazí je porušení střevní bariéry a rozvoj sekundárních bakteriálních infekcí, především enterotoxemie ovcí, která je způsobena bakterií *Clostridium perfringens*, typ C a D. Enterotoxemie je v našich podmínkách v současnosti největším zabijákem jehňat starých 2 – 9 měsíců a neexistuje na ni žádná účinná a efektivní léčba. Obě onemocnění mohou probíhat u ovcí současně. K léčbě se používají benzimidazolové nebo ivermektinové přípravky (Horák a kol., 2012).

4 Vybrané střevní hlístice parazitující u ovcí

Kmen hlístice (Nematoda) je jednou z nejpočetnějších a nejrozšířenějších skupin živočichů, jejich dospělci parazitující v obratlovcích jsou nejčastěji lokalizováni v trávicím traktu, ale i v dalších orgánových soustavách, zejména krevním a lymfatickém oběhu, nervové soustavě, urogenitálním traktu, dýchací soustavě, tělních dutinách, kůži atd. (Volf a kol., 2007). Jedná se o morfologicky i biologicky různorodou skupinu helmintů (Ryšavý a kol., 1989). U některých skupin se vyskytuje střídání volně žijících a parazitických generací (Volf a kol., 2007).

Hlístice se dají nalézt ve velkém množství v půdě, mnoho druhů i v bentosu vod sladkých i slaných. Díky predispozici skupiny se však vyvinula i řada fytoparazitických a zooparazitických forem. Adaptabilita se stala zásadním rysem hlístic. Dosahují velikosti převážně kolem 1 – 7 mm, ale i několika desítek cm (Smrž, 2013). Tělo je protáhlé, většinou válcovité nebo nitčové, jiného tvaru vzácně. Barva jejich těla může být bělavá, nažloutlá, hnědožlutá až červená u druhů, které se živí krví hostitele. Tělo hlístic má 3 základní části. Přední hlavovou, která nese orgány k přijímání potravy a receptorické orgány, tato část má nejvyšší pohyblivost a zajišťuje orientaci v prostředí. Ve střední části se nacházejí orgány zažívací soustavy, pohlavní orgány a jejich vývody spolu s osmoticko – regulačním aparátem. Ve třetí zadní (kaudální) části těla vyúsťují pohlavní orgány samečků a střevo (Ryšavý a kol., 1989). Na povrchu těla epidermis vylučuje několikvrstevnou kutikulu. Nejsvrchnější vrstva má lipoidní a karbohydrátovou povahu, pod ní ležící vrstvu pak tvoří proteiny kolagenového charakteru. Kutikula představuje nebuněčnou vrstvu, která s jedincem neroste. Tedy pokud jedinec dosáhne určité velikosti, musí kutikulu před dalším vývojem svléknout. Pokožka (epidermis) se skládá z buněk či ze syncytia a vytváří 4 podélné lišty. Muskulaturu tvoří jen vrstva podélných svalů. Hlístice tudíž nemohou měnit průměr těla, tedy u nich neexistuje peristaltický pohyb, ale pohybují se pouze prohýbáním těla, které lze nazvat jakýmsi „mrskáním“. Proto potřebují v prostředí, kde se pohybují tekutinu a nejsou schopny se pohybovat na souši. Dutina tělní se vyvinula z prvotní tělní dutiny – blastocoelu – pouhým přerůstáním, je s ním tedy homologická. Je vyplněná tekutinou a nenajdeme zde buněčnou výstelku jako u coelomu. Ovšem zmíněná tekutina svým tlakem, turgorem, představuje určité zpevnění těla, tzv. hydroskelet (Smrž, 2013).

Ústní dutina je přizpůsobena k přijímání daného typu potravy. Na jejím počátku mohou být různě pohyblivé útvary zvané pysky (labia), někdy ozubené. Samotná dutina bývá různého tvaru i velikosti. U některých skupin tvoří mohutnou kapsulu, na jejímž dně mohou být zuby nebo lišty. Za ústní dutinou následuje hltan – farynx, tedy jakási svalnatá pumpa zajišťující příjem potravy (Volf a kol., 2007). Jeho morfologie může být významným identifikačním znakem, protože právě hltan představuje určitou charakteristiku pro různé potravní skupiny. Dále navazuje další část – střevo – tenkostěnná trubice složená z buněk sekrečních i resorpčních, bez význačnější svaloviny. Na konci těla ústí konečníkem (rectem). Nenalezneme u nich žádnou separovanou žlázu sekretující trávicí enzymy (Smrž, 2013). U samic ústí střevo do análního otvoru, u samců vyúsťuje spolu s pohlavní soustavou do kloaky (Volf a kol., 2007).

Metabolity jsou vylučovány zcela unikátní soustavou 2 jednobuněčných laterálních lišt uložených mezi již zmíněnými pokožkovými lištami po stranách těla. Mají intracelulární kanálek, do kterého je osmoticky nasávána tělní tekutina spolu s metabolity – primární moč. Z ní pak oba kanálky resorbují vodu spolu s látkami potřebnými pro tělo a spojují se v nepárový vývod vycházející přibližně v přední třetině těla ven. Ve vývoji se ovšem exkretční soustava zakládá zprvu jako dvě kyjovité buňky, jenž tekutinu nasávají osmoticky a sekundární moč pak vylučují z těla. K nim posléze přistupují zmíněné lišty a u některých druhů poté fungují společně. U nejdvozenějších hlístic pak kyjovité buňky mizejí úplně a zůstávají jen 2 lišty (Smrž, 2013).

Dýchací soustava nemá při tenkosti těla opodstatnění. U některých, zejména parazitických skupin se vyselektovala značná tolerance k anaerobnímu prostředí (podobně jako u motolic nebo tasemnic). Cévní systém nemůže být vyvinut bez existence coelomu. Tělní tekutina sice v dutině přenáší různé látky, ale jedná se ve smyslu oběhovém o systém velmi neefektivní (Smrž, 2013).

Nervová soustava je tvořena hltanovým prstencem, z něhož směrem dopředu vybíhají nervové větve, které jsou asociovány s hlavovými mechanosenzorickými a chemosenzorickými papilami – amfidy (Volf a kol., 2007). Z tohoto prstence do těla vybíhají podélné provazce bez tělních ganglií (Smrž, 2013). V některých částech těla jsou vytvořena periferní ganglia (Volf a kol., 2007).

Hlístice jsou odděleného pohlaví – gonochoristi. Samečci jsou zpravidla menší než samičky (Ryšavý a kol., 1989). Samci nedosahují rozměrů samic, jejich tělo vzadu přechází v tenký vláknitý výběžek nebo tato část může být stočená do tvaru písmene C. Samci se uchycují v samičím pohlavním otvoru při kopulaci jedním nebo dvěma drápkovitými

orgány, tzv. spiculi. U jiných skupin se tělo samců vzadu rozšiřuje v jakýsi ploutvičkovitý orgán nazývaný bursa copulatrix. Ten poté tělo samice obaluje v místě gonoporu a fixuje tak samce při kopulaci (Smrž, 2013). Kopulační burza (bursa copulatrix) je tvořena dvěma postranními a jedním hřbetním lalokem, které jsou vyztužené kutikulárními žebry (Ryšavý a kol., 1989). Utváření a rozložení kopulační burzy a žeber je pokládáno za důležitý taxonomický znak (Volf a kol., 2007). Výrazné odlišení samců představuje i vyústění jejich pohlavních cest na konci těla do kloaky či atria, spolu s rectem. U samic vyúsťuje pohlavní systém zhruba v přední polovině až třetině těla a zmíněné morfologické útvary u nich chybějí. Vnitřní, relativně jednoduché gonády mají u obou pohlaví podobnou stavbu, a to na sebe navazující trubice různého zvětšujícího se průměru. U samců začínají velice tenkým, nitkovitým varletem (testis), pak pokračuje chámovod (vas deferens) a ten nakonec přechází v chámomet neboli ductus ejaculatorius (Smrž, 2013). U samic lze nalézt jeden nebo dva trubicovité vaječníky (ovaria), zřídka i více. Na každé ovarium navazuje vejcovod (oviduct), trubicovitá děloha (uterus) a krátká vagina, která je společná pro všechny větve dělohy. Samičí vývod je často tvořen ventrálně uloženou svalnatou vulvou. Její umístění na těle bývá znakem taxonomickým. Oocyty putují z ovarii do dělohy, k jejich oplození spermii, ale zpravidla dochází již dříve ve vejcovodu. Vnější vícevrstevné vaječné obaly vznikají v děloze. Vajíčka hlístic jsou různorodá tvarově i velikostně, většinou oválného nebo kulovitěho tvaru. Jejich povrch může být různě strukturovaný, popř. mohou mít zátky či víčka na pólech. Oviparie je běžná, některé druhy jsou ovoviviparní nebo viviparní (Volf a kol., 2007).

Vývoj parazitických hlístic může být monoxenní, přímý – geohelmini nebo heterogenní, který zahrnuje mezihostitele – biohelmini (Volf a kol., 2007).

Mnoho druhů hlístic má minimální schopnost regenerace, protože se jejich tělo skládá z určitého neměnného počtu buněk (eutelie) a prochází tzv. determinovaným vývojem. Naproti tomu hlístice snášejí i extrémní podmínky prostředí v klidovém stavu na hranici anabiózy (Smrž, 2013).

Třída Secernentea – do této třídy patří hlístice, jejichž charakteristickým znakem je přítomnost párových chemoreceptorů – fazmid na zadním konci těla. Proto se tato skupina dříve nazývala Phasmida (Volf a kol., 2007).

Řád měchovci (Strongylida) je zastoupen parazity teplokrevných obratlovců, plazů a obojživelníků. Jeho zástupci jsou charakterističtí tím, že samci mají na kaudálním konci dobře vyvinutou kopulační burzu. Hltan je typu filariformního. Jsou to geohelmini

i biohelminti. Většina zástupců má tkáňovou fázi vývoje v definitivním hostiteli (Volf a kol., 2007).

Do řádu měchovci (Strongylida) patří např. hlístice *Teladorsagia circumcincta*, která je lokalizována v žaludku. Samci této hlístice jsou dlouzí 7 – 10 mm. Samice dosahují délky 9 – 12 mm. Tyto hlístice narušují fyziologii trávení v žaludku. Na sliznici žaludku jsou viditelné změny. Zvyšuje se pH v žaludku a tím dochází k vysokému výskytu bakterií. Tyto bakterie poté způsobují průjmy. Vysoké pH snižuje také účinek pepsinu, což výrazně omezuje trávení bílkovin. Zvířata hubnou, trpí nechutenstvím, jsou apatická a ve špatné kondici. Onemocnění je nejvíce nebezpečné u mladých zvířat. Diagnostika se provádí vyšetřováním výkalů, koprokulturou a průkazem infekčních larev. Hlístice *T. circumcincta* je celosvětově rozšířena (Clutton – Brock et Pemberton, 2004).

Nadčeled' Trichostrongyloidea je největší skupinou v rámci řádu. Jejich ústní kapsula, pysky a corona radiata jsou silně redukovány nebo nejsou přítomny vůbec. U samců je kopulační burza dobře vyvinuta. Většinou parazitují v trávicím traktu, hlavně v žaludku a tenkém střevě u všech skupin terestrických živočichů, a to zejména u savců, podstatně méně u ptáků, plazů a obojživelníků. Jsou to geohelminti. Larvy žijí část života ve vnějším prostředí. Infekční larvy 3. vývojového stadia (L3) si ponechávají kutikulu předchozího stadia a k jejímu svlékání dochází až v definitivním hostiteli. K infekci může dojít perorálně, někdy s tkáňovou fází vývoje v submukóze žaludku nebo střeva, nebo perkutánně s fází larva migrans visceralis a s hematogenní migrací (Volf a kol., 2007).

Někteří zástupci především rodu vlasovka (*Trichostrongylus*) mají schopnost hypobiózy, což znamená, že L3 pozastaví svůj vývoj v submukóze střeva, kde dochází k synchronizaci jejich zrání, a další vývoj je spuštěn porodem, laktací či změnou vnějších podmínek (prudký jarní vzestup produkce vajíček parazita). Pravděpodobně může být hypobióza vyvolána i tzv. „crowding“ efektem (z angl. přeplnění), kdy hypobiotické larvy v submukóze pokračují ve vývoji a vracejí se do střeva, až kdy poklesne populační hustota dospělých parazitů ve střevě hostitele (Volf a kol., 2007).

Čeled' Trichostrongylidae jsou významní paraziti domácích i divokých přežvýkavců, zajícovců, hlodavců, ptáků aj. Mohou způsobovat vážné hospodářské škody (Volf a kol., 2007). Trichostrongylózy jsou charakterizované katarální až hemoragickou enteritidou. Onemocnění vyvolává např. *Trichostrongylus colubriformis* a *Trichostrongylus capricola*. Jsou to vláskovité nematody. Samci měří 2,5 – 6,0 mm a samice 3,5 – 8,0 mm. Ústní otvor je velmi úzký a je obklopen třemi malými ústními otvory. Gubernákulum je přítomné. Nalezneme je na sliznici žaludku, dvanáctníku a lačnicku. Jejich vajíčka jsou z těla do vnějšího

prostředí vylučována ve fekáliích. Ve vnějším prostředí za optimálních podmínek (vlhkost a teplota) se larvy vývojového stadia L1 líhnou v průběhu 18 – 19 hodin. Po dvou týdnech se stávají infekčními larvami L3 (viz obr. č. 2). Larvy L3 migrují vertikálně i horizontálně po trávě i jiných substrátech. Zvířata se nakazí orální cestou. Po nákaze se larvy v těle hostitele 2x svlékají. Vajíčka a infekční larvy L3 jsou velmi odolné vůči chladu i vyschnutí. V zimě přežívají na pastvině a na jaře vyvolávají klinicky probíhající onemocnění. Ve vlhkém létě a podzimu se infekční larvy kumulují na pastvině. Podle výsledků z roku 1992 se *Trichostrongylus* spp. vyskytuje téměř ve 100 % ve 34 zkoumaných chovech ovcí na Slovensku a je dominantním druhem gastrointestinálních nematod ovcí s více než 40 % zastoupením (Jurášek a kol. 1993).

V suchých oblastech (Austrálie) larvy L3 zůstávají životaschopné i po vyschnutí. Po přijetí per os se uvnitř organismu hostitele rychle aktivují. Tyto vlastnosti umožňují rozšíření jejich zástupců do různých klimatických oblastí (Jurášek a kol. 1993).

Všeobecná diagnostika probíhá vyšetřením fekálií flotačními koncentračními metodami. Pro určení rodu je potřebné založit koprokulturu a určit infekční larvy L3 na základě jejich ocasového zakončení. Diagnostika trichostrongylózy probíhá pitvou, nález velmi tenkých a průsvitných nematod je obtížný a vyžaduje velmi důkladnou helmintologickou pitvu (Jurášek a kol. 1993).

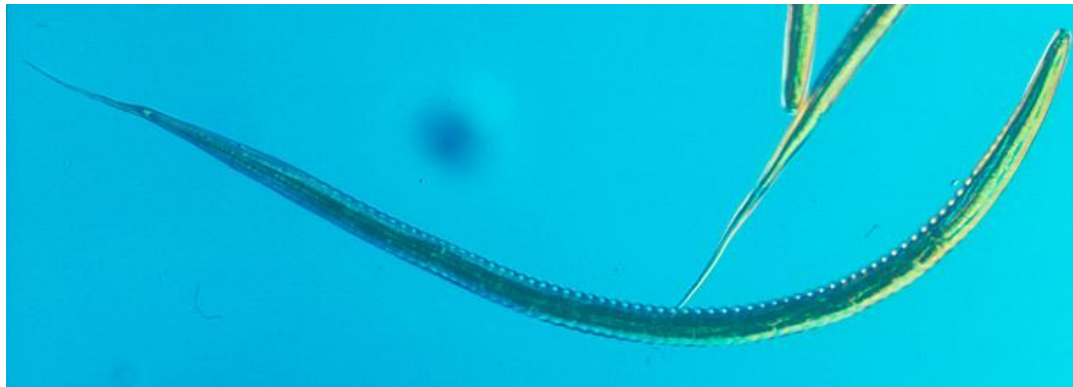
Zástupce čeledi Trichostrongylidae druh *Trichostrongylus colubriformis* je kosmopolitním parazitem tenkého střeva skotu a jiných přežvýkavců, přenosným i na králíky. Při silných infekcích dochází u hostitelů k zánětům střeva nebo slezu, těžkým trávicím poruchám, průjmům, anemickým stavům až úhynům (Volf a kol., 2007). Jedná se o geohelmintha (Ryšavý a kol., 1989).



Obr. č. 2: Infekční larva (L3) hlístice rodu *Trichostrongylus* (převzato z: <<http://www.rvc.ac.uk/Review/Parasitology/images/L3ID/large/T.-colub.jpg>>)

Podobné projevy onemocnění u domácích přežvýkavců způsobují i další druhy této a příbuzných čeledí např. rody *Ostertagia*, *Cooperia*, *Haemonchus*, *Teladorsagia*, *Nematodirus* a další (Volf a kol., 2007).

Do čeledi Trichostrongylidae je řazena i vlasovka drobná (*Cooperia curticei*) měřící okolo 10 mm. Tato hlístice je cizopasníkem tenkého střeva a slezu přežvýkavců (Ryšavý a kol., 1989). Vlasovka drobná (*C. curticei*) je spolu s *C. oncophora* parazitem ovcí a koz vyvolávajícím onemocnění zvané kuperióza. Jsou to relativně malí červi načervenalé barvy. Samci měří 4,5 – 5,4 mm a samice 5,7 – 7,5 mm. Hlavové zakončení je tenké s málo výraznými ústy. Gubernákulum chybí. Parazitují ve sliznici tenkého střeva, ve slezu zřídka. Vývin je přímý podobně jako u ostatních rodů této čeledi. Po přijetí infekční larvy (viz obr. č. 3) per os se larvy zavrtávají do sliznice střeva, kde proběhne 3. svlékání. V 5. – 6. dnu po nakažení se již většina larev nachází v lumenu střeva, kde se svlékají. Epizootologie je podobná jako při ostertagióze. Larvy hlístice vytvářejí ve stěně tenkého střeva uzlíky, které se mohou přeměnit na vředy až abscesy. Časté jsou průjmy, ztráta hmotnosti a otoky mezisaničí. Diagnostika je stejná jako u ostatních příbuzných druhů (Jurášek a kol. 1993).



Obr. č.: 3 Infekční larva (L3) hlístice rodu *Cooperia* (převzato z: <<http://www.rvc.ac.uk/Review/Parasitology/images/L3ID/large/Cooperia-oncophora-L3.jpg>>)

Hemonchóza je onemocnění hovězího dobytka, ovcí, koz a jiných volně žijících přežvýkavců. Je vyvolávána např. vlasovkou slezovou (*Haemonchus contortus*), která je dalším zástupcem čeledi Trichostrongylidae. Všechny druhy vlasovky slezové (*H. contortus*) parazitují ve slezu. Samci jsou dlouzí 10 – 20 mm a samice 18 – 30 mm. Jsou hnědočervené barvy. V rudimentální ústní kapsle je přítomen jeden kyjovitý zub. Kopulační burza samců je dobře vyvinutá. Ve vajíčkách se za příznivých podmínek venkovního prostředí vyvíjejí

larvy L1, které se líhnou v průběhu 14 až 17 hodin. Larvy se 2x svlékají a infekčního stadia L3 (viz obr. č. 4) dosahují již 3. až 4. den. Při nižších teplotách, ale vývin trvá týdny až měsíce. Hostitelé se nakazí orální cestou (krmivem, vodou). Při 3. a 4. svlékání larvy těsně přiléhají na žlázy sliznice slezu. Po posledním svlékání se vyvíjí zub, který jim umožňuje získávat krev z cév sliznice. Pohlavně zralé nematody se na sliznici volně pohybují a při sání krve se přichycují. Vývin larev do infekčního stadia závisí na vnějším prostředí a při teplotě pod 9 °C a nad 40 °C se přestávají vyvíjet. Oproti neinfekčním larvám, které v suchém prostředí a při náhlých výkyvech teploty rychle odumírají, jsou infekční larvy L3 velmi odolné vůči nepříznivým podmínkám prostředí. V zaschnutém stavu vydrží rok a ve vlhkém prostředí dokáží po dlouhou dobu snášet teplotu až 50 °C. Infekční larvy intenzivně migrují na vlhkou trávu a zvířata se nakazí zejm. při pasení za rosy a po dešti. Nejvážnější jsou jehňata a ovce do 2 let. Ve vlhkých oblastech Evropy a Kanady způsobuje hemonchóza vážné škody. Především ovce trpí na jaře, když je ukončen vývin hypobiotických larev z podzimní nákazy. Hemonchóza je limitující v chovech ovcí subtropických a tropických oblastí, kde je často příčinou hromadného úhynu. Patogenní jsou už i larvy 4. stadia a dospělí červi, kteří sají krev. Průměrná ztráta krve je odhadována na 0,05 ml na parazita a den. Chronická hemonchóza se projevuje hubnutím a výraznými změnami v počtu erytrocytů. 6. až 12. den po nakažení se ve výkalech může objevit krev. Diagnostika se provádí ovoskopií stejně jako u *Trichostrongylus* spp. Pitvou se zjišťují červi ve slezu s četnými krváceninami sliznice slezu a změny v dřeni dlouhých kostí (Jurášek a kol. 1993).



Obr. č. 4: Infekční larva (L3) hlístice rodu *Haemonchus* (převzato z: <http://www.rvc.ac.uk/Review/Parasitology/images/L3ID/large/Haemonchus_contortus_L3.jpg>)

Čeled' Chabertiidae jsou středně velcí strongylidi vyskytující se ve střevě zejména u přežvýkavců, hlodavců a primátů (Volf a kol., 2007). Mají krátkou cylindrickou

či prstencovitou ústní kapsulu (Jurášek a kol. 1993). V tenkostěnných vajíčkách, která odcházejí s trusem, se vyvíjejí L1, které se líhnou během 1 – 2 dnů. Larvy rostou a svlékají se ve vnějším prostředí. L3 si ponechávají i kutikulu L2, jenž je chrání před vnějšími vlivy a je svlékána až uvnitř hostitele. Tato stadia již nepřijímají potravu a jsou značně odolná. Při příznivých podmínkách přežívají týdny až měsíce. Aktivní jsou ve vlhku, rozlézají se po okolí a kontaminují vegetaci. K nákaze hostitele dochází perorálně, někdy i perkutánní cestou. L3 migrují do různých tkání, kde probíhá část jejich vývoje před návratem do lumenu tlustého nebo slepého střeva. U některých druhů tkáňová fáze chybí (Volf a kol., 2007). Jedná se o geohelmintry (Jurášek a kol. 1993).

Do této čeledi patří mimo jiné i druh – zubovka jelení (*Oesophagostomum columbianum*), který je rozšířen kosmopolitně, ale vyskytuje se převážně v tropech a subtropích (Jurášek a kol. 1993). Zástupci rodu *Oesophagostomum* jsou velcí 10 – 20 mm. Jsou běžnými parazity tlustého střeva prasat, dobytka, primátů a hlodavců (Volf a kol., 2007). Larvy prodělávají vývoj ve stěně střeva v submukózních nodulech. Dospělci mají ústní kapsulu poněkud redukovanou a tenkostěnnou. Kutikula hlavové části tvoří typický útvar v podobě kápě. U zvířat způsobuje silná průjmovitá onemocnění, poruchy trávení, případně úhyny (Volf a kol., 2007). Jsou geohelmintry (Ryšavý a kol., 1989).

Při ezofagostomóze se ve stěně slepého střeva vytvářejí noduly. Onemocnění přežvýkavců vyvolává např. zubovka jelení (*Oesophagostomum columbianum*). Tato hlístice byla nalezena u ovcí, koz, velbloudů a antilop. Jsou to červi bílé barvy, dlouzí 10 – 20 mm a širocí asi 4,5 mm. Ústní kapsula je malá, ohraničená jedním nebo dvěma řadami kutikulárních lístků. Kutikula okolo ústního otvoru vytváří tzv. límec. Ten je od ostatního těla oddělen zaškrcením. Pro diagnostiku druhů rodu *Oesophagostomum* je důležité umístění cervikálních papil, počet kutikulárních lístků a velikost cefalické výdutě. Larvální stadia jsou lokalizována od vrátníku (pyloru) až po rektum. Dospělci parazitují v tlustém střevě. Vývin je přímý. Larvy vylíhnuté z vajíček jsou po 6 – 7 dnech infekční. Přežvýkavci se nakazí per os larvou L3 (viz obr. č. 5). Larvy penetrují stěnu tenkého, slepého nebo tlustého střeva. Stočí se k lamina muscularis mucosae (vrstvička hladké svaloviny). Zde vyvolávají obranou reakci organismu s tvorbou uzlíků – nodulů. Po třetím svlékání se larvy L4 5. den po infekci vracejí na povrch sliznice a poté po pěti až sedmi dnech migrují do tlustého střeva, kde se svlékají a vyrůstají z nich dospělí červi. Při reinfekcích zůstávají larvy L4 uložené v nodulech po dobu 3 a více měsíců. *Oesophagostomum* v mírném pásmu zůstává během podzimu a zimy v hypobiotickém stadiu ve stěně střeva hostitele jako L4. Další vývoj larev se uskutečňuje až na jaře. Larvy L3 během zimy přežívají na pastvinách. Všechny druhy

náležící do rodu *Oesophagostomum* způsobují těžkou enteritidu a to i druh zubovka kozí (*O. venulosum*), který nevyvolává tvorbu nodulů. Jehňata a starší ovce, které ještě nebyly nakažené na migraci larev L4 v mukóze střeva nereagují. Proto při pitvě nacházíme velký počet dospělců v jejich tlustém střevě. Při reinfekci larvy L4 vyvolávají v submukóze lokální zánětlivou reakci. Leukocyty se začnou hromadit (zejm. eozinofily). Nahromadění uzlíků ve střevě narušuje normální střevní motilitu a vstřebávání. I když se dospělí červi krví neživí, způsobují markantní zhrubnutí stěny střeva a intenzivní produkci hlenu. Při chronických infekcích, které jsou časté hlavně u ovcí, můžeme pozorovat nechutenství, hubnutí, průjem střídaný zácpou a anémií. Diagnostika na základě nálezu vajíček ovoskopickými flotačními metodami. Druhovú diagnózu se stanovuje z koprokultur podle morfologie infekčních larev. Postmortální diagnostiku představuje nález dospělých červů a výrazné patologickoanatomické změny tlustého střeva. Mukóza je zhrublá, překrvená a pokrytá hlenem, v němž jsou ponořeni červi. Při reinfekcích je kyčelník a tlusté střevo hustě poseté noduly, které jsou při pitvě vidět přímo okem (Jurášek a kol. 1993).



Obr. č. 5: Infekční larva (L3) hlístice rodu *Oesophagostomum* (převzato z: <<http://www.rvc.ac.uk/Review/Parasitology/images/L3ID/large/Oesophagostomum-2-L3.jpg>>)

4.1 Boj proti parazitům

Navzdory studiu nových alternativ pro získání kontroly nad parazitickými helminty ovcí a koz, z nichž jsou již některé aplikovány s dobrými výsledky v terénu, je podávání chemických sloučenin s anthelmintickou aktivitou stále převládající metodou.

Dokonce i v případech, kdy se používají alternativní metody kontroly nad červy, jsou výrobci nakonec nuceni použít anthelmintika alespoň po určitou dobu (Molento et al., 2004).

Parazitické helminti mohou způsobit vážné poškození zdraví a smrt lidí i mnoha domácích a volně žijících zvířat. Destruktivní vliv červů na člověka lze prokázat hlavními lidskými patogenními hlísticemi jako je škrkavka rodu *Ascaris*, měchovci a tenkohlavci rodu *Trichuris*, kteří dohromady infikují až 2 miliardy lidí na světě nebo filariální hlístice – vlasovec *Brugia* sp. a vlasovec *Onchocerca* sp., které dosud nakazily více než 100 milionů lidí (Hotez et al., 2008).

Komerční anthelmintika se po desetiletí používají po celém světě, aby minimalizovala ztráty způsobené parazitickými helminty. Avšak hrozba rezistence na anthelmintika, riziko reziduí, špatná dostupnost a vysoké náklady, zejména pro zemědělce s nízkými příjmy z rozvojových zemí vedly k potřebě dalších alternativních metod (Waller, 1997). V různých částech světa jsou zkoumány další možnosti pro získání kontroly nad červy, mezi tyto možnosti patří: vakcíny, biologická kontrola a tradiční léčivé rostliny (Eguale et al. 2007). Screening a správné vyhodnocení léčivých rostlin by mohli nabídnout možné alternativy, které by měly být trvale udržitelné a tolerantní k životnímu prostředí (Maphosa et al., 2010).

Navzdory skutečnosti, že existuje mnoho prospěšných druhů červů, mají veterináři, lékaři a parazitologové několik důvodů k boji proti parazitickým červům. Jsou diskutovány výhody a nevýhody různých přístupů k objevu nových tlumících metod, zahrnující nová anthelmintika, vakcinaci a genetické postupy k určení nových léčiv a zacílení vakcín. V současné době zůstává základem kontroly červů chemoterapie (anthelmintika) a profylaxe. Velmi důležité je využívat dostupných anthelmintik zkušeně a rozumně (Kaminsky et al., 2013).

Za prospěšné červy můžeme považovat mnoho ze 4000 druhů zemních červů z čeledi Lumbricidae, např. žížala obecná (*Lumbricus terrestris*), kteří jsou považováni za biomarkery pro dobré půdní podmínky. Žížaly představují hlavní půdní biomasu ve většině terestrických ekosystémů, mají zásadní význam při rozkladu rostlinného materiálu a mohou měnit mikrobiální biomasu a aktivitu. Kromě toho jsou zemní červi používáni v testovacích systémech pro vyhodnocování ekotoxicity potenciálu chemických látek. Vědci využívají výhody práce s hád'átkem obecným (*Caenorhabditis elegans*) v dobře charakterizovaném a poměrně snadno zvládnutelném systému pro studium vývojové a molekulární biologie a účinku léků. Hád'átko obecné se také používá ke studiu biologie vesmíru. Zajímavostí je,

že háďátko obecné bylo jediným organismem, který přežil katastrofu rozpadu raketoplánu v roce 2003 (Szewczyk et al., 2005).

Zdá se, že dokonce i parazitičtí červi mají do jisté míry prospěšné vlastnosti. Existují totiž zprávy o výhodách infekcí způsobených červy, které propojují imunomodulační a imunoregulační vlastnosti ke snížení alergických reakcí a potenciální terapeutické uplatnění červů je také určitou výhodou. Dalo by se tedy říci, že člověk dělá chybu při povrchním pohledu na červy, jako to dělá mnoho lidí např. s hady, zatímco jen málo z nich je parazitických či jedovatých (Kaminsky et al., 2013).

Na druhou stranu zkušenosti a mnoho klinických studií poukazuje na škody způsobené parazitickými červy na zvířatech a lidech. Do dnešního dne přivodili parazitičtí helminti poškození a smrt mnoha domácích i volně žijících zvířat, stejně tak i lidí, což poskytuje dostatečný důvod parazitologům, veterinářům a lékařům pro „povolení zabíjet“ (Kaminsky et al., 2013). Utrpení zvířat infikovaných červy představuje problém ve welfaru zvířat, zatímco ztráta produktivity domácích zvířat představuje zemědělský hospodářský problém celosvětově (Kaminsky et al., 2013).

Knihy o parazitologii jsou plné detailů o škodlivém vlivu červů na domácí a hospodářská zvířata, na rostliny a na lidi. Parazitující červi mají vliv téměř na každý organismus na zemi. Jako jeden z mnoha parazitických červů hospodářských zvířat stojí za zmínku gastrointestinální hlístice vlasovka slezová (*Haemonchus contortus*), která infikuje přežvýkavce a může způsobit anémii a průjem, a následně ztrátu tělesné hmotnosti, růstu vlny, produkce mléka a dokonce i smrt zvířat (Kaminsky et al., 2013).

4.1.1 Anthelmintika

Základním způsobem, jak získat kontrolu nad červy zůstává chemoterapie a chemoprolaxe, jak již bylo zmíněno výše. Dnes jsou anthelmintika dostupná pro většinu infekcí způsobenými hlísticemi, motolicemi nebo tasemnicemi. Avšak anthelmintický „arsenál“ parazitologů je omezen 3 staršími hlavními chemickými třídami: benzimidazoly, imidazothiazoly a makrocyclickými laktony (McKellar et Jackson, 2004), a 3 novějšími třídami: cyklopeptidey, deriváty aminoaceto – nitrilů (AADs) a spiroindoly pro hlístice (Epe et Kaminsky, 2013), zatímco praziquantel a triclabendazol jsou používány pro motolice a tasemnice (Keiser et Utzinger, 2007). Benzimidazoly zasahují parazitární β – tubulin a mikrotubuly, a dále pak avermektiny/milbemyliny působící otevření

glutamát – receptorových membránových kanálů pro chloridové ionty a následnou paralýzu svalů. Z ostatních preparátů lze ještě jmenovat pyrantel, dietylkarbamazin a další. Ve veterinární medicíně je také s jistým úspěchem používána perorální vakcína proti některým trichostrongyloidním hlísticím přežvýkavců (*Haemonchus*) založená na radiačně atenuovaných larvách třetího stadia (Volf a kol., 2007). Nejnovějším přípravkem ze skupiny makrocyclických laktonů je moxidectin (Cydectin). Přestože patří do stejné chemické skupiny jako ivermektin, je účinný na gastrointestinální nematodózy ovcí a koz, které jsou na ivermektin rezistentní (Jurášek a kol. 1993).

Klasickým přístupem je hledat nová anthelmintická léčiva (Kaminsky et al., 2013). Na začátku 60. let byla objevena první chemická skupina se širokým spektrem účinnosti proti helmintům: benzimidazoly. V následujícím desetiletí byl zahájen druh léčby, který stimuluje parasymptická i sympatická ganglia parazitického helminta, levamisole (Coles et al., 1974). První makrocyclický lakton ivermectin přišel později, na počátku 80. let (Turner et Schaeffer, 1989). Posledními dostupnými sloučeninami byly monepantel v roce 2010 a derquantel v roce 2011, náležící do skupiny derivátů aminoacetonitrilů a spiroindolů (Kaminsky et al., 2011). Ačkoli byla objevena nová léčiva, jen pár let od jejich vzniku byla vyvinuta alespoň u jednoho z hlavních druhů hlístic rezistence parazita na některé z těchto látek (Kaminsky et al., 2011).

Ve společnosti Novartis Animal Health se rozhodli pro screeningové systémy využívající celé organismy. Používají automatizovanou obrazovku, která pomocí 384 jamkových destiček slouží k objevování nových objevů. V polovině roku 2000 zde byla zjištěna ve vysoce průchodném screeningovém programu „high – throughput screening program“ první aktivní látka z aminoacetonitrilových derivátů (AADs) pomocí testu vývinu larev (LDA) vlasovky slezové (*Haemonchus contortus*) a *Trichostrongylus colubriformis* (Kaminsky et al., 2008a). Optimalizace hlavní molekuly (AAD – 450) pak byla sledována pomocí modelu hlodavce pískomila mongolského (*Meriones unguiculatus*), u něhož byl zaznamenán pokles vlasovky slezové (*H. contortus*), ale nebyla pozorována žádná aktivita AAD – 450 proti hlístici *T. colubriformis*. V těchto počátečních testech byla použita dávka 10 mg racemátu/kg (racemát je ekvimolární směs, jenž obsahuje levotočivý i pravotočivý enantiomer chirální sloučeniny). Bylo prokázáno, že pouze S – a nikoli R – enantiomery (enantiomer je optický izomer) mají antiparazitární účinnost proti gastrointestinálním oblým červům (Ducray et al., 2008). Na základě počátečních výsledků s aminoacetonitrilovými deriváty AAD – 450, bylo získáno více než 700 různých molekul aminoacetonitrilových derivátů AAD a byla hodnocena jejich potenciální anthelmintická aktivita. Perspektivní

kandidáti byli vybráni pomocí testu vývinu larev (LDA) in vitro, který byl prováděn s vlasovkou slezovou (*H. contortus*) a *T. colubriformis* a poté byli testováni in vivo na modelu hlodavce. Z tohoto screeningu byly vybrány lepší molekuly pro další testování u ovcí a skotu. Byly provedeny různé studie využívající AAD analogy a potvrdily aktivitu proti levamisol – rezistentním a benzimidazol – rezistentním populacím vlasovky slezové (*H. contortus*) a levamisol/benzimidazol – multirezistentním hlísticím *T. colubriformis*. Následná práce potvrdila, že monepantel pracuje novým způsobem působení na hlístice prostřednictvím specifického MPTL – 1 receptoru (Rufener et al., 2009). Na konci hlavního optimalizačního programu, který zahrnoval testování účinnosti a snášenlivosti u ovcí a skotu, se monepantel ukázal jako první kandidát pro vývoj nových léčiv. Při testování na hlodavcích v dávce 0,32 mg racemátu/kg je účinný proti vlasovce slezové (*H. contortus*) a *T. colubriformis* (Kaminsky et al., 2008b). Po celé řadě testů byl aminoacetoderivát AAD – 1566 vybrán pro vstup do fáze průmyslového vývoje jako perorální anthelmintikum pro ovce. Aminoacetonitrilovému derivátu AAD – 1566 byl dán Světovou zdravotnickou organizací nechráněný název monepantel a byl schválen na Novém Zélandu v lednu 2009 jako perorální anthelmintikum pro ovce (Kaminsky et al., 2013).

Ve snaze nalézt léčiva, která jsou účinná proti hlísticím u ovcí, byla vyvinuta společností „Ouro Fino Agronegocio“ nová sloučenina s názvem Aurixazol (disofenolát levamisolu = 2,6 – dijodo – 4 – nitrofenolát levamisolu). Disofenol, jehož chemická struktura je označována jako 2,6 – dijodo – 4 – nitrofenol, patří do skupiny fenolických substituentů uvedených na trh jako parenterální anthelmintika podávaná subkutánně u psů pro léčbu *Ancylostoma* spp. (Wood et al., 1961). Tyto sloučeniny narušují dýchací metabolismus helmintů, blokují produkci energie tím, že inhibují oxidativní fosforylaci v mitochondrii a předchází tak redoxním reakcím k produkci adenosintrifosfátu (ATP). Levamisol, jehož chemická struktura je (S) – 6 – fenyl – 2, 3, 5, 6 – tetrahydroimidazo [2,1 – b] [1,3] tiazol, je chemikálie proti hlísticím patřící do skupiny derivátů imidazothiazolu (Spinosa et al., 2006). Levamisol je chemikálie proti hlísticím patřící do skupiny derivátů imidazothiazolu. Tato skupina působí hlavně v nervosvalovém uspořádání parazitů jako nikotinový cholinergní agonista. Pronikají do parazita skrz pokožku a váží se na acetylcholinergní neurotransmitery, což způsobuje nadměrnou hyperpolarizaci postsynaptické membrány a spastickou paralýzu parazitů (Martin, 1993).

V důsledku značné potřeby vyvinout nové účinné složky pro regulaci endoparazitů u přežvýkavců, hodnotí studie in vivo autorů Sakamoto et al. (2013) 24 % Aurixazol (48 mg/kg), což je molekula s antiparazitickou schopností založená na disofenolátu

levamisolu. Byly provedeny dva pokusy, první k vyhodnocení anthelmintické účinnosti 24 % Aurixazolu (48 mg/kg) proti gastrointestinálním hlísticím u přirozeně infikovaných ovcí, byl srovnáván s ivermectinem (0,2 mg/kg) + albendazolem (5 mg/kg) + levamisolem (7,5 mg/kg) IAL a druhý experiment hodnotí přetrvávající účinnost stejných látek proti nedospělým vývojovým stádiím (L4) a dospělcům vlasovky slezové (*Haemonchus contortus*) u experimentálně infikovaných ovcí.

V experimentu 1 proti vlasovce slezové (*H. contortus*) dosáhl podávaný Aurixazol účinnosti 99,32 % a sdružené IAL dosáhlo účinnosti 96,11 %. Pro hlístici *Trichostrongylus colubriformis* byla hodnota účinnosti pro Aurixazol 88,92 % a pro sdružené IAL 98,08 %. Obě látky byly zcela účinné proti zubovce jelení – *Oesophagostomum columbianum* (100 %). Výsledky statistické analýzy prokázaly, že průměrná zátěž parazity u léčených zvířat byla významně odlišná ($P \leq 0,05$) ve srovnání s průměrným počtem helmintů diagnostikovaných u zvířat z kontrolní skupiny pro vlasovku slezovou (*H. contortus*), *T.colubriformis* a zubovku jelení (*O. columbianum*). Porovnáváním pouze léčených skupin bylo možné ověřit, že průměrný počet vlasovky slezové (*H. contortus*) získaný od zvířat léčených Aurixazolem byl jiný ($P \leq 0,05$) ve srovnání s průměrným množstvím získaným od ovcí léčených sdruženým IAL.

Při hodnocení prevence infekcí způsobených vlasovkou slezovou (*H. contortus*) v experimentu 2 Aurixazol nepředstavoval preventivní účinnost. Až do 21 dnů po ošetření měly skupiny léčené Aurixazolem v porovnání s neléčenou kontrolní skupinou méně dospělců a larev 4. vývojového stádia (L4) vlasovky slezové – *H. contortus* ($P \leq 0,05$). Nicméně budou nezbytné další studie k posouzení účinnosti Aurixazolu proti druhům hlístic rezistentním na levamisol a disofenol. Popsané výsledky účinnosti ve studii autorů Sakamoto et al. (2013) umožňují konstatovat, že Aurixazol se může ve spojení s dalšími opatřeními stát důležitým nástrojem kontroly hlístic u ovcí.

V našich podmínkách jsou časté koexistence několika druhů parazitů, monoparazitární infekce jsou naopak vzácné, proto je při prevenci endoparazitóz nezbytný systémový přístup. Doba odčervení, jeho četnost a volba použitého preparátu je založena na místních znalostech, průběhu počasí, druhovém nálezu parazitů při kontrolním vyšetření a rovněž na počtech parazitárních vajíček v trusu. Ideální anthelmintikum by mělo být bezpečné, vysoce efektivní (proti dospělým i nedospělým stádiím vyskytujících se parazitů), rychle a úplně metabolizovatelné, dostupné v nejrůznějších aplikačních formách, ekonomické a kompatibilní s dalšími léky. Z toho vyplývá, že nelze paušálně říci, jaké antiparazitikum je pro daný chov

nejideálnějším. V našich podmínkách jsou použitelné benzimidazoly (albendazol, fenbendazol, mebendazol, febantel, exfendazol, oxibendazol) s účinností na dospělé a omezenou účinností na vývojová stadia plicní, střevní i slezové červivosti a ve dvojnásobných dávkách s účinností i na motolice a tasemnice. Imidazotiazoly (levamizol a tetramizol) se vyznačují dobrou účinností na dospělé plicní, střevní i slezové červivosti a na tasemnice a motolice; nemají však žádnou aktivitu proti larválním stádiím těchto červivosti. Oblíbené ivermektiny a avermektiny mají velmi dobrou účinnost proti dospělým i nedospělým stádiím plicní, střevní i slezové červivosti, ale samostatně nejsou účinné na motolice a tasemnice. Aplikací forma použitých anthelmintik může být ve formě perorálně podaného drenče (benzimidazoly a ivermektiny), injekční (imidazotiazoly, clorsulon a ivermektiny) či ve formě medikace jaderného krmiva. Tato aplikační forma je však z důvodu možného vzniku parazitární rezistence nejméně vhodná (Horák a kol., 2012).

Strategie prevence parazitóz musí splňovat následující kritéria:

1. Zabránit těžkým invazím, při kterých dochází k velmi častým úhynům.
2. Snížit kontaminaci vývojovými stadii parazitů na pastvinách.
3. Minimalizovat dopad parazitóz na užitkovost ovcí.
4. Sledovat koprologickými vyšetřeními účinnost odčervení a vývoj imunity nebo rezistence parazitů (Horák a kol., 2012).

Ke splnění výše uvedených bodů by měl mít každý větší chov ovcí zpracován účinný odčervovací program. Každému odčervení stáda by mělo předcházet koprologické vyšetření. Za tímto účelem je odebírán směsný vzorek trusu od 5 – 10 % zvířat dané kategorie. Laboratorní vyšetření poté určí druhy parazitů a počet jejich vajíček v trusu (kvantitativní koprologie). Počet vajíček v trusu rozhodne, zda je odčervení nutné (bezpodmínečnou léčbu vyžadují nálezy 10^3 vajíček v 1 g trusu (Horák a kol., 2012). Nález nematodirózy nutně vyžaduje opakované odčervení a to 2 – 3 krát v 3. – 5. týdenních intervalech (Horák a kol., 2012).

Zásadní chybou je odčervování bez předcházejícího koprologického vyšetření. Nejen že bez tohoto vyšetření není jasné jaký typ endoparazitů je v chovu přítomen, a tudíž jaký typ preparátu použít, ale pokud není odčervení nutné, zbavíme stádo i množství střevních parazitů, které jsou potřebné k formování imunity. Takovýto zákrok

je tedy kontraproduktivní a znamená zbytečně vynaložené úsilí i ztrátu peněz (Horák a kol., 2012).

S ohledem na předcházení vzniku nebo alespoň oddálení parazitární rezistence je nutné dodržovat dávkování přípravků, které by mělo být spíše na horních hranicích doporučených dávek, než aby byl preparát poddávkován. Do boje proti endoparazitům musí být zapracováno i střídání pastvin. Velmi důležité je, aby byla vždy odčervena všechna zvířata ve stádě (Horák a kol., 2012).

4.1.2 Rostlinné extrakty

Používání původních rostlinných přípravků pro odčervování hospodářských zvířat se prosazuje jako jedna z alternativních metod, která se snadno adaptuje ve venkovských zemědělských oblastech. Až 80 % lidí v rozvojových zemích se spoléhá v oblasti lidské i zvířecí primární zdravotní péče na fytomedicínu. Vědci se proto pustili do zkoumání ethnoveterinární medicíny týkající se účinnosti mnoha rostlin se slibnými výsledky. Problémem však je, že jen u velmi malého počtu rostlin byla ověřena účinnost. To představuje výzvu pro výzkum zaměřený na ověření účinnosti těchto rostlin (Maphosa et al., 2010).

Léčivé rostliny jako dýňová semena, tymián, cibule, černucha setá (lidově černý kmín), meduňka a kopřivy jsou dnes značně používány. Česnek (*Allium sativum*) je velmi rozšířený a je z těchto rostlin používán nejintenzivněji (Goncagul et Ayaz, 2010). Je jednou z nejlépe prozkoumaných, nejprodávanějších bylinných medicín a je také běžně používaný jako potravina nebo koření (Aviello et al., 2009). Po celém světě, zejména na Dálném východě, byl používán po staletí ve formě oleje, prášku nebo čerstvý. Existují informace předávané mezi generacemi i vědecky prokázané studie o česneku a jeho efektivním použití k léčbě kardiovaskulárních onemocnění, jako regulátora krevního tlaku, v kapkách má účinek na glykémii, vysoký cholesterol; dále proti bakteriálním, virovým, plísňovým a parazitárním infekcím (Goncagul et Ayaz, 2010). Tradičně byl používán k léčbě infekcí, zranění, průjmu, revmatismu, srdečních chorob, diabetu a mnoha dalších poruch. Experimentálně bylo prokázáno, že má antilipidickou, antihypertenzní, antineoplastickou, antibakteriální, imunostimulační a hypoglykemickou aktivitu. Klinicky byl česnek hodnocen v několika podmínkách, včetně hypertenze, hypercholesterolemie, intermitentní klaudikace, diabetu, revmatoidní artritidy, běžného nachlazení, jako repelent či pro prevenci arteriosklerózy a rakoviny. Jsou k dispozici systematická hodnocení pro možné antilipidemické, antihypertenzivní, antitrombotické a chemopreventivní účinky. Avšak klinický důkaz není

ani zdaleka přesvědčivý (Aviello et al., 2009). Ve studii Goncagul et Ayaz (2010) byl uveden přehled o vlastnostech česneku a oblastech jeho použití proti bakteriálním chorobám. Dále je také známo, že česnek je úžasná rostlina s vlastnostmi posilujícími imunitní systém, antioxidačními vlastnostmi a proti nádorům. Zahrnuje více než 200 komponentů, díky nimž má tento efekt. Těmito komponenty jsou například těkavé oleje (allicin, alliin a ajoene) skládající se ze síry, enzymy (alliináza, peroxidáza a miracynáza), sacharidy (sacharóza, glukóza), minerály (germanium, selen, zinek), aminokyseliny jako je cystein, glutamin, izoleucin a methionin, bioflavonoidy jako quercetin a kyanidin, allistatin I a allistatin II, vitamíny C, E, A, niacin, B1, B2 a beta karoten (Goncagul et Ayaz, 2010).

Obecně se česnek zdá být bezpečný, i když může dojít k alergické reakci (Aviello et al., 2009).

Rostliny rodu pelyněk (*Artemisia*) byly tradičně používány jako anthelmintika, celé rostliny a rostlinné extrakty prokázaly aktivitu proti gastrointestinálním hlísticím v několika studiích. Kromě toho je pelyněk roční (*Artemisia annua*) jediným komerčním zdrojem artemisininu, surovinou pro výrobu léčiv účinných proti hemoprotozoálním parazitům – původcům malárie (druhy *Plasmodium*). Deriváty artemisininu také prokázaly účinnost proti některým motolicím včetně motolice jaterní (*Fasciola hepatica*) a druhům *Schistosoma*. Publikované zprávy o účincích druhů pelyňku (*Artemisia*) na trichostrongyloidní hlístice malých přežvýkavců povzbudily experimenty ke specifické identifikaci druhů a/nebo složek *Artemisia* s největší antiparazitární aktivitou pomocí modelového hostitele pískomila mongolského infikovaného vlasovkou slezovou (*Haemonchus contortus*). Ve studii autorů Squires et al. (2011) byla proto testována účinnost artemisininu proti vlasovce slezové (*Haemonchus contortus*) u infikovaného modelového hostitele, kterým byl již zmíněný pískomil mongolský. Vlasovka slezová (*H. contortus*) je krev sající hlístice v žaludku malých přežvýkavců zodpovědná za velké celosvětové ztráty. Odolnost této hlístice ke komerčním anthelmintikům vytvořila poptávku po alternativních metodách. Na modelu pískomila mongolského byl také testován vodný extrakt, ethanolový extrakt a esenciální olej pelyňku ročního (*A. annua*), dále ethanolový extrakt pelyňku pravého (*Artemisia absinthium*). Neiontový surfaktant Labrosol® byl účinným netoxickým rozpouštědlem pro dodání hydrofilních rostlinných extraktů a lipofilního esenciálního oleje, které byly použity ve studii autorů Squires et al. (2011). Ve všech experimentech byli pískomilové infikováni 600 larvami třetího stadia vlasovky slezové (*H. contortus*). V 1. experimentu byli pískomilové léčeni jednou dávkou podávanou perorálně, tedy 400 miligramy artemisininu na kilogram tělesné hmotnosti (mg/kg tělesné hmotnosti)

nebo 200 mg/kg tělesné hmotnosti artemisininu po dobu 5 dnů (což odpovídá 4. – 8. dni po infekci). Ve 2. experimentu byli pískomilové léčeni denně po dobu 5 dnů etanolovým nebo vodným extraktem z *A. annua* v dávce 600 mg/kg tělesné hmotnosti. Ve třetím experimentu byli pískomilové léčeni ethanolovým extraktem *A. annua* či *A. absinthium* v dávce 1000 mg/kg tělesné hmotnosti nebo byli léčeni esenciálním olejem z *A. annua* v dávce 300 mg/kg tělesné hmotnosti v pěti po sobě jdoucích dnech (což odpovídá 4. – 8. dni po infekci). Ve studovaných dávkách nebyly pozorovány žádné signifikantní účinky léčby artemisininem nebo některým extraktem z druhů *Artemisia*. Podávané dávky artemisininu v podobě surových ethanolových extraktů z *A. annua*, *A. absinthium* a esenciální olej z *A. annua* tedy neměly anthelmintickou aktivitu proti vlasovce slezové (*H. contortus*) u infikovaného modelového hostitele (pískomila mongolského). Avšak zprávy o antiparazitárních účincích z terénních studií jsou důvodem pro další zkoumání těchto rostlin a možných způsobů anthelmintické aktivity u modelových a přirozených hostitelů (Squires et al., 2011).

Cenci et al. (2007) zkoumali vliv taninů na kontrolu endoparazitů ovcí u 20 jehňat plemene Santa Inês. Dle Niezena et al. (1995) bylo použití krmiv bohatých na kondenzované taniny (CT) označeno jako alternativní opatření v oblasti kontroly helmintů u ovcí, což snižuje používání chemikálií, náklady a zlepšuje manipulaci se stádem. Na pastvině u dobře krmených ovcí je chronická infekce červem častější, ale má méně závažných příznaků. Taniny jsou součástí polyfenolových látek, které obsahují faktory mající vliv na chuť jídla a dostupnost bílkovin. Jejich přítomnost v rostlině poskytuje ochranu proti predátorům (hmyzu, ptákům a býložravcům), hlísticím, houbám, bakteriím a ostatním. Na začátku experimentu autorů Cenci et al. (2007) byla zvířata 6 měsíců stará a vážila $22,5 \text{ kg} \pm 4,7 \text{ kg}$. Ovce byly rozděleny do dvou skupin (po deseti kusech): 1. skupina GT (každá ovce dostávala týdně orální cestou 18 g kůry stromu *Acacia negra* (*A. mearnsii*) ve formě prášku rozpuštěného ve vodě, jenž obsahoval 18 % kondenzovaného taninu) a 2. skupina GC (ovce, které nedostávaly tanin). Ovce byly chované na pastvinách s druhem trávy *Andropogon gayanus*. Experiment trval 84 dnů. Výkaly byly odebírány každý týden přímo z konečníku pro určení FEC za použití McMasterovi metody. Jednou za čtrnáct dní byla zaznamenána hmotnost zvířat a proveden odběr krve. Při porážce byli dospělí červi odebráni k identifikaci a spočítání. I když jehňata ze skupiny GT vážila více než GC jehňata, při porážce nebyly tyto rozdíly významné ($P > 0,05$). Obecně lze říci, že hodnoty hemoglobinu, hematokritu, celkových bílkovin, močoviny, fosforu a vápníku v séru byly v normálních úrovních a mezi skupinami nebyly pozorovány žádné významné rozdíly.

Při počítání vajíček ve výkalech (FEC) byly v průběhu pokusu pozorovány nižší hodnoty ve skupině přijímající tanin, ale tyto rozdíly byly významné pouze v osmém týdnu. U skupiny GT byl nižší počet vajíček, které byly na ústupu ve srovnání se skupinou GC ($P < 0,05$). Identifikovanými druhy seřazenými v sestupném pořadí podle počtu červů byly *Trichostrongylus colubriformis*, vlasovka slezová (*Haemonchus contortus*), zubovka jelení (*Oesophagostomum columbianum*), *Cooperia* sp., háďe *Strongyloides papillosus*, tenkohlavec *Trichuris globulosa* a tasemnice ovčí (*Moniezia expansa*). Celkový počet červů a počet každého druhu červů byl nižší u skupiny GT oproti GC jednalo se o *T. colubriformis* a *Cooperia* sp. ($P < 0,05$). Kondenzovaný tanin (CT) od *A. negra* měl antiparazitický účinek, čímž představuje alternativu pro kontrolu nad červy u ovcí. Zvířata dostávající kondenzované taniny vyloučila menší počet vajíček. To také znamená nižší napadení pastviny, které by mělo být vzato v úvahu při vývoji strategie pro kontrolu tohoto onemocnění. Při práci s jinými rostlinami bohatými na taniny Niezen et al. (1995) také zjistili snížení počtu vajíček u ovcí krmených těmito rostlinami. K podobným výsledkům dospěli i Niezen et al. (1998) u ovcí držených na pastvině, která obsahovala píci se střední úrovní kondenzovaných taninů. Tyto ovce byly více rezistentní vůči parazitům než ovce chované na pastvině bez kondenzovaných taninů.

Valderrábano et al. (2010) jsou autoři studie, ve které byla jehňatům předložena sušená bylinná dieta ke zhodnocení jejího účinku na infekci způsobenou vlasovkou slezovou (*Haemonchus contortus*) a na následný vývoj larev ve výkalech. Uměle infikovaná jehňata ($n = 24,4$ měsíce stará), byla zařazena do jedné ze čtyř skupin ($n = 6$) a krmena senem tolíce seté (*Medicago sativa*), kopyšníkem věncovým (*Hedysarum coronarium*), vičencem vikolistým (*Onobrychis viciifolia*) nebo pelyňkem pravým (*Artemisia absinthium*).

Zatímco příjem potravy jehňaty byl podobný, tempo jejich růstu bylo ovlivněno především dietou. Navíc pitva provedená 30 dnů po infekci ukázala, že zátěž parazitem byla snížena o 8 % (kopyšníkem), 13 % (vičencem) a o 49 % (pelyňkem), přičemž pouze rozdíl pelyňku byl významný. Exkrece vajíček hlístic ve výkalech, spojená se snížením plodnosti samic a vyjádřená na sušinu, byla také snížena o 22 % (kopyšníkem), 54 % (vičencem) a 73 % (pelyňkem), ale rozdíly byly významné pouze pro pelyněk a vičenec.

Zkrmování kopyšníku a vičence významně snížilo stupeň líhnutí vajíček hlístic, ale zvýšilo procento infekčních larev (L3) ve výkalech hostitelských zvířat, a to zejména v případě sena z kopyšníku v porovnání s jinými krmivy. V důsledku toho by se potenciální riziko infekce z výkalů mohlo změnit. Je nutné ještě dalšími pracemi ověřit tyto poznatky a jejich důsledky aplikací v zemědělství (Valderrábano et al., 2010).

Rostliny s typickými anthelmintickými vlastnostmi obsahují alkaloidy, aminokyseliny, saponiny a další fenolické sloučeniny (Githiori et al. 2006; Jackson et Miller 2006). Aminokyseliny, saponiny a steroly byly zaznamenány u *Aloe ferox* (Mabusela et al., 1990), taniny, flavonoidy a další fenolické sloučeniny u *Elephantorrhiza elephantina* (Naidoo et al., 2005), přičemž alkaloidy, saponiny a taniny byly izolovány z *Leonotis leonurus* (Bienvenu et al. 2002).

V nepublikovaných pracích bylo zdokumentováno 28 rostlin používaných zemědělci s omezenými zdroji v provincii Východní Kapsko k získání kontroly nad gastrointestinálními parazity u koz (Maphosa et al., 2010). Z těchto rostlin byly vzhledem k jejich častému použití vybrány pro další studii *Aloe ferox*, *Leonotis leonurus* a *Elephantorrhiza elephantina*. Cílem této studie autorů Maphosa et al. (2010) bylo zhodnotit potenciální anthelmintickou aktivitu vodných extraktů tří vybraných rostlin in vitro za použití vajíček a larev vlasovky slezové (*Haemonchus contortus*).

Aloe kapská (*Aloe ferox*), *Leonotis leonurus* a *Elephantorrhiza elephantina* jsou často používané rostliny zemědělci s omezenými zdroji ve Východním Kapsku (provincie) pro získání kontroly nad gastrointestinálními parazity koz. Studie autorů Maphosa et al. (2010) byla provedena pro ověření anthelmintické aktivity in vitro na vajíčka a larvy parazitární hlístice vlasovky slezové (*Haemonchus contortus*). Byly použity surové vodné extrakty z listů *A. ferox*, *L. leonurus* a kořeny *E. elephantina*. Vajíčka a larvy parazita byly inkubovány při 25 °C ve vodných extraktech o koncentracích 0,625 – 20 mg/ml po dobu 48 hodin při testování líhnutí a 7 dnů při testu larválního vývoje. Albendazol a voda byly pozitivní a negativní kontrolou. Inhibice líhnutí a larválního vývoje se významně zvyšuje ($P < 0,05$) se zvyšující koncentrací extraktů. Extrakty *E. elephantina* a *L. leonurus* 100 % inhibují líhnutí v nízké koncentraci 2,5 mg/ml a 1,25 mg/ml, zatímco extrakty *A. ferox* inhibuje 100 % v koncentraci 20 mg/ml. Na nejnižší testované koncentraci (0,625 mg/ml) byla zjištěna inhibice líhnutí pomocí *E. elephantina* > 96 % a to bylo srovnatelné s albendazolem o stejné koncentraci. *E. elephantina* a *L. leonurus* také zcela inhibují vývoj larev při koncentraci 1,25 mg/ml. Studie autorů Maphosa et al. (2010) poskytla důkazy, že extrakty *A. ferox*, *E. elephantina* a *L. leonurus* mají anthelmintickou aktivitu, což je důvodem jejich používání při gastrointestinálních helmintózách. Je však ještě třeba posoudit bezpečnost těchto rostlin in vivo a také provést studie účinnosti in vivo.

4.1.3 Rezistence na anthelmintika

Stejně jako u mnoha jiných patogenů se i u červů vytvořila rezistence na příslušné léky. Rezistence na anthelmintika se vyskytuje v různé míře v závislosti na druhu parazita a hostitele. Zřejmě nejzávažnější rezistence na léčiva se vyvinula u gastrointestinálních hlístic přežvýkavců, zejména ovcí a koz. Rezistence červů na anthelmintika je mnohočetná a běžná v mnoha částech světa. Rezistence helmintů na léčiva je také problémem při kontrole malých strongylidů a škrkavek u koní a motolic u ovcí (Kaminsky et al., 2013).

Konečným cílem všech tří stran, farmaceutického průmyslu, veterinářů a farmářů je udržet účinnou kontrolu nad červy. Každý nový lék je pouze částečným úspěchem a zavedení nového anthelmintika by nemělo být signálem pro zastavení objevování a vývoje léků nové generace ani vyzváním k poklesu šetrného využívání současných anthelmintik. Nicméně odpovědné používání anthelmintik nemusí mít vždy nejvyšší prioritu a nemusí vždy odpovídat krátkodobým zájmům všech tří uvedených stran. Existují příklady, kdy společné úsilí farmaceutického průmyslu, veterinářů a zemědělců může vést k podstatnému zlepšení finanční a fyzické výkonnosti zemědělců (Lean et al., 1997). Například po dobu 7 let se zlepšila produkce vlny, hrubý příjem farmy, provozní náklady farmy, čistý příjem farmy a návratnost aktiv na 4 farmách, které se řídily vědeckými doporučeními na základě McKinnon projektu pro všeobecné hospodářské procesy, v nichž odčervení hrálo hlavní část (i když nejen odčervení). Výsledkem je, že průměrný hrubý zemědělský příjem ze čtyř farem postupně vzrostl z 86 % průměrné srovnávané farmy před přijetím doporučení průměrně o 155 %. Během stejného období se čistý příjem zvýšil ze 70 % na 207 % napřůměrné srovnávané farmě. Avšak takovéto příklady jsou pouze výjimečné (Kaminsky et al., 2013).

Šíření léčebných režimů pro majitele domácích zvířat je pro veterináře výzvou a zdá se být také obtížné. ESCCAP (2010) doporučuje ve svých směrniciích 01 čtyři ošetření odčervením za rok, ale v průměru je použito pouze 1,7 a American heartworm society doporučuje celoroční profylaxi, která nemusí být vykonávána neustále (Kaminsky et al., 2013).

V posledních 5 letech byly zavedeny dvě nové širokospektré třídy anthelmintik, deriváty aminoacetonitrilu monepantel a spiroindol derquantel. Monepantel je dostupný v orálních dávkách pro ovce pod názvem Zolvix, zatímco derquantel je dostupný v kombinaci s makrocyclickým laktonem abamectinem jako Startect. Výhody a omezení těchto 2 nových anthelmintik jsou podrobně přezkoumávány jinde (Epe a Kaminsky, 2013). Červi si jistě vyvinou rezistenci také na tato nová léčiva, zprávy o selhání léčby Startecu u ovcí již byly

zaznamenány (Kaminsky et al., 2011). Stále ještě existuje potřeba nových léčiv, ale také je třeba anthelmintika co nejlépe využívat. Veterináři, zemědělci a farmáři potřebují anthelmintika aplikovat ve velmi promyšleném léčebném režimu, aby je co nejlépe využili (Stubbings, 2011).

S rozvojem Next Generation Sequencing (NGS) se stává technologie sekvenování genomu a transkriptomu parazitů rychlejší a levnější každým dnem. Na jedné straně vede zkoumání genomu, proteomů a metabolomů k základní znalosti a pochopení mnoha klíčových molekulárních událostí v souvislosti s vývojem parazita a invazí do hostitelského zvířete, jakož i chorobných procesů a vývoje rezistence na léčiva. Na druhou stranu může být tato genetická informace použita k predikci a identifikaci rodin potenciálních parazitů a k upřesnění cíle pro léčiva, imunomodulátory a vakcíny. Tyto cíle pak mohou být použity a začleněny do cílově založených screeningových postupů nebo pomoci v racionálním výběru činností založených na přítomnosti známých cílů. Dobře promyšlený a zacílený přístup může zvýšit pravděpodobnost vedoucí sloučeniny procesu při vývoji a aplikaci (Kaminsky et al., 2013).

Existují zprávy o klinických studiích s antigeny získanými z vlasovky slezové (*Haemonchus contortus*) se slibnými výsledky. Byly vyvinuty pokročilejší rekombinantní vakcíny, které jsou vysoce účinné v prevenci infekce proti druhům tasemnic ovcí, skotu a prasat. Nicméně až do dnes nejsou rekombinantní vakcíny proti červům komerčně dostupné. Důvodem mohou být potíže při rozšiřování výroby či nedostatek širokého spektra účinnosti a tudíž i nedostatek komerčních zájmů (Kaminsky et al., 2013).

Přesto všechno úsilí, červi přežili všechny útoky, a některé druhy se dokonce staly silnějšími vzhledem k vývoji jejich rezistence na léčiva. Klasickým příkladem může být použití jedné chemické skupiny v průběhu delší doby jako jediné léčby. Modelové práce (Leathwick, 2012) a zkušenosti ukazují, že je to nejlepší způsob pro vznik rezistence. Přesto poradci a zemědělci používají jednoduché schéma léčby pouze s jedním, nejlépe levným anthelmintikem, které dělá alespoň zpočátku svou práci (Kaminsky et al., 2013).

Poměrně přijatelným doporučením může být použití účinného anthelmintika v karanténní léčbě pro nově přijímaná zvířata. Sager et al. (2010) se zabývali účinností monepantelu v karanténní léčbě u ovcí proti mnohonásobně rezistentním hlísticím. Zájem v nich vyvolala zvláště rychlost poklesu při počítání vajíček ve výkalech (FEC), v porovnání s jinými anthelmintiky použitými u ovcí. Ve třech odlišných studiích byly ovce infikovány buď vlasovkou slezovou (*H. contortus*) o známém stavu rezistence nebo skupinou citlivých a multi – rezistentních gastrointestinálních hlístic. Počítání vajíček ve výkalech probíhalo

od několika hodin do 14 dní po ukončení léčby monepantelem, benzimidazoly, levamisolem, makrocyclickými laktony nebo kombinací posledně tří zmíněných tříd. Léčba citlivými izoláty s účinnými anthelmintiky, buď ve formě samostatné nebo kombinované aplikace způsobila snížení FEC na 0 během 3 – 4 dnů. Status rezistentních hlístic by mohl být potvrzen, léčba postižených klasickým anthelmintikem nikdy nevede k úplné absenci vajíček parazita a to ve všech analyzovaných vzorcích. V případě multi – rezistentních izolátů byl monepantel schopen zastavit exkreci vajíček, přičemž všechna ostatní léčiva dokázala pouze částečné snížení FEC proti této izolaci. Status rezistence hlístic neovlivnil rychlý pokles počítaných vajíček po léčbě monepantelem. Takže monepantel lze doporučit jako efektivní léčbu při karanténě pro nově přijímané ovce k předejití zavlečení rezistentních hlístic. Ale zda bude nakonec léčba při karanténě použita je již jiným tématem (Sager et al., 2010).

Do budoucna můžeme předpokládat, že zde bude probíhat neustálý závod mezi parazitology, veterináři a lékaři na straně jedné a červi na straně druhé, závod mezi novými anthelmintiky a zlepšením léčebných režimů proti evoluční schopnosti červů reagovat rozvojem rezistence (Kaminsky et al., 2013).

4.2 Výživa a paraziti

Regulace populací helmintů v gastrointestinálním traktu hostitele je složitým procesem. Tento proces je ovlivněn imunologickým a nutričním stavem, věkem a chovem hostitele tedy zvířete. Imunologický stav hostitele je velmi důležitý při infekcích helminty, protože GI je jedním z největších imunologických orgánů v těle a slouží jako první obranná linie proti orálně přijímaným antigenům (např. bílkoviny a sacharidy krmiva) a střevním patogenům (např. paraziti a bakterie). Lymfatické tkáně střeva tvoří 25 % hmotnosti střevní mukózy a submukózy, a proto představují po brzlíku místo s největším počtem lymfocytů (McBurney, 1993). Sekrece hlenu a tvorba těsných buněčných spojů zabraňují vstupu parazitů a dalších patogenních antigenů. Rychlá obnova sliznice umožňuje opravu epiteliálních nebo lymfoidních buněk poškozených parazitickými infekcemi. Dále je velmi důležitý vztah mezi výživou a helmintickými infekcemi, které jsou významné pro populační dynamiku parazitů. O této interakci lze uvažovat dvěma vzájemně propojenými způsoby pohledu, které jsou důležité pro populační dynamiku parazitů: 1. nepříznivý vliv helmintických infekcí na fyziologii a výživu; 2. vliv výživy hostitele na populace helmintů, tj. jejich usídlení, vytrvalost a reprodukční schopnost (Coop et Holmes, 1996).

První způsob pohledu (vliv helmintóz na fyziologii a výživu hostitele), byl za posledních deset let předmětem mnoha výzkumů (viz Coop et Holmes, 1996; Knox, 2000). Několik vědeckých článků dospělo k tomu, že zvířatům s vysokou úrovní výživy oproti zvířatům s méně adekvátní výživou jsou schopna lépe snášet škodlivé účinky parazitických infekčních hlístic (Coop et Holmes, 1996; Knox, 2000). Podrobné výzkumy mechanismů gastrointestinálních dysfunkcí u parazitizovaných hostitelů prokázaly zvýšené endogenní ztráty proteinu do gastrointestinálního traktu, částečně v důsledku úniku z plazmatických proteinů, ale také ze zvýšené exfoliace střevních epiteliálních buněk a sekrece mukoproteinu (Bown et al., 1991).

Kupodivu vlivu výživy hostitele na populace helmintů (druhý typ interakce hostitel – parazit) bylo věnováno poměrně málo pozornosti a dostupné informace jsou tedy poměrně omezené. Pouze pár studií se věnovalo účinkům výživy na odpověď parazita v hostiteli infikovaném parazitem a ještě méně studií uvažovalo o dění vyskytujícím se na střevní úrovni, kde nastává absorpce živin, nacházejí se zde také střevní parazité a přidružené gastrointestinální tkáně hrající roli v řízení lokálních a systémových odpovědí (Petkevičius, 2007). Bundy et Golden (1987) popsali mechanismy, dle kterých výživa hostitele může ovlivnit helmintické infekce, jsou to tyto: nutričně zapříčiněné změny v prostředí helmintů nebo nutričně zapříčiněné změny v obranyschopnosti hostitele a podvýživa parazita. Gastrointestinální paraziti mají velice specifické fyzikálně – chemické požadavky na střevní prostředí svého hostitele a výživou zapříčiněné změny mohou mít přímý vliv na populace parazitů (Crompton et Nesheim, 1976).

Zvířata, používaná jako modeloví hostitelé, a druhy parazitů mohou pomoci k určení komplexu interakcí mezi parazitickými helminty a dietním či nutričním stavem hostitele (Johansen et al., 1997).

4.2.1 Sacharidy

Sacharidy zahrnující nízkomolekulární cukry, škrob a různé buněčné stěny a rezervní neškrobové polysacharidy jsou pro nepřežvýkavce i přežvýkavce nejdůležitějším zdrojem energie (Bach Knudsen, 1997). Sacharidy v dietě zvířat se skládají z monosacharidů, disacharidů, oligosacharidů a z 2 obsáhlých tříd polysacharidů: škrobové a neškrobové polysacharidy (Cummings et al., 1997). Neškrobové polysacharidy (NSP) a lignin jsou hlavními komponenty buněčných stěn a jsou běžně považovány za vlákninu diety (Theander et al., 1993). Sacharidy obsažené v dietě jsou vlastně různorodou skupinou látek s rozdílným

osudem v gastrointestinálním traktu a s rozdílnými fyziologickými vlastnostmi s odlišnou důležitostí pro zdraví zvířat (Cummings et Englyst, 1995). Asimilace sacharidů diety vede hlavně ke třem skupinám produktů, jsou to: cukry (glukóza, galaktóza a fruktóza), mastné kyseliny s krátkým řetězcem (SCFA) a ke kyselině mléčné (Bach Knudsen et al., 2000). Glukóza pochází z enzymatického štěpení škrobu, ze kterého se převážná většina rozštěpí uvnitř lumen střeva za působení α – amylázy, vylučované do lumen střeva pankreatickými vývody, na glukózu, maltózu, maltotriosu a na α – dextriny. Na povrchu střevní membrány se oligosacharidy štěpí na glukózu, galaktózu a fruktózu; z lumen střeva se glukóza a galaktóza dostávají přes sliznici do enterocytu sekundárně aktivním transportem s ionty Na^+ a jsou absorbovány proti koncentračnímu gradientu, fruktóza přechází do enterocytu pasivní difuzí (Gray, 1992). Hlavním místem fermentace mastných kyselin s krátkým řetězcem (SCFA) je tlusté střevo (Fleming et Arce, 1986). Množství a druh sacharidů potenciálně dostupných pro fermentaci mohou být upravovány pomocí změn ve složení diety, které ovlivňuje i rychlost a množství produkovaných mastných kyselin s krátkým řetězcem – SCFA (Bach Knudsen et al., 2000). Zkvasitelné polysacharidy (PS) jsou zdrojem energie ve slepém střevě a tračníku pro mikroorganismy a jsou rozkládány hlavně na mastné kyseliny s krátkým řetězcem (SCFA), které jsou často považovány za stimulatory proliferace střevní tkáně (Edwards, 1993). Vysoce zkvasitelné polysacharidy (PS) jsou prvotně rozkládány v proximální části tlustého střeva, zatímco méně zkvasitelné polysacharidy (PS) se pro svůj větší objem dostanou až do distální části tlustého střeva a mohou tak uniknout fermentaci. Produkce mastných kyselin s krátkým řetězcem se mění podle toho, kde se uskutečňuje mikrobiální adaptace, což naznačuje, že čas potřebný v gastrointestinálním traktu pro plnou adaptaci může záviset na druhu polysacharidu (PS) a jeho fermentovatelnosti (Tulung et al., 1987). Další produkty fermentace zahrnují laktát, který je meziproduktem štěpení škrobu, jeho značné množství lze nalézt v žaludku a tlustém střevě, ale nehromadí se v tračníku (Argenzio et Southwork, 1974). Složení sacharidových frakcí má vliv na procesy trávení a vstřebávání sacharidů a jiných živin v různých částech gastrointestinálního traktu (Bach Knudsen et Jørgensen, 2000).

Několik výzkumů se zabývá přímým vlivem diety hostitele na parazitické helminty (hostitel bez přísného ovlivnění diety). Studie o vlivu sacharidů na růst parazita a jeho usazení se zaměřovaly především na tasemnice a vrtejše (Crompton et Nesheim, 1982). U potkanů představujících hostitelský model, kteří byli krmeni dietou obsahující fruktózu, byla shledána vyšší zátěž červy, zvýšená plodnost, růst a pohlavní vývoj vrtejše *Moniliformis dubius* (Crompton et Nesheim, 1982). Přežití, růst a rozmnožování vrtejše krysího (*Moniliformis*

moniliformis) jsou závislé na sacharidech uvolněných v různé míře během trávení a vstřebávání v trávicím traktu hostitele (Nesheim et al., 1977). Dunkley et Mettrick (1969) objevili u potkanů krmených sacharózovou dietou menší množství tasemnice krysí (*Hymenolepis diminuta*) než u potkanů krmených glukózovou nebo maltózovou dietou a Roberts et Platzner (1967) zjistili, že nepřítomnost sacharidů v dietě potkanů poškozovala reprodukční systém červů. Podle Molan et James (1984) bylo u myši, krmených mléčnou dietou, 60 dní po infekci nalezeno více červů motolice *Microphallus pygmaeus* oproti skupině krmené komerční dietou. Dále bylo zjištěno, že červi tasemnice krysí (*Hymenolepis diminuta*) pocházející z potkanů krmených dietou s vysokým obsahem škrobu byli větší než červi pocházející z potkanů krmených dietou s nízkým obsahem škrobu, avšak tito byli větší oproti červům získaným od potkanů krmených sacharózovou dietou (Roberts, 1966). Nicméně vlivu sacharidů v dietě hostitele na hlístice bylo věnováno méně pozornosti. Bylo zjištěno, že složení sacharidů a stupeň lignifikace mají důležitou roli ve fyzikálně – chemickém prostředí lumen střeva a pro mikrobiální fermentaci v tlustém střevě prasat (Bach Knudsen et al., 1993). Strava bohatá na sacharidy, zejména nestrávené v tenkém střevě, stimuluje peristaltiku a zvyšuje množství faeces (Bach Knudsen et Hansen, 1991). Experimenty prováděné na prasatech, opakovaně prokázaly, že strava bohatá na neškrobové polysacharidy (NSP) a lignin je prospěšná pro mnoho střevních parazitů, zejména těch, kteří mají převážně anaerobní metabolismus, jako je například *Oesophagostomum* spp. (Herbert et al., 1969).

4.2.2 Bílkoviny a tuky

Kromě sacharidů jsou pro parazity důležité i jiné složky diety jako bílkoviny a tuky. Ze srovnatelně vysokého tempa růstu vyplynulo, že diety použité v experimentech byly po nutriční stránce pro hostitele dostačující, na parazity měly však jiný dopad. Ovce použité v experimentu krmené krmnou dávkou s nízkým obsahem bílkovin byly schopné eliminovat výrazně nižší podíl larev zubovky jelení (*Oesophagostomum columbianum*) a měly tedy nižší úroveň imunity než zvířata s dietou obsahující přiměřený obsah bílkovin (Hunter, 1953). U ovcí krmených dietou s přiměřeným obsahem bílkovin byly nalezeny zapouzdřené larvy zubovky jelení (*O. columbianum*), představující pozastavení vývoje, a dospělé samice červů produkující méně vajíček, ve srovnání s ovcemi krmenými dietou s nižším obsahem proteinů (Bawden, 1969). Výše uvedené poznatky naznačují, že ovce často krmené živinově chudou dietou mají kratší vývoj a nižší imunitní odpověď na parazita (Dobson et Bawden, 1974).

Boddington et Mettrick (1981) zjistili u potkanů krmených dietou s nízkým obsahem proteinů sníženou plodnost tasemnice krysí (*Hymenolepis diminuta*).

Přídavek proteinu do krmiva zvyšuje odolnost k některým infekcím, které jsou způsobené hlísticemi (Wallace et al., 1998). U mladých ovcí krmených dietou s nízkou kvalitou vlákniny tvořenou ovesnými plevami a základními minerálními látkami, doplněnými močovinou došlo ke snížení infekcí způsobených gastrointestinálními parazity, k přibývání na váze a produkci vlny. Dále došlo ke snížení vylučování vajíček do vnějšího prostředí a také ke snížení parazitické zátěže (Knox et Steel, 1996). Ukázalo se, že usazení larev hlístice *Teladorsagia circumcincta* pokleslo u jehňat krmených dietou s přídavkem močoviny (Stear et al., 2000).

Dobson et Bawden (1974) zjistili, že nejvíce účinnou kombinací pro získání kontroly nad infekcemi jsou odolné ovce a nutriční doplňky; přičemž jehňata krmená dietou obsahující vojtešku byla více rezistentní vůči zubovce jelení (*Oesophagostomum columbianum*) než jehňata krmená slámou s melasou. Zatímco jehňata dostávající jako doplněk rybí moučku byla odolnější vůči hlístici *Trichostrongylus colubriformis* (Houtert et al., 1995), stejně jako jehňata dostávající jako doplněk masokostní moučku nebo dietu s obsahem sóji (Kambara et al., 1993).

Clarke (1968) vyzkoumal, že dieta se sníženým obsahem proteinu měla u potkanů infikovaných hlísticí *Nippostrongylus brasiliensis* za následek vyloučení tohoto parazita. Studie akutních infekcí u hlodavců způsobených měchovci *Nippostrongylus brasiliensis*, *Nippostrongylus muris* a tenkohlavcem *Trichuris muris* ukázaly, že nedostatek bílkovin v dietě během primární infekce může zvýšit usazování a přežívání parazita (Bolin et al., 1977; Michael et Bundy, 1991). U ovcí krmených dietou s přídavkem bílkovin byly počty vajíček hlístice *Trichostrongylus colubriformis* ve výkalech významně nižší (Brown et al., 1991), vylučování červů významně vyšší (Kambara et al., 1993) a zvířata si vyvinula lepší rezistenci proti parazitům (Houtert et al., 1995). Chartier et al. (2000) také poukázali na to, že odolnost vysokoprodukčních koz na infekce vyvolané *T. colubriformis* může být zlepšena pomocí doplnění proteinu do diety.

Abbot et al. (1986) prokázali, že jehňata krmená dietou s nízkým obsahem proteinu byla méně schopná odolat infekci způsobené vlasovkou slezovou (*Haemonchus contortus*). Při používání různého stupně přídavku proteinu (z bavlníkových semen), vylučovaly ovce dostávající vyšší stupeň tohoto doplňku, menší množství vajíček vlasovky slezové – *H. contortus* (Datta et al., 1998). Jehňata, která již v minulosti obdržela dietu s vyšším množstvím proteinu, měla vyšší odezvu protilátek na infekce způsobené oběma

červy vlasovkou slezovou (*H. contortus*) i *Trichostrongylus colubriformis* a měla nižší počet vajíček hlístic nežli jehňata, která v minulosti dostávala dietu s nízkým obsahem proteinu (Datta et al., 1999). Ve svých studiích s ovce Knox et Steel (1999) prokázali, že doplněk vlákniny nízké kvality, kterou představovaly ovesné plevy, základních minerálních látek a močoviny snížil vylučování vajíček a zátěž parazity vlasovkou slezovou (*H. contortus*) a *T. colubriformis*. Studie prováděné na ovčích krmných dietou s nízkým obsahem proteinů ukázaly, že obsah bílkovin v krmivu nemá vliv na usazování zubovky jelení (*Oesophagostomum columbianum*), ale při porážce provedené 56. den po infekci (PI) bylo usazení červa vyšší (Dobson et Bawden, 1974). Kahn et al. (2000) vyzkoumali u jehňat, že počet vajíček ve výkalech infikovaných zvířat, zátěž červem a plodnost dospělých samic hlístice *Trichostrongylus colubriformis* nebyli významně ovlivněny nedostatkem proteinu.

4.2.3 Neorganické sloučeniny

Také bylo zjištěno, že kromě sacharidů, bílkovin a tuků jsou pro rozmnožení parazitů důležité i neorganické sloučeniny (Coop a Holmes, 1996). Nedostatek zinku v dietě snížil vylučování svalovce stočeného – *Trichinella spiralis* (Fenwick et al., 1990a) a zvyšoval množení háďeje *Strongyloides ratti* ve střevech krys (Fenwick et al., 1990b). Scott et Koski (2000) za kontrolovaných experimentálních podmínek dospěli k závěru, že nedostatek zinku v potravě může zlepšit přežití střevních parazitických hlístic u modelových zvířat. Experimentální výsledky ukázaly, že přidávání selenu do krmiva samostatně nebo v kombinaci se zinkem výrazně zvyšuje exkreci vajíček motolice jaterní (*Fasciola hepatica*) u ovčí (Samak et al., 1986). U myši infikovaných škrkavkou prasečí (*Ascaris suum*) a krmných dietou s nízkým obsahem železa byl zjištěn nižší počet larev v plicích oproti myším, které dostávaly dietu s normálním nebo lehkým obsahem železa (Laubach, 1989). Studie akutní infekce vyvolané hlísticí *Nippostrongylus brasiliensis* u potkanů ukázaly, že nedostatek železa v dietě během primární infekce může zvýšit přežití a množení parazita (Bolin et al., 1977). Na rozdíl od toho přidavek molybdenu do stravy jehňat vystavených infekci, kterou způsobovaly hlístice *Trichostrongylus vitrinus* a vlasovka slezová (*Haemonchus contortus*) snížil množství a délku existence dospělých červů (Suttle et al., 1992).

4.2.4 Půst

Ukázalo se, že strava s vysokým obsahem nerozpustné vlákniny a s rychlou dobou průchodu zaživacím traktem výrazně zvýšila účinnost perorálně podávaných anthelmintik. Kromě toho Hennessy et al. (2000) dokázali podáváním předepsané diety prasatům, že účinnost anthelmintik je silně závislá na složení stravy. Některé studie byly navrženy tak, aby analyzovaly vliv půstu na parazitické helminty. Read et Rothman (1958) zjistili po 48 hodinovém půstu potkanů výrazný pokles polysacharidů u vrtejše krysího (*Moniliformis moniliformis*). Cornford et al. (1983) po půstu myší trvajícím až 96 hodin zaznamenali spotřebování obsahu glykogenu u populace krevničky střevní (*Schistosoma mansoni*), zejména u samčí populace. Clarke (1968) pozoroval, že při dietním nedostatku krys více larev *N. brasiliensis* zasáhlo plíce a střeva ve srovnání se skupinou na normální dietě. U potkanů hladovějících po dobu dvou dnů, měla hlístice *Nippostrongylus brasiliensis* rozsáhlejší rozšíření v tenkém střevě a mnoho individuálních červů (hlavně samice) se z tenkého střeva přemístilo do slepého střeva (Croll, 1976).

Účinnost anthelmintik by mohla být tedy zvýšena snížením množství krmiva, nebo dokonce hladověním zvířat po krátké časové období před a po podání anthelmintik (Ali a Hennessy, 1995). Dietou s vysokým obsahem vlákniny a dočasným hladověním by se mohla zvýšit míra průchodu tráveniny a to by mohlo být považováno za prostředek ke zvýšení dostupnosti anthelminticích sloučenin u ovcí (Ali et Hennessy, 1995) a prasat (Hennessy et al., 2000). Na rozdíl od toho Mueller et al. (1958) po omezení potravy u myší nenalezli žádný detekovatelný vliv na růst tasemnice *Spirometra mansonioides*. Van Cleave a Ross (1944) zjistili u želv, že vrtejši *Neoechinorhynchus emydis* žili po mnoho měsíců v době, kdy želvy měly půst.

Kromě těchto studií, je toho známo málo o vlivu půstu nebo hladovění na gastrointestinální parazity (Shetty et Shetty, 1993).

4.3 Ovce

Ovce patří dle tradiční linnéovské klasifikace do řádu sudokopytníci (Artiodactyla), podřádu přežvýkavců (Ruminantia), čeledi turovitých (Bovidae), podčeledi kozy a ovce (Caprinae) a tribu Caprini. Řád sudokopytníci tvoří monofyletickou (přírozenou) skupinu s kytovci (Cetacea) a proto s nimi nově bývá někdy spojován do jediného řádu Cetartiodactyla (Horák a kol., 2012).

Po psovi a koze byla ovce domácí třetím zdomácněným druhem zvířat, a to v oblasti tzv. úrodného půlměsíce na Blízkém, resp. Středním východě. Nejstarší kosterní pozůstatky domestikovaných ovcí jsou původem z východního Turecka a z Íránu (podhůří severní části pohoří Zagros) z doby před 10 – 11 tisíci lety (Horák a kol., 2012). U velmi starých nálezů je však někdy obtížné posoudit, zda se jednalo skutečně o domestikovaná zvířata (Gaisler a Zima, 2007).

Ovce jsou velmi nenáročná zvířata, která lze chovat téměř ve všech klimatických a výrobních podmínkách. Jejich význam v současnosti spočívá v mnohačetné užitkovosti. Hlavními produkty jsou maso, mléko, vlna, kůže. Vedlejšími produkty jsou lanolin, lůj, střeva, krev, předžaludky, paznehty, rohy (Stupka a kol., 2010).

4.3.1 Plemeno Charollais

Plemeno Charollais (viz obr. č. 6) je francouzské masné bílé krátkovlnné plemeno s velmi dobrou masnou užitkovostí a plodností. Ovce jsou živého temperamentu a středního až většího tělesného rámce (Horák a kol., 2012), s dobře osvalenými tělesnými partiemi (Stupka a kol., 2010). Hlava a končetiny nejsou obrostlé vlnou, kůže je narůžovělá, obě pohlaví jsou bezrohá. Z hlediska masné užitkovosti patří v současnosti k nejlepším plemenům, jehňata lze vykrmovat do 40 a více kilogramů (Horák a kol., 2012). Živá hmotnost dospělých ovcí je 70 – 90 kg, berani váží 100 – 130 kg. Vlna je sortimentu A – B (Stupka a kol., 2010).



Obr. č. 6: Ovce plemene Charollais (převzato z: <http://edstaston-charollais.com/parkgate_highlander.htm>)

4.3.2 Plemeno Suffolk

Plemeno Suffolk (viz obr. č. 7) je anglickým polojemnovlnným černohlavým masným plemenem s krátkou vlnou, většího tělesného rámce s hlubokým hrudníkem – na středně dlouhých a dobře osvalených končetinách. Hlava, nohy i paznehty jsou černé barvy, vlna je barvy bílé nebo mírně nažloutlé, rouno má polouzavřené s ojedinělým výskytem černých vlnovlasů. Vlna je sortimentu B – C. Hlava je černá, mírně klabonosá – zejména u beranů. Obě pohlaví jsou bezrohá. Mateřské vlastnosti a mléčnost bahnic je dobrá. Tyto ovce jsou vhodné i do drsnějších klimatických podmínek v podhorských oblastech. Živá hmotnost bahnic je 75 – 85 kg a beranů 100 – 130 kg (Horák a kol., 2012). Plemeno vyniká ranností a velmi dobrou zmasilostí, přičemž maso je jemné a velmi málo prorostlé tukem (Stupka a kol., 2010). Toto plemeno je celosvětově rozšířeno (Horák a kol., 2012).



Obr. č. 7: Ovce plemene Suffolk (převzato z: <<http://www.britannica.com/EBchecked/topic/571761/Suffolk>>)

4.3.3 Křížení

Pro své dobré užitkové vlastnosti je vhodné plemeno Suffolk k užitkovému křížení téměř se všemi plemeny, v ČR se běžně využívá k užitkovému křížení již 30 let, proto má již v tuzemsku při užitkovém křížení trvalý význam (Horák a kol., 2012).

Plemeno Charollais je také v ČR s úspěchem využíváno při užitkovém křížení (Horák a kol., 2012).

5 Materiál a metody

5.1 Původ vyšetřované trávy a podestýlky

Materiál pocházel od ovcí chovaných v Demonstrační a experimentální stáji ČZU. Tato stáj se nachází přímo v areálu ČZU – na západním okraji. Pokus byl prováděn u plemene Charollais a Suffolk (beran) a jejich potomků, tedy kříženců. Ovce jsou zde chovány na travnatém, oploceném výběhu. K dispozici zde mají přístřešek se čtyřmi stěnami.

5.2 Harmonogram pokusu

Tráva a podestýlka byly odebírány 1 x měsíčně. Odběr materiálu byl prováděn od května 2013 do června 2014. Vzorky trávy byly odebírány od května 2013, vzorky podestýlky od července 2013. Tráva byla odebírána z pastviny, z několika různých míst v těsné blízkosti faeces, nejlépe v ranních hodinách, kdy byla rosa, protože infekční larvy ve vlhku vylézají po stéblech nahoru. Podestýlka – sláma byla odebírána z přístřešku, vlhká, vyskytující se v blízkém okolí faeces ovcí. Po odebrání byla tráva i podestýlka vždy zvážena (váha zapsána) a ihned naložena do Baermannova aparátu (viz obr. č. 8). Hmotnost trávy se pohybovala v rozmezí 50 – 80 g, podestýlky 90 – 140 g.

5.3 Baermannova larvoskopická metoda – postup

Odběr materiálu:

- Podestýlku odebírat náhodně z několika míst přístřešku tak, aby vzorek obsahoval vlhkou již použitou podestýlku (ne čistou slámu).
- Trávu odebírat vlhkou (rosa či mrholení, ne po dešti) z několika míst v okolí faeces.
- Vzorek je nutné co nejrychleji dopravit do laboratoře, nebo dát do lednice (vzorek se nesmí zapařit).

Postup v laboratoři:

- Zvážit zvlášť trávu a podestýlku.
- Umístit plastový trychtýř do držáku. Do trychtýře – na jehož spodní vyústění je napojena gumová trubice opatřená svorkou – vložit sítko.
- Zváženou podestýlku vložit do sítka s tenkou vrstvou buničiny nebo gázy.

- Dolít vodou (voda musí dosahovat minimálně do 1/3 podestýlky), pod gumovou trubicí je vhodné vložit kádinku, kdyby došlo k nechtěnému úniku několika kapek vody.
- Nechat takto zalité 24 hodin, během této doby larvy migrují ke dnu, kde se usazují v gumové trubicí nad svorkou.
- Druhý den stočit larvy do špičaté šampusky tak, že povolíme svorku.



Obr. č. 8: Baermannův aparát (převzato z: <http://www2.vetagro-sup.fr/etu/copro/sommaire/techniques/photos/baermann.jpg>)

Uchování:

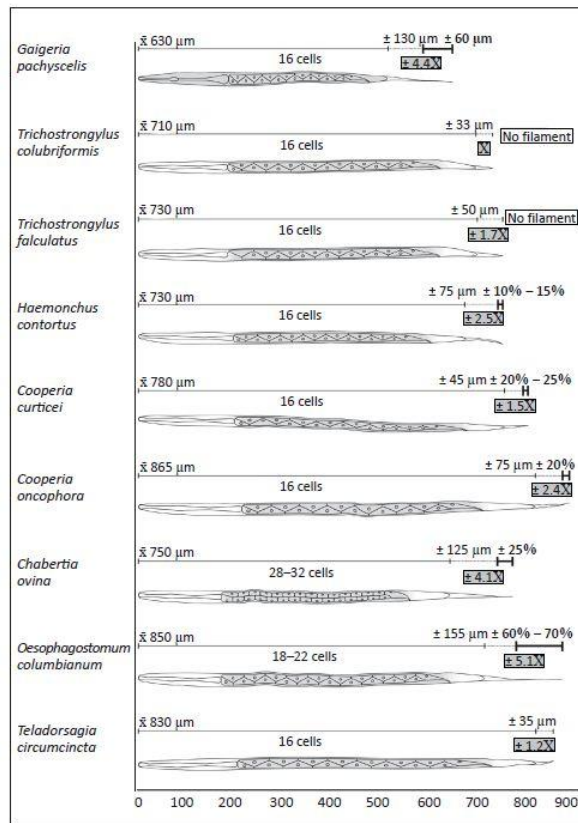
- Larvy lze uchovávat při 4 °C (teploměr do lednice a vyzkoušet optimální nastavení) v označené zkumavce.

Prohlížení:

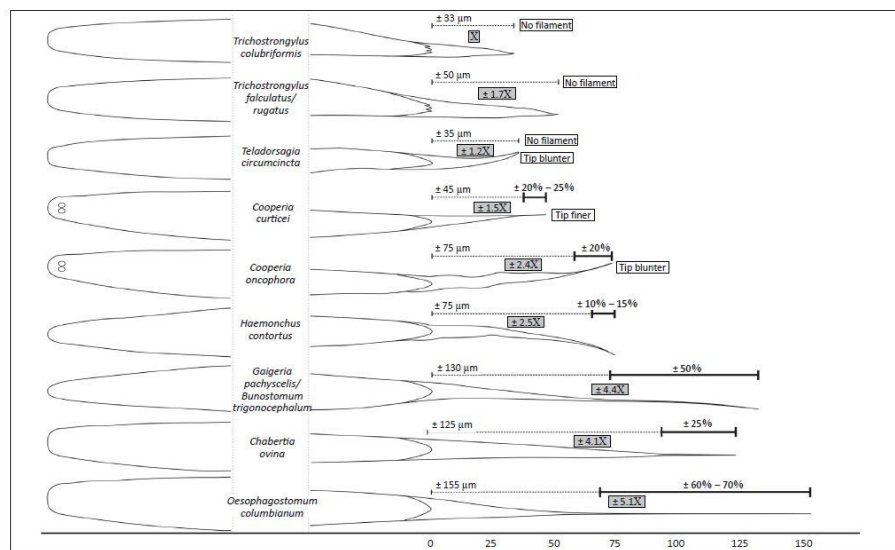
- Larvy je nejlepší prohlížet ihned druhý den po sedimentaci.
- Ze dna špičaté šampusky pipetou odsajeme malé množství a naplníme 1 komůrku.
- Larvy v komůrce usmrtíme Lugolovým roztokem.
- Pod mikroskopem určujeme infekční larvy dle klíče (viz obr. č. 9 a 10) a počítáme jejich množství.
- Ze šampusky odsáváme tak dlouho, až pod mikroskopem nezjistíme žádnou larvu.

Přepočet:

- Celkový počet infekčních larev každého rodu (druhu) přepočítat na 1 kg podestýlky.
- Zjištěné hodnoty zapsat (spolu s: informací zda se jednalo o trávu či podestýlku, hostitelem, místem a datem odběru)



Obr. č. 9: Klíč k určování infekčních larev (L3) číslo 1 (převzato z: Wyk et Mayhew, 2013)



Obr. č. 10: Klíč k určování infekčních larev (L3) číslo 2 (převzato z: Wyk et Mayhew, 2013)

5.4 Odčervení ovčí

Odčervení ovčí proběhlo v únoru 2014 přípravkem Cydectin 0,1 % (viz obr. č. 11). Jedná se o perorální roztok (drenche) pro ovce. Účinná látka tohoto přípravku je moxidectin. Každý ml obsahuje 1 mg účinné látky Moxidectin Solid a pomocné látky: benzylalkohol 40 mg, butylovaný hydroxytoluen 2,5 mg a edetát disodný 0,27 mg. Používá se pro léčbu a prevenci infekcí způsobených těmito dospělými a nedospělými gastrointestinálními hlísticemi:

vlasovka slezová – *Haemonchus contortus* (včetně inhibovaných larev), *Ostertagia circumcincta* (včetně inhibovaných larev), *Ostertagia trifurcata*, *Trichostrongylus axei* (včetně inhibovaných larev), *Trichostrongylus colubriformis*, *Trichostrongylus vitrinus*, *Nematodirus battus*, *Nematodirus spathiger*, vlasovka růžová – *Nematodirus filicolis* (pouze dospělí), *Strongyloides papillosus* (pouze larvální stadia), vlasovka drobná – *Cooperia curticei* (pouze dospělí), *Cooperia oncophora*, zubovka jelení – *Oesophagostomum columbianum*, zubovka kozí – *Oesophagostomum venulosum* (pouze dospělí), zubovka ovčí – *Chabertia ovina*, tenkohlavec ovčí – *Trichuris ovis* (pouze dospělí).

Dále se používá proti dospělým hlísticím napadajícím dýchací cesty: průduchovka ovčí (*Dictyocaulus filaria*).

Má trvalý účinek při prevenci reinfekce: 5 týdnů pro hlístici *Ostertagia circumcincta* a vlasovku slezovou (*Haemonchus contortus*), po dobu 4 týdnů pro zubovku jelení (*Oesophagostomum columbianum*).

Klinické studie experimentálně vyvolané a přirozené infekce ukázaly, že přípravek je účinný proti určitým druhům rezistentním na benzimidazol: vlasovka slezová (*Haemonchus contortus*), *Ostertagia circumcincta*, *Trichostrongylus colubriformis*, vlasovka drobná (*Cooperia curticei*).



Obr. č. 11: Přípravek Cydectin pro ovce a jehňata spolu s aplikátorem (převzato z: <<http://www2.vetagro-sup.fr/etu/copro/sommaire/techniques/photos/baermann.jpg>>)

U přípravku nejsou známy žádné kontraindikace, není nutné žádné zvláštní opatření při používání. Nežádoucí účinky nejsou známy. Bylo prokázáno, že používání moxidectinu v době rozmnožování, březosti a laktace je bezpečné. Interakce s jinými léčivými přípravky není známa. Před podáním nesmí být smíchán s jinými veterinárními léčivy. Přípravek by měl být podáván ve formě 1 perorálního drenče 1ml na 5 kg živé tělesné hmotnosti, což odpovídá 200 ug moxidectinu na 1 kg živé tělesné hmotnosti za použití drenčovací pumpy. Doba použitelnosti je 24 měsíců, po otevření se má spotřebovat do 6 – ti měsíců. Uchovávat by se měl při teplotě do 25 °C, chránit před světlem.

Moxidectin je účinný proti širokému spektru hospodářsky významných endoparazitů i ektoparazitů. Je druhou generací makrocyclických laktonů ze skupiny milbemycinu. Jeho hlavním způsobem účinku je narušování neuromuskulárního přenosu GABA (kyseliny gama – aminomáselné) nebo glutamátových vstupů chloridových kanálů. Stimuluje uvolňování GABA a postsynapticky zvyšuje její vazbu na receptory. Výsledkem je ochablost případně smrt parazitů.

5.5 Statistické metody

Použité statistické metody v práci:

1) aritmetický průměr

- v jistém smyslu vyjadřuje typickou hodnotu popisující statistický soubor
- není však robustní vůči extrémním hodnotám v souboru
- byl vypočítán dle vzorce:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

2) rozptyl

- udává, jak jsou hodnoty v souboru rozptýleny, čím je rozptyl větší, tím více se hodnoty odchylují od hodnot průměrných
- byl vypočítán dle tzv. výpočetního tvaru rozptylu, jehož vzorec je v podstatě matematickým zjednodušením vzorce původního:

$$s^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 = \frac{\sum_{i=1}^n x_i^2}{n} - \left(\frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \right)^2 = \bar{x}^2 - \bar{x}^2$$

3) směrodatná odchylka

- vypovídá o tom, jak se od sebe liší případy v souboru
- jestliže je směrodatná odchylka malá, znamená to, že prvky daného souboru si jsou většinou vzájemně podobné
- velká směrodatná odchylka naopak signalizuje větší vzájemné odlišnosti
- byla vypočítána jako druhá odmocnina z rozptylu a je definována předpisem:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

6 Výsledky

Vzorky trávy byly odebírány z pastviny od května 2013, podestýlky od července 2013. Odběry trávy i podestýlky byly ukončeny v červnu 2014. Výsledky jsem získávala průběžně z chovu ovcí Demonstráčnická a experimentální stáje ČZU. Odčervení ovcí plemene Charollais a Suffolk (beran) spolu s jejich potomky (kříženci) proběhlo v únoru 2014 přípravkem Cydectin 0,1 % s účinnou látkou moxidectin. Níže jsou uvedeny počty nalezených infekčních larev v tabulkách (viz tab. č. 1 – 2) a grafech (viz graf č. 1 – 7).

Z grafů (č. 1 – 7) je patrné, že počty infekčních larev ve vnějším prostředí se během roku mění. Hypotéza této práce byla tedy potvrzena.

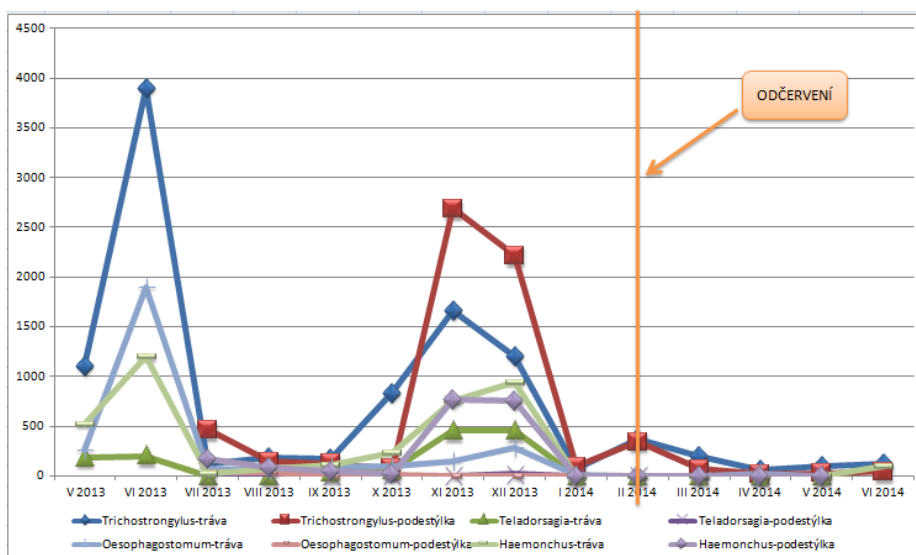
ČZU tráva	datum sběru:	V 2013	VI 2013	VII 2013	VIII 2013	IX 2013	X 2013	XI 2013	XII 2013	I 2014	II 2014	III 2014	IV 2014	V 2014	VI 2014	
	<i>Trichostrongylus</i>	1105	3900	124	185	177	837	1663	1206	72	370	198	62	100	127	10126
	<i>Teladorsagia</i>	184	200	0	0	32	55	454	452	0	0	0	0	0	0	1377
	<i>Oesophagostomum</i>	263	1900	75	62	97	91	151	288	12	0	0	23	0	0	2962
	<i>Haemonchus</i>	519	1200	25	77	113	237	756	945	0	0	0	0	0	91	3963
Σ	2071	7200	224	324	419	1220	3024	2891	84	370	198	85	100	218	18428	

Tab. č. 1: Souhrnná tabulka s počty nalezených infekčních larev na pastvině (přepočteno na 1kg trávy)

ČZU podestýlka	datum sběru:	VII 2013	VIII 2013	IX 2013	X 2013	XI 2013	XII 2013	I 2014	II 2014	III 2014	IV 2014	V 2014	VI 2014	
	<i>Trichostrongylus</i>	467	143	125	78	2688	2217	96	346	72	21	26	44	6323
	<i>Teladorsagia</i>	0	0	0	0	0	22	0	0	0	0	0	0	22
	<i>Oesophagostomum</i>	33	29	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	75
	<i>Haemonchus</i>	167	86	50	26	768	760	0	0	0	0	0	0	1857
Σ	667	258	175	117	3456	2999	96	346	72	21	26	44	8277	

Tab. č. 2: Souhrnná tabulka s počty nalezených infekčních larev v podestýlce (přepočteno na 1kg podestýlky)

Z tabulek (č. 1 – 2) lze mimo jiné zjistit, že v průběhu vyšetřování byly v různém počtu v jednotlivých měsících nalezeny tyto 4 rody hlístic: *Trichostrongylus*, *Haemonchus*, *Oesophagostomum* a *Teladorsagia*.



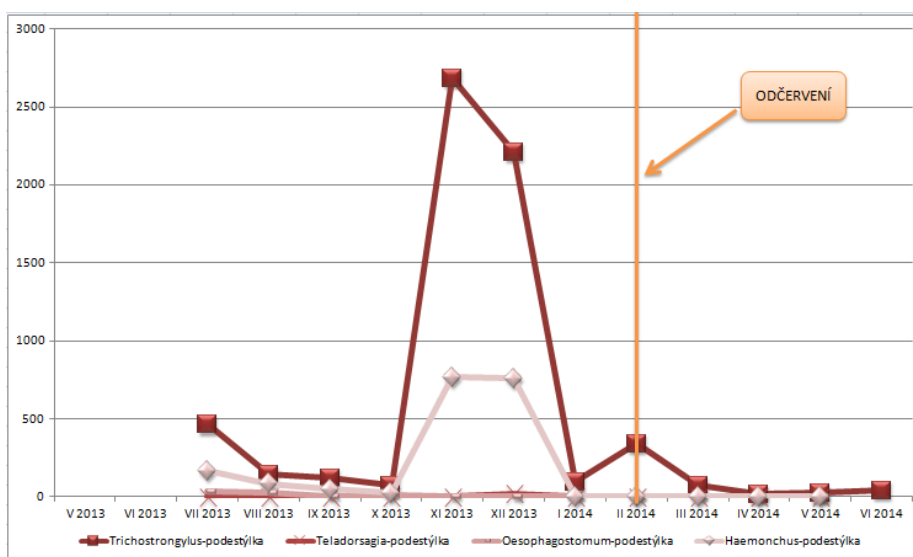
Graf č. 1: Souhrnný graf nalezených infekčních larev

Celkově bylo nalezeno nejvíce infekčních larev v červnu 2013 v trávě, jednalo se o rod *Trichostrongylus* (3900 L3/kg). Druhým nejpočetnějším nálezem byly larvy rodu *Trichostrongylus* v podestýlce v listopadu 2013 (2688 L3/kg). Infekční larvy rodu *Trichostrongylus* byly v různém počtu nalézány každý měsíc během vyšetřování v trávě i v podestýlce, přičemž nejméně jich bylo nalezeno v dubnu 2014 (21 L3/kg) v podestýlce. Celkově nejméně byly zastoupeny infekční hlístice rodu *Teladorsagia*, které byly v trávě zaznamenány v květnu, červnu, září, říjnu, listopadu a prosinci 2013 a v podestýlce byly zaznamenány pouze v prosinci 2013.

Sestupně řazené nalezené infekční larvy po sečtení všech larev daného rodu za celé vyšetřovací období: *Trichostrongylus* – tráva (10 126 L3/kg), *Trichostrongylus* – podestýlka (6323 L3/kg), *Haemonchus* – tráva (3963 L3/kg), *Oesophagostomum* – tráva (2962 L3/kg), *Haemonchus* – podestýlka (1857 L3/kg), *Teladorsagia* – tráva (1377 L3/kg), *Oesophagostomum* – podestýlka (75 L3/kg) a *Teladorsagia* – podestýlka (22 L3/kg).

Nejvíce infekčních larev po sečtení všech 4 rodů v jednotlivých měsících bylo v trávě nalezeno v červnu (7200 L3/kg), listopadu (3024 L3/kg), prosinci (2891 L3/kg) a květnu (2071 L3/kg) 2013; v podestýlce v listopadu (3456 L3/kg), prosinci (2999 L3/kg) a červenci (667 L3/kg) 2013. Nejméně infekčních larev po sečtení všech 4 rodů v jednotlivých měsících bylo v trávě zaznamenáno v lednu (84 L3/kg) a dubnu (85 L3/kg) 2014; v podestýlce v dubnu (21 L3/kg) a květnu (26 L3/kg) 2014.

Celkově bylo nalezeno více infekčních larev v trávě 18 428 (L3/kg) oproti podestýlce 8277 (L3/kg).

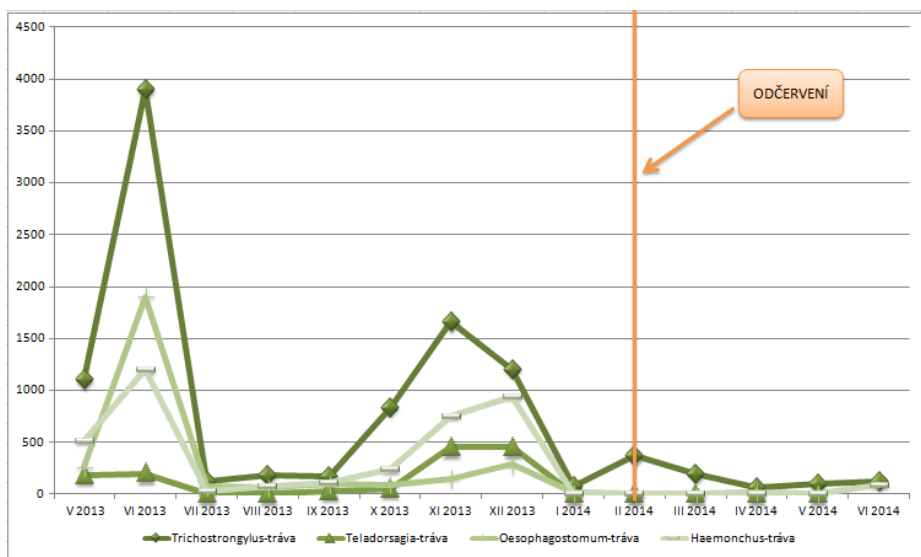


Graf č. 2: Nálezy infekčních larev hlístic v podestýlce ovčí

V podestýlce bylo nalezeno nejvíce infekčních larev v listopadu 2013 (2688 L3/kg). Tyto infekční larvy byly rodu *Trichostrongylus*, druhý nejpočetnější nález tohoto druhu a zároveň i celkově druhý nejpočetnější nález infekčních larev v podestýlce byl zaznamenán v prosinci 2013 (2217 L3/kg). Druhým nejhojněji zastoupeným rodem byl v podestýlce rod *Haemonchus*, který dosahoval vrcholu v listopadu a prosinci 2013 s počtem 768 a 760 infekčních larev (L3) na 1 kilogram podestýlky.

V podestýlce byl za sledované období nejméně zastoupeným rodem rod *Teladorsagia*. Tento rod byl zaznamenán pouze v prosinci 2013 (22 L3/kg).

Sestupně řazené nalezené infekční larvy v podestýlce po sečtení všech larev daného rodu za celé vyšetřovací období: *Trichostrongylus* – podestýlka (6323 L3/kg), *Haemonchus* – podestýlka (1857 L3/kg), *Oesophagostomum* – podestýlka (75 L3/kg) a *Teladorsagia* – podestýlka (22 L3/kg).

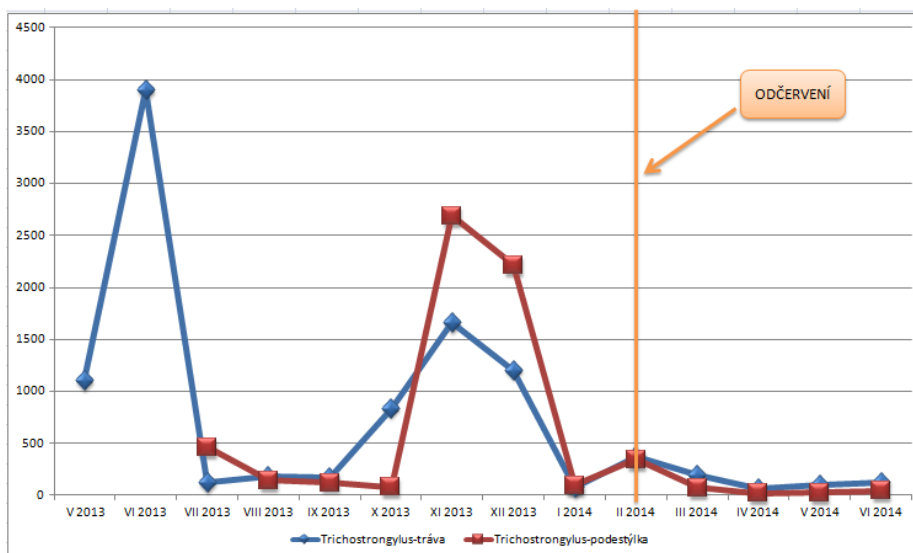


Graf č. 3: Nálezy infekčních larev hlístic na pastvině ovčí

Na pastvině bylo nalezeno nejvíce infekčních larev v červnu 2013, šlo o rod *Trichostrongylus* (3900 L3/kg). Po druhé byl největší počet infekčních larev tohoto rodu v trávě nalezen v listopadu 2013 (1663 L3/kg). Druhým nejčetnějším nálezem infekčních larev v trávě celkově byl rod *Oesophagostomum* (1900 L3/kg), který byl zaznamenán v červnu 2013.

Nejméně byl na pastvině zastoupen rod *Teladorsagia*, který zde nebyl zaznamenán vůbec v červenci a srpnu 2013 a v lednu – červnu 2014.

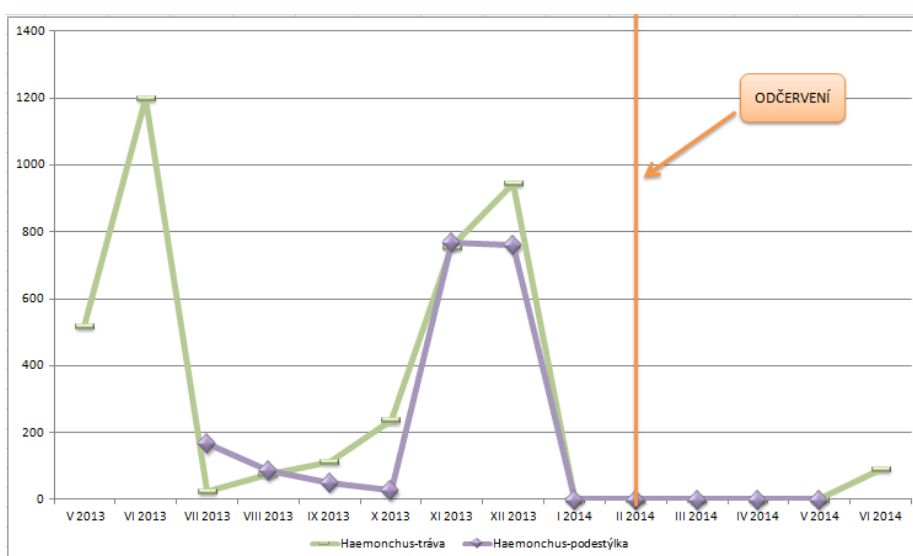
Sestupně řazené nalezené infekční larvy na pastvině po sečtení všech larev daného rodu za celé vyšetřovací období: *Trichostrongylus* – tráva (10 126 L3/kg), *Haemonchus* – tráva (3963 L3/kg), *Oesophagostomum* – tráva (2962 L3/kg) a *Teladorsagia* – tráva (1377 L3/kg).



Graf č. 4: Nalezené infekční larvy hlístic rodu *Trichostrongylus* – porovnání nálezů na pastvině a v podestýlce ovcí

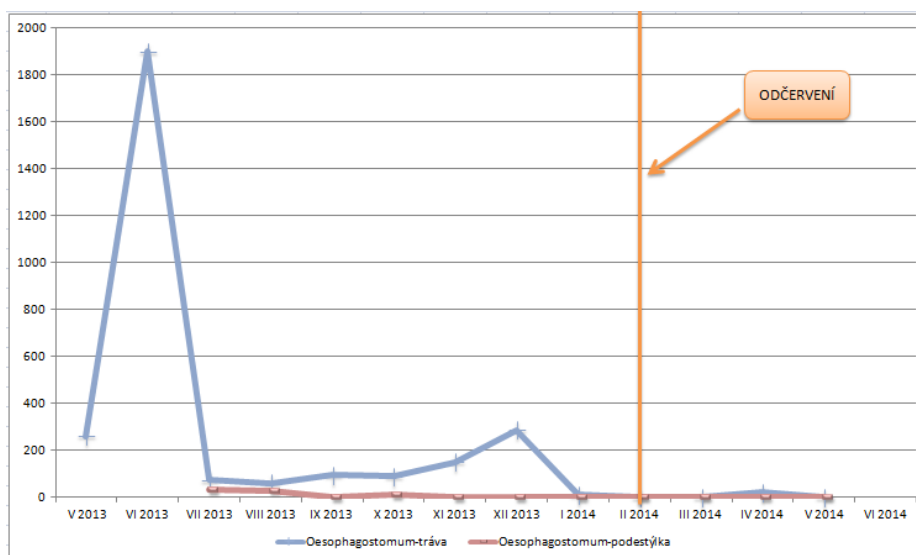
Rod *Trichostrongylus* byl při vyšetřování nejvíce zaznamenán v červnu 2013 na pastvině (3900 L3/kg). V podestýlce bylo nejvíce infekčních larev rodu *Trichostrongylus* objeveno v listopadu 2013 (2688 L3/kg).

Nejméně infekčních larev tohoto rodu v trávě, bylo nalezeno v dubnu 2014 (62 L3/kg). Nejmenší počet zjištěných infekčních larev v podestýlce pochází rovněž z dubna 2014 (21 L3/kg). Rod *Trichostrongylus* byl ze zkoumaných rodů jediným rodem, který za celé období vyšetřování neměl v trávě či podestýlce ani jeden nulový nález.



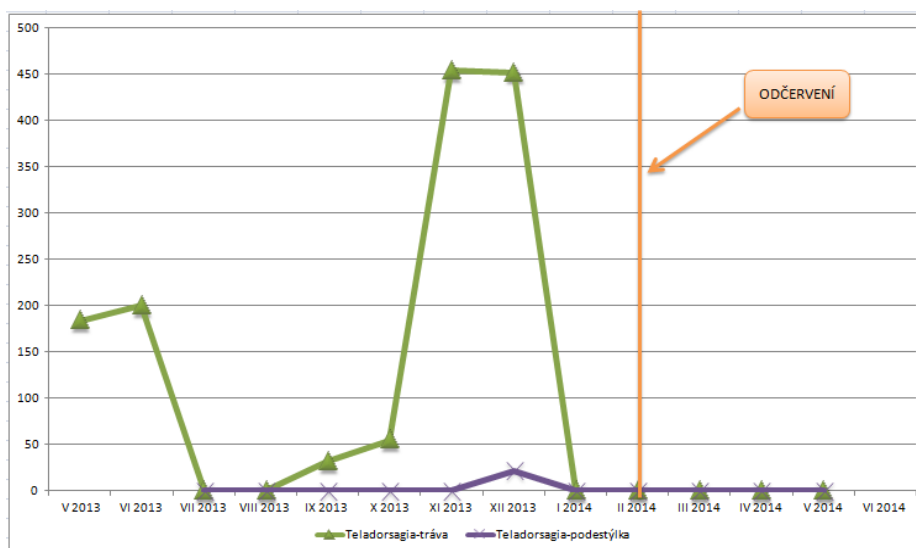
Graf č. 5: Nalezené infekční larvy hlístic rodu *Haemonchus* – porovnání nálezů na pastvině a v podestýlce ovcí

Infekční larvy rodu *Haemonchus* byly nejvíce zastoupeny v červnu 2013 na pastvině (1200 L3/kg). V podestýlce bylo nejvíce jedinců tohoto rodu nalezeno v listopadu 2013 (768 L3/kg) a prosinci 2013 (760 L3/kg). V období od ledna do června 2014 nebyl tento rod v podestýlce nalezen vůbec. V trávě nebyl tento rod zaznamenán od ledna do května.



Graf č. 6: Nalezené infekční larvy hlístic rodu *Oesophagostomum* – porovnání nálezů na pastvině a v podestýlce ovcí

Nejvíce infekčních larev hlístic rodu *Oesophagostomum* bylo nalezeno v červnu 2013 (1900 L3/kg), tyto infekční larvy pocházely z pastviny. Největší počet infekčních larev tohoto rodu v podestýlce byl zaznamenán v červenci 2013 (33 L3/kg). Na pastvině nebyly zaznamenány žádné infekční larvy rodu *Oesophagostomum* v následujících měsících: únor 2014, březen 2014, květen 2014 a červen 2014. V podestýlce byl nulový nález tohoto rodu častější: září 2013, listopad 2013, prosinec 2013, leden – červen 2014.



Graf č. 7: Nalezené infekční larvy hlístic rodu *Teladorsagia* – porovnání nálezů na pastvině a v podestýlce ovcí

Největší počet infekčních jedinců rodu *Teladorsagia* byl nalezen v listopadu (454 L3/kg) a prosinci (452 L3/kg) 2013 v trávě. V podestýlce byl tento rod zaznamenán pouze v prosinci 2013 (22 L3/kg). V trávě nebyl tento rod zaznamenán vůbec v těchto měsících: červenec 2013, srpen 2013 a leden – červen 2014.

6.1 Statistické vyhodnocení

V tabulkách číslo 3 a 4 (viz dále) se nalézají pomocné výpočty zjištěných počtů nalezených rodů infekčních larev (L3) hlístic z pastviny a podestýlky ovcí pro následné statistické vyhodnocení zjištěných dat. Pro přehlednost jsou dále rodová jména zkrácena takto: *Trichostrongylus* = *Tricho*, *Teladorsagia* = *Telado*, *Oesophagostomum* = *Oeso*, *Haemonchus* = *Haemo*.

rody infekčních larev (L3) nalezených hlístic

Tráva	<i>Tricho</i>	<i>Telado</i>	<i>Oeso</i>	<i>Haemo</i>	x_i^2 _{<i>Tricho</i>}	x_i^2 _{<i>Telado</i>}	x_i^2 _{<i>Oeso</i>}	x_i^2 _{<i>Haemo</i>}
V 2013	1 105	184	263	519	1 221 025	33 856	69 169	269 361
VI 2013	3 900	200	1 900	1 200	15 210 000	40 000	3 610 000	1 440 000
VII 2013	124	0	75	25	15 376	0	5 625	625
VIII 2013	185	0	62	77	34 225	0	3 844	5 929
IX 2013	177	32	97	113	31 329	1 024	9 409	12 769
X 2013	837	55	91	237	700 569	3 025	8 281	56 169
XI 2013	1 663	454	151	756	2 765 569	206 116	22 801	571 536
XII 2013	1 206	452	288	945	1 454 436	204 304	82 944	893 025
I 2014	72	0	12	0	5 184	0	144	0
II 2014	370	0	0	0	136 900	0	0	0
III 2014	198	0	0	0	39 204	0	0	0
IV 2014	62	0	23	0	3 844	0	529	0
V 2014	100	0	0	0	10 000	0	0	0
VI 2014	127	0	0	91	16 129	0	0	8 281
Σ	10 126	1 377	2 962	3 963	21 643 790	488 325	3 812 746	3 257 695

Tab. č. 3 : Pomocné výpočty pro počty infekčních larev nalezených na pastvině ovcí

rody infekčních larev (L3) nalezených hlístic

Podestýlka	<i>Tricho</i>	<i>Telado</i>	<i>Oeso</i>	<i>Haemo</i>	x_i^2 _{<i>Tricho</i>}	x_i^2 _{<i>Telado</i>}	x_i^2 _{<i>Oeso</i>}	x_i^2 _{<i>Haemo</i>}
VII 2013	467	0	33	167	218 089	0	1 089	27 889
VIII 2013	143	0	29	86	20 449	0	841	7 396
IX 2013	125	0	0	50	15 625	0	0	2 500
X 2013	78	0	13	26	6 084	0	169	676
XI 2013	2 688	0	0	768	7 225 344	0	0	589 824
XII 2013	2 217	22	0	760	4 915 089	484	0	577 600
I 2014	96	0	0	0	9 216	0	0	0
II 2014	346	0	0	0	119 716	0	0	0
III 2014	72	0	0	0	5 184	0	0	0
IV 2014	21	0	0	0	441	0	0	0
V 2014	26	0	0	0	676	0	0	0
VI 2014	44	0	0	0	1 936	0	0	0
Σ	6 323	22	75	1857	12 537 849	484	2 099	1 205 885

Tab. č. 4: Pomocné výpočty pro počty infekčních larev nalezených v podestýlce ovcí

Nyní vypočítáme aritmetické průměry nalezených rodů infekčních larev z trávy a podestýlky:

1) Průměrné hodnoty objemů jednotlivých nalezených rodů infekčních larev (L3) hlístic z trávy:

$$\bar{x}_{Tricho} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{10\,126}{14} = 723,3 \text{ ks/1kg trávy}$$

$$\bar{x}_{Telado} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{1\,377}{14} = 98,4 \text{ ks/1kg trávy}$$

$$\bar{x}_{Oeso} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{2\,962}{14} = 211,6 \text{ ks/1kg trávy}$$

$$\bar{x}_{Haemo} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{3\,963}{14} = 283,1 \text{ ks/1kg trávy}$$

2) Průměrné hodnoty objemů jednotlivých nalezených rodů infekčních larev (L3) hlístic z podestýlky:

$$\bar{y}_{Tricho} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{6323}{12} = 526,9 \text{ ks/1kg podestýlky}$$

$$\bar{y}_{Telado} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{22}{12} = 1,83 \text{ ks/1kg podestýlky}$$

$$\bar{y}_{Oeso} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{75}{12} = 6,3 \text{ ks/1kg podestýlky}$$

$$\bar{y}_{Haemo} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{1857}{12} = 154,8 \text{ ks/1kg podestýlky}$$

Dílčí závěr:

Aritmetické průměry hodnot počtů infekčních larev (L3) hlístic jednotlivých rodů v trávě a podestýlce se zásadně liší.

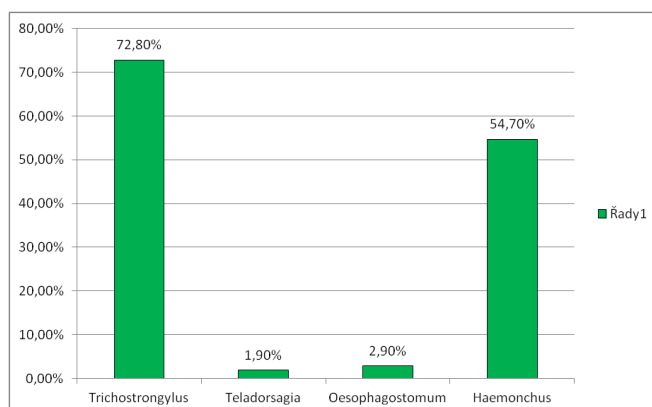
Na základě vypočtených aritmetických průměrů můžeme dále posoudit vztahy počtů infekčních larev mezi podestýlkou a pastevní trávou, přičemž aritmetické průměry jednotlivých rodů infekčních larev získaných z podestýlky jsou dále označeny jako \bar{y} a aritmetické průměry jednotlivých rodů infekčních larev z pastevní trávy jako \bar{x} . Výsledky jsou znázorněny graficky, viz níže v grafu č. 8.

$$\frac{\bar{y}_{Tricho}}{\bar{x}_{Tricho}} = \frac{526,9}{723,3} = 0,728 = 72,8 \%$$

$$\frac{\bar{y}_{Telado}}{\bar{x}_{Telado}} = \frac{1,83}{98,4} = 0,019 = 1,9 \%$$

$$\frac{\bar{y}_{Oeso}}{\bar{x}_{Oeso}} = \frac{6,3}{211,6} = 0,029 = 2,9 \%$$

$$\frac{\bar{y}_{Haemo}}{\bar{x}_{Haemo}} = \frac{154,8}{283,1} = 0,547 = 54,7 \%$$



Graf č. 8: Vztahy počtů infekčních larev mezi podestýlkou a pastevní trávou (aritmetické průměry a podíly v procentech)

Tyto výsledky ukazují, že k největším rozdílům došlo u rodů *Teladorsagia* a *Oesophagostomum*.

Kromě aritmetických průměrů můžeme porovnávat i směrodatné odchylky obou souborů. Pro zjištění směrodatných odchylek musíme nejprve vypočítat rozptyl hodnot v souboru, který vypočítáme pomocí vzorce:

$$S_x^2 = \frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n} = \overline{x^2} - \bar{x}^2$$

Výpočet rozptylů pro hodnoty z pastevní trávy:

$$S_{x\text{Tricho}}^2 = \frac{21\,643\,790}{14} - 723,3^2 = 1\,545\,985 - 523\,163 = 1\,022\,822$$

$$S_{x\text{Telado}}^2 = \frac{488\,325}{14} - 98,4^2 = 34\,880 - 9\,682,6 = 25\,197,4$$

$$S_{x\text{Oeso}}^2 = \frac{3\,812\,746}{14} - 211,6^2 = 272\,339 - 44\,774,6 = 227\,564,4$$

$$S_{x\text{Haemo}}^2 = \frac{3\,257\,695}{14} - 283,1^2 = 232\,692,5 - 80\,145,6 = 152\,546,9$$

Z rozptylů hodnot dále vypočítáme směrodatné odchylky jako druhé odmocniny z rozptylů. Výpočet směrodatných odchylek pro pastevní trávou:

$$S_{x\text{Tricho}} = \sqrt{S_{x\text{Tricho}}^2} = \sqrt{1\,022\,822} = 1011,3 \text{ L3}$$

$$S_{x\text{Telado}} = \sqrt{S_{x\text{Telado}}^2} = \sqrt{25\,197,4} = 158,7 \text{ L3}$$

$$s_{x Oeso} = \sqrt{s_{x Oeso}^2} = \sqrt{227\,564,4} = 477 \text{ L3}$$

$$s_{x Haemo} = \sqrt{s_{x Haemo}^2} = \sqrt{152\,546,9} = 390,6 \text{ L3}$$

Pomocí vypočtených směrodatných odchylek nyní stanovíme pohyblivost hodnot počtů infekčních larev (L3) z pastevní trávy:

Trichostrongylus: $723,3 \pm 1011,3$ L3/1 kg trávy

Teladorsagia: $98,4 \pm 158,7$ L3/1 kg trávy

Oesophagostomum: $211,6 \pm 477$ L3/1 kg trávy

Haemonchus: $283,1 \pm 390,6$ L3/1 kg trávy

Nyní budeme postupovat stejným způsobem pro zjištění pohyblivosti hodnot počtů infekčních larev (L3) z podestýlky. Pro podestýlku tedy vypočítáme postupně rozptyl a směrodatnou odchylku.

Výpočet rozptylů hodnot dle vzorce:

$$s_y^2 = \overline{y^2} - \bar{y}^2$$

$$s_{y Tricho}^2 = \frac{12\,537\,849}{12} - 526,9^2 = 1\,044\,820,8 - 277\,623,6 = 767\,197,2$$

$$s_{y Telado}^2 = \frac{484}{12} - 1,83^2 = 40,3 - 3,3 = 37$$

$$s_{y Oeso}^2 = \frac{2\,099}{12} - 6,3^2 = 174,9 - 39,69 = 135,21$$

$$s_{y Haemo}^2 = \frac{1\,205\,885}{12} - 154,8^2 = 100\,490,4 - 23\,963 = 76\,527,4$$

Výpočet směrodatných odchylek:

$$s_{y Tricho} = \sqrt{s_{y Tricho}^2} = \sqrt{767\,197,2} = 875,9 \text{ L3}$$

$$s_{y Telado} = \sqrt{s_{y Telado}^2} = \sqrt{37} = 6,1 \text{ L3}$$

$$s_{y Oeso} = \sqrt{s_{y Oeso}^2} = \sqrt{135,21} = 11,6 \text{ L3}$$

$$s_{y Haemo} = \sqrt{s_{y Haemo}^2} = \sqrt{76\,527,4} = 276,6 \text{ L3}$$

Pomocí vypočtených směrodatných odchylek nyní stanovíme pohyblivost hodnot počtů infekčních larev (L3) z podestýlky:

Trichostrongylus: $526,9 \pm 875,9$ L3/1 kg podestýlky

Teladorsagia: $1,83 \pm 6,1$ L3/1 kg podestýlky

Oesophagostomum: $6,3 \pm 11,6$ L3/1 kg podestýlky

Haemonchus: $154,8 \pm 276,6$ L3/1 kg podestýlky

6.1.1 Závěr statistického vyhodnocení

Práce zkoumá dva druhy jevů:

- mapování výskytu infekčních stádií larev (L3) gastrointestinálních hlístic parazitujících u ovcí na pastvině a v podestýlce během jednotlivých měsíců v roce,
- vliv odčervovacího procesu použitím chemické látky.

První část zkoumání potvrdila představenou hypotézu, že během roku se počty infekčních larev ve vnějším prostředí mění. Po použití chemického prostředku by mělo dojít ke snížení počtu infekčních larev (L3) hlístic. Byla proto použita kvantitativní analýza a to nejen pro pastvinu zvlášť a podestýlku zvlášť, ale rovněž bylo provedeno srovnání obou skupin, trávy a podestýlky.

Přitom bylo zjištěno několik skutečností:

1) Aritmetické průměry hodnot počtů infekčních larev (L3) hlístic jednotlivých rodů v trávě a podestýlce se zásadně liší.

2) Původní hypotéza, že počty larev ve vnějším prostředí se během roku mění, byla potvrzena statistickým šetřením.

3) Ukázalo se, že použití přípravku Cydectin 0,1 % s účinnou látkou moxidectin přineslo snížení počtu infekčních larev (L3) hlístic, i když u rodu *Trichostrongylus* došlo ve dvou obdobích před odčervením k obrovskému nárůstu až na 2688 a 2217 jedinců na 1 kg podestýlky.

4) Ukázaly se obrovské odchylky od průměrných hodnot, a to jak při odběrech trávy, tak podestýlky. I přes tyto odchylky se však po odčervení ukazuje významné snížení objemů infekčních larev (L3) hlístic v trávě a podestýlce.

7 Diskuze

Studie autorů Sissay et al. (2006) zabývající se sezónní dynamikou infekčních gastrointestinálních hlístic ovcí byla provedena v semiaridních (oblasti s polosuchým podnebím) oblastech regionu východní Etiopie. Tato studie probíhala od května 2003 do září 2005. Do experimentu bylo zahrnuto celkem 60 ovcí. Tyto ovce se pohybovaly volně na pastvině a mohly se dostat do kontaktu s ovceci sousedních drobných zemědělců. Každý měsíc byly mimo jiné zaznamenávány i infekčních larvy hlístic (L3). Výsledky prokázaly zřetelné sezónní vlivy spojené s ročními srážkami. V této oblasti se střídají 4 různá roční období: krátké období dešťů (od poloviny března do poloviny května), krátké období sucha (od konce května do konce června), dlouhé období dešťů (začátek července do poloviny října) a dlouhé období sucha (od konce října do konce února). Přestože se srážky v této oblasti pohybují sezónně, lze očekávat, že klimatické podmínky jsou zde ku prospěchu po celý rok vývoji a přežívání volně žijících fází parazitů na pastvinách. Vysoká hladina infekce hlísticemi zde byla zaznamenána během krátkého a dlouhého období dešťů, přičemž vrcholy infekce nastaly v květnu a září každého roku. Nejčastěji zaznamenanou parazitickou hlísticí byla ve studii autorů Sissay et al. (2006) vlasovka slezová (*H. contortus*), následovaná rodem *Trichostrongylus* spp.

Výše uvedené závěry ze studie autorů Sissay et al. (2006) se shodují s hypotézou této práce, že počty infekčních larev ve vnějším prostředí se během roku mění, která byla v této práci potvrzena. Nejčastěji zaznamenanou parazitickou hlísticí ve studii autorů Sissay et al. (2006) byla vlasovka slezová (*Haemonchus contortus*), v našem pokusu byl však nejvíce zaznamenan rod *Trichostrongylus*. Následovaný, po sečtení infekčních larev hlístic (L3) nalezených rodů za celé vyšetřovací období, rodem *Haemonchus*.

Již dlouhou dobu přetrvává znepokojení nad použitím chemických přísad v krmivu hospodářských zvířat. Je třeba mít obavy i v případě moxidectinu, který byl použit pro odčervení v našem pokusu? Komerčně dostupné makrocyclické laktony (mezi něž je moxidectin řazen) jsou primárně vylučovány ve faeces a proti druhům hmyzu, které přirozeně žijí poblíž výkalů – kde nalézají prostředí pro svůj vývoj, byla pozorována insekticidní aktivita. Makrocyclické laktony jsou vysoce toxické pro některé druhy vodních organismů, dále mají jen malý vliv na sladkovodní řasy a nemají prakticky žádný vliv na klíčení a růst rostlin. Avšak rezidua ve zvířecích výkalech v sobě mají potenciál k ovlivnění vývoje členovců mnoha různými způsoby. Larvy řádu dvoukřídlých (Diptera) – podřádu kruhošví

(Cyclorrhapha) jsou obecně citlivější na makrocyclické laktony než larvy brouků (Coleoptera). Dospělí jedinci brouků však rezidui makrocyclických laktonů nalezenými ve faeces obvykle ovlivnění nejsou, pravděpodobně je tomu tak proto, že jsou vystaveni reziduí z makrocyclických laktonů méně oproti jejich larvám, které se faeces živí. Celkově lze říci, že komerčně dostupné milbemyciny (mezi něž patří moxidectin) se zdají být méně škodlivými pro testované mouchy a larvy brouků oproti avermektinům. Přestože makrocyclické laktony mají potenciál narušit faeces živočichů z ekologického hlediska, neexistuje žádný důkaz, který by potvrzoval dlouhodobé nepříznivé účinky reziduí makrocyclických laktonů, zejména pokud jsou podávány ve formě s prodlouženým uvolňováním, při degradaci faeces nebo při hromadění faeces na pastvinách. Ve většině systémů chovu bude větší část faeces bez obsahu reziduí z makrocyclických laktonů a tudíž v nich bude i bezpečné prostředí pro život určitého hmyzu. Do budoucna je tedy nepravděpodobné, že by použití makrocyclických laktonů mělo významný ekotoxikologický vliv v regionálním či snad v globálním měřítku (Vercruyse et Claerebout, 2014). Navíc sám výrobce deklaruje, jak již bylo v této práci zmíněno, že u přípravku nejsou známé žádné kontraindikace, není nutné žádné zvláštní opatření při používání. Nežádoucí účinky rovněž nejsou známy. Dokonce bylo prokázáno, že používání moxidectinu v době rozmnožování, březosti a laktace je bezpečné. Interakce s jinými léčivými přípravky též není známa. Výsledky studie Cringoli et al. (2009) rovněž ukázaly, že moxidectin podávaný per os podle pokynů výrobce je účinným a bezpečným anthelmintikem ovcí.

Přestože moxidectin patří do stejné chemické skupiny jako ivermektin, je účinný na gastrointestinální nematodózy ovcí a koz, které jsou na ivermektin rezistentní (Jurášek a kol. 1993). Toto tvrzení Juráška a kol. (1993) je však v rozporu s následujícími tvrzeními: Scheuerle et al. (2009), Papadopoulos et al. (2012) a Le Jambre et al. (2004). Se zvyšujícími se počty případů rezistence parazitů na anthelmintika, byl již nalezen dostatečně neúčinným i moxidectin a to ve Švýcarsku a jižním Německu, kde dosahoval pouze 44 % účinnosti (Scheuerle et al., 2009). Obecně jsou nejčastěji rezistentní tyto rody hlístic: *Teladorsagia*, *Haemonchus*, *Trichostrongylus* (Papadopoulos et al., 2012). Le Jambre et al. (2004) uvádějí jako rezistentní na moxidectin tyto druhy hlístic: *Trichostrongylus colubriformis* a vlasovku slezovou (*Haemonchus contortus*).

V naší práci byl zřejmě rod *Trichostrongylus* také vůči moxidectinu rezistentní, neboť infekční larvy L3 tohoto rodu byly nalézány po celé vyšetřovací období v trávě i v podestýlce, včetně doby po aplikaci moxidectinu, kdy se larvy L3 již neměly objevovat. Jedním z dalších nejčastěji uváděných rezistentních rodů je rod *Teladorsagia*. Tento rod

již po aplikaci moxidectinu nebyl při našem vyšetřování trávy a podestýlky nalezen vůbec. Rezistence rodu *Teladorsagia* tedy v naší práci potvrzena nebyla.

Lloberas et al. (2012) v Argentině při svém pokusu s 64 přirozeně infikovanými jehňaty plemene Romney Marsh zaznamenali významné rozdíly v účinnosti makrocyclických laktonů proti často rezistentní vlasovce slezové (*Haemonchus contortus*). U moxidectinu byla účinnost 89,6 %. Což je větší účinnost než ta, kterou zaznamenali proti vlasovce slezové (*H. contortus*) pro ivermectin 20,1 % a abamectin 39,7 %. Účinnost proti jiným druhům hlístic abomasa, tenkého a tlustého střeva byla po léčbě s každým makrocyclickým laktonem vyšší než 98 %.

V našem pokusu se moxidectin prokázal proti rodu *Haemonchus* účinným, neboť po jeho aplikaci v únoru roku 2014, nebyly infekční larvy L3 nalezeny v únoru, březnu, dubnu ani v květnu 2014. Rod *Haemonchus* byl nalezen až v červnu 2014 v trávě, avšak po takto dlouhé době od aplikace se již objevit může, protože výrobce uvádí trvalý účinek při reinfekci 5 týdnů. Rezistenci těchto parazitických hlístic rodu *Haemonchus* na moxidectin z tohoto důvodu proto nelze v našem výzkumu potvrdit.

Martínez – Valladares et al. (2010) zkoumali účinnost perorální formy moxidectinu v kombinaci s triclabendazolem proti gastrointestinálním hlísticím u přirozeně infikovaných ovcí. Pokus probíhal na experimentální farmě University of León ve Španělsku se 48 samicemi ve stáří 6 – 8 měsíců. Přípravky byly podávány v doporučené dávce tedy 0,2 mg moxidectinu/kg tělesné hmotnosti a 10 mg triclabendazolu/kg tělesné hmotnosti. Při pokusu zaznamenali účinnost přípravku proti *Teladorsagia circumcincta*, *Trichostrongylus axei*, *Trichostrongylus* spp., *Nematodirus* spp. a *Trichuris* spp. mezi 96 – 100 % pro všechny uvedené skupiny. Avšak maximální účinnost zaznamenaná proti *Oesophagostomum* spp. byla 85 % ve skupině 2. Infekční larvy L3 byly zjištěny ve všech skupinách.

V naší práci lze označit účinek moxidectinu proti rodu *Oesophagostomum* za 100 %, neboť po únorové aplikaci našeho anthelmintika nebyly nalézány infekční larvy L3 až do dubna 2014. Výrobce uvádí účinnost moxidectinu proti reinfekci tímto rodem po dobu 4 týdnů, což bylo splněno.

Z výše uvedeného lze tedy konstatovat, že moxidectin byl ještě v roce 1993 oproti současnosti účinný proti širšímu spektru parazitů, jak uvádí Jurášek a kol., 1993. To může být pokládáno za důkaz proběhlého vývoje rezistence parazitů. Proto je stále aktuálním problémem vývoj nových účinnějších anthelmintik.

Idris et al. (2012) zkoumali 3924 jehňat ve věku 3 – 15 měsíců. Tato jehňata byla z odlišných oblastí v Německu a měla různou genetickou výbavu (Merinoland, Rhoen, Texel, atd.). Vzorky byly odebírány během období pastvy v letech 2006 – 2008. Výsledky prokázaly shodně s předchozími, že převládajícím rodem byl také rod *Trichostrongylus* spp., který představoval 52,8 % ze všech larev L3; přičemž vlasovka slezová (*H. contortus*) představovala v této studii 32,9 %, *Teladorsagia* spp. 14 % a *Cooperia* spp. pouze 0,3 %. Infekční larvy L3 rodu *Trichostrongylus* byly nalezeny na všech zkoumaných farmách.

Infekce trávicího traktu helminty je nejčastější parazitární infekcí pasoucích se přežvýkavců po celém světě s důležitým ekonomickým dopadem. Tyto infekce vedou ke ztrátám při výrobě v důsledku snížení doживosti a snížení přírůstku. Toto tvrzení se v podstatě shoduje s tvrzením autorů Cringoli et al. (2009), kteří uvádějí, že: infekce gastrointestinálními hlísticemi způsobují snížení produkce, vyžadují náklady na léčbu a dokonce mohou způsobit i smrt chovaných zvířat. To vše jsou pro farmáře velké ekonomické ztráty. Mezi výhody moxidectinu však patří, že má oproti ivermectinu u ovcí delší perzistenci a udržuje jejich vyšší produkci mléka (Cringoli et al., 2009). Což je z ekonomického hlediska důležité.

Jak tedy proti helmintům nejlépe postupovat? Shalaby, 2013 například popisuje jako účinnou strategii pro zabránění anthelmintické rezistence karanténu, ta však ztrácí na významu, pokud jsou parazité již přítomni v chovném stádu. Z tohoto důvodu by měly být zavedeny přísné karanténní postupy pro všechny nové přírůstky. Tato praxe je důležitější než kdy jindy, neboť bylo v minulých letech zjištěno několik farem s kvalitními chovnými zvířaty, kde byla přítomna rezistence vlasovky slezové (*H. contortus*) a *T. colubriformis* vůči moxidectinu a benzimidazolům. Karanténa by měla být nejlépe na suchém pozemku, kde mohou být dobře odstraňovány výkaly. Každý nový přírůstek by měl dostat dávku složenou ze tří tříd anthelminticích léčiv a mělo by následovat koprologické vyšetření. 24 hodin před podáním by mělo být vysazeno krmivo, poté by měl být po sobě (ne dohromady) podán moxidectin, levamisol a albendazol v příslušné dávce pro ovce. Současná léčba anthelmintiky ze 2 různých tříd je další metodou prevence vývoje anthelmintické rezistence. Brito et al. (2013) ve své studii vyzkoumali, že současná pastva ovcí se skotem je pro ovce výhodná a může být nástrojem pro snížení potřeby anthelmintické léčby u ovcí (skot společnou pastvou s ovcemi však takto ovlivněn není, ve studii nebyl zjištěn pro skot na pastvině žádný rozdíl).

8 Závěr

Práce se zabývá zkoumáním výskytu infekčních stádií (gastrointestinálních hlístic parazitujících u ovcí) na pastvině a v podestýlce během jednotlivých měsíců v roce. V průběhu vyšetřování byly v různém počtu v jednotlivých měsících nalezeny tyto 4 rody hlístic: *Trichostrongylus*, *Haemonchus*, *Oesophagostomum* a *Teladorsagia*. Celkově bylo nalezeno nejvíce infekčních larev (třetího vývojového stadia L3) v červnu 2013 v trávě, jednalo se o rod *Trichostrongylus* (3900 L3/kg). Druhým nejpočetnějším nálezem byly larvy rodu *Trichostrongylus* v podestýlce v listopadu 2013 (2688 L3/kg). Infekční larvy rodu *Trichostrongylus* byly jako jediné v různém počtu nalézány každý měsíc během vyšetřování v trávě i v podestýlce. Celkově nejméně byly zastoupeny infekční larvy rodu *Teladorsagia*, které byly v trávě zaznamenány v květnu, červnu, září, říjnu, listopadu a prosinci 2013 a v podestýlce byly zaznamenány pouze v prosinci 2013. Celkově bylo nalezeno více infekčních larev v trávě 18 428 (L3/kg) oproti podestýlce 8277 (L3/kg).

V podestýlce bylo nalezeno nejvíce infekčních larev v listopadu 2013 (2688 L3/kg), tyto infekční larvy byly rodu *Trichostrongylus*. Druhým nejhojněji zastoupeným rodem byl v podestýlce rod *Haemonchus*, který dosahoval vrcholu v listopadu a prosinci 2013 s počtem 768 a 760 infekčních larev (L3) na 1 kilogram podestýlky. Nejméně zastoupeným rodem v podestýlce byl rod *Teladorsagia*, který byl zaznamenán pouze v prosinci 2013 (22 L3/kg).

Na pastvině bylo nalezeno nejvíce infekčních larev v červnu 2013, šlo o rod *Trichostrongylus* (3900 L3/kg). Druhým nejčetnějším nálezem infekčních larev v trávě celkově byl rod *Oesophagostomum* (1900 L3/kg), který byl zaznamenán v červnu 2013. Nejméně byl na pastvině zastoupen rod *Teladorsagia*, který zde nebyl zaznamenán vůbec v červenci a srpnu 2013 a v lednu – červnu 2014.

První část zkoumání tedy potvrdila představenou hypotézu, že během roku se počty infekčních larev ve vnějším prostředí mění.

Dále bylo při statistickém vyhodnocení zjištěno několik skutečností: 1) Aritmetické průměry hodnot počtů infekčních larev hlístic jednotlivých rodů v trávě a podestýlce se zásadně liší. 2) Původní hypotéza, že počty larev ve vnějším prostředí se během roku mění, byla potvrzena statistickým šetřením. 3) Ukázalo se, že použití přípravku Cydectin 0,1 % s účinnou látkou moxidectin přineslo snížení počtu infekčních larev (L3) hlístic. 4) Ukázaly se obrovské odchylky od průměrných hodnot, a to jak při odběrech trávy, tak podestýlky. I přes tyto odchylky se však po odčervení ukazuje významný pokles objemů infekčních larev (L3) hlístic v trávě a podestýlce.

9 Seznam literatury

Ali, D. N., Hennessy, D. R. 1995. The effect of reduced feed intake on the efficacy of oxfendazole against benzimidazole resistant *Haemonchus contortus* and *Trichostrongylus colubriformis* in sheep. *International Journal for Parasitology*. 25 (1). 71-74.

Argenzio, R. A., Southworth, M. 1974. Sites of organic acid production and absorption in the gastrointestinal tract of the pig. *American Journal of Physiology*. 228. 454-460.

Aviello, G., Abenavoli, L., Borrelli, F., Capasso, R., Izzo, A. A., Lembo, F., Romano, B., Capasso, F. 2009. Garlic: empiricism or science?. *Natural Product Communications*. 4 (12). 1785-1796.

Bach Knudsen, K. E. 1997. Carbohydrates and lignin of plant materials used in animal production. *Animal Feed Science & Technology*. 67. 319-338.

Bach Knudsen, K. E., Hansen I. 1991. Gastrointestinal implications in pigs of wheat and oat fractions. 1. Digestibility and bulking properties of polysaccharides and other major constituents. *British Journal of Nutrition*. 65 (2). 217-232.

Bach Knudsen, K. E., Jensen, B. B., Hansen, I. 1993. Digestion of polysaccharides and other major components in the small and large intestine of pigs fed diets consisting of oat fractions rich in beta-D-glucan. *British Journal of Nutrition*. 70 (2). 537-556.

Bach Knudsen, K. E., Jørgensen, H., Canibe, N. 2000. Quantification of the absorption of nutrients derived from carbohydrate assimilation: model experiment with catheterised pigs fed on wheat- or oat-based rolls. *British Journal of Nutrition*. 84 (4). 449-458.

Bawden, R. 1969. The establishment and survival of *Oesophagostomum columbianum* in male and female sheep given high and low protein doses. *Australian Journal of Agriculture Research*. 20. 1151-1159.

Bienvenu, E., Amabeoku, G. J., Eagles, P. K. 2002. Anticonvulsant activity of aqueous extract of *Leonotis leonorus*. *Phytomedicine*. 9 (3). 217-223.

Boddington, M. J., Mettrick, D. F. 1981. Production and reproduction in *Hymenolepis diminuta* (Platyhelminthes: Cestoda). *Canadian Journal of Zoology*. 59. 1962-1972.

Bolin, T. D., Davis, A. E., Cummins, A. G., Duncombe, V. M., Kelly, J. D. 1977. Effect of iron and protein deficiency on the expulsion of *Nippostrongylus brasiliensis* from the small intestine of the rat. *Gut*. 18 (3). 182-186.

Bown, M. D., Poppi, D. P., Sykes, A. R. 1991. Nitrogen transactions along the digestive tract of lambs concurrently infected with *Trichostrongylus colubriformis* and *Ostertagia circumcincta*. *British Journal of Nutrition*. 66 (2). 237-249.

Brito, D. L., Dallago, B. S., Louvandini, H., Santos, V. R., Torres, S. E., Gomes, E. F., Amarante, A. F., Melo, C. B., McManus, C. M. 2013. Effect of alternate and simultaneous grazing on endoparasite infection in sheep and cattle. *Brazilian Journal of Veterinary Parasitology*. 22 (4). 485-494.

Brown, M. D., Poppi, D. P., Sykes, A. R. 1991. The effect of post-ruminal infusion of protein or energy on the pathophysiology of *Trichostrongylus colubriformis* infection and body composition in lambs. *Australian Journal of Agricultural Research*. 42. 253-267.

Bundy, D. A. P., Golden, M. H. N. 1987. The impact of host nutrition on gastrointestinal helminth populations. *Parasitology*. 95 (3). 623-635.

Cenci, F. B., Louvandini, H., McManus, C. M., Dell'Porto, A., Costa, D. M., Araújo, S. C., Minho A. P., Abdalla A. L. 2007. Effects of condensed tannin from *Acacia mearnsii* on sheep infected naturally with gastrointestinal helminthes. *Veterinary Parasitology*. 144 (1-2). 132-137.

Clarke, K. R. 1968. The effect of a low protein diet and a glucose and filter paper diet on the course of infection of *Nippostrongylus brasiliensis*. *Parasitology*. 58 (2). 325-339.

Clutton – Brock, T. H., Pemberton, J. M. 2004. Soay Sheep: Dynamics and Selection in an Island Population. Cambridge University Press. Cambridge. 396 p. ISBN: 9780521529907.

Coles, G. C., East, J. M., Jenkins, S. N. 1974. The mechanism of action of the anthelmintic levamisole. 6 (4). 309-313.

Coop, R. L., Holmes, P. H. 1996. Nutrition and parasite interaction. International Journal for Parasitology. 26. 951-962.

Cornford, E. M., Diep, C. P., Rowley, G. A. 1983. *Schistosoma mansoni*, *Schistosoma japonicum*, *Schistosoma hematobium*: glycogen content and glucose uptake in parasites from fasted and control hosts. Experimental Parasitology. 56 (3). 397-408.

Cringoli, G., Veneziano, V., Mezzino, L., Morgoglione, M., Pennacchio, S., Rinaldi, L., Salamina, V. 2009. The effect of moxidectin 0,1 % vs ivermectin 0,08 % on milk production in sheep naturally infected by gastrointestinal nematodes. BMC Veterinary Research. 5 (41). 1-4.

Croll, N. A. 1976. The location of parasites within their hosts: the influence of host feeding and diet on the dispersion of adults of *Nippostrongylus brasiliensis* in the intestine of the rat. International Journal for Parasitology. 6 (5). 441-448.

Crompton, D. W. T., Nesheim, M. C. 1976. Host-parasite relationships in the alimentary tract of domestic birds. Advances in Parasitology. 14. 95-194.

Crompton, D. W. T., Nesheim, M. C. 1982. Nutritional science and parasitology: a case for collaboration. BioScience. 32. 677-680.

Cummings, J. H., Englyst, H. N. 1995. Gastrointestinal effects of food carbohydrate. American Journal of Clinical Nutrition. 61. 938-945.

Cummings, J. H., Robertfroid, M., Andersson, H., Barth, C., Ferro-Luzzi, A., Ghos, Y., Gibney, M., Hermanssen, K. James, W. P., Korver, O., Lairon, D., Pascal, G., Voragen, A. G.

1997. A new look at dietary carbohydrate: Chemistry, physiology and health. *European Journal of Clinical Nutrition*. 51 (7). 417-423.

Datta, F. U., Nolan, J. V., Rowe, J. B., Gray, G. D. 1998. Protein supplementation improves the performance of parasitised sheep fed a straw-based diet. *International Journal for Parasitology*. 28 (8). 1269-1278.

Datta, F. U., Nolan, J. V., Rowe, J. B., Gray, G. D., Crook, B. J. 1999. Long-term effects of short-term provision of protein-enriched diets on resistance to nematode infection, and live-weight gain and pool growth in sheep. *International Journal for Parasitology*. 29 (3). 479-488.

Dobson, C., Bawden, R. J. 1974. Studies on the immunity of sheep to *Oesophagostomum columbianum*: effects of low protein diet on resistance to infection and cellular reactions in gut. *Parasitology*. 69 (2). 239-255.

Ducray, P., Gauvry, N., Pautrat, F., Goebel, T., Fruechtel, J., Desaulles, Y., Weber, S. S., Bouvier, J., Wagner, T., Froelich, O., Kaminsky, R. 2008. Discovery of amino-acetonitrile derivatives, a new class of synthetic anthelmintics compounds. *Bioorganic & medicinal chemistry letters*. 18 (9). 2935-2938.

Dunkley, C. L., Mettrick, D. F. 1969. *Hymenolepis diminuta*: effect of quality of host dietary carbohydrate on growth. *Experimental Parasitology*. 25 (1). 146-161.

Edwards, C. 1993. Interactions between nutrition and the intestinal microflora. *Proceedings of the Nutrition Society*. 52. 375-382.

Eguale, T., Tilahun, G., Debella, A., Feleke, A., Makonnen, E. 2007. In vitro and in vivo anthelmintics activity of crude extracts of *Coriandrum sativum* against *Haemonchus contortus*. *Journal of Ethnopharmacology*. 110 (3). 428-433.

Epe, C., Kaminsky, R. 2013. New advancement in anthelmintic drugs in veterinary medicine. *Trends in parasitology*. 29 (3). 129-134.

Fenwick, P. K., Aggett, P. J., Macdonald, D., Huber, C., Wakelin, D. 1990a. Zinc deficiency and zinc repletion effect on the response of rats to infection with *Trichinella spiralis*. American Journal of Clinical Nutrition. 52 (1). 166-172.

Fenwick, P. K., Aggett, P. J., Macdonald, D., Huber, C., Wakelin, D. 1990b. Zinc deprivation and zinc repletion: effect on the response of rats to infection with *Strongyloides ratti*. American Journal of Clinical Nutrition. 52 (1). 173-177.

Fleming, S. E., Arce, D. S. 1986. Volatile fatty acids: their production, absorption, utilization, and roles in human health. Clinics in Gastroenterology. 15 (4). 787-814.

Githiori, J. B., Athanasiadou, S., Thamsborg, S. M. 2006. Use of plants in novel approaches for control of gastrointestinal helminths in livestock with emphasis on small ruminants. Veterinary Parasitology. 139 (4). 308-320.

Goncagul, G., Ayaz, E. 2010. Antimicrobial Effect of Garlic (*Allium sativum*) and Traditional Medicine. Journal of Animal and Veterinary Advances. 9 (1). 1-4.

Gray, G. M. 1992. Starch digestion and absorption in nonruminants. Journal of Nutrition. 122 (1). 172-177.

Hennessy, D. R., Praslicka, J., Bjørn, H. 2000. The disposition of pyrantel in the gastrointestinal tract and effect of digesta flow rate on the kinetic behaviour of pyrantel in the pig. Veterinary Parasitology. 92 (4). 277-285.

Herbert, I. V., Lean, I. J., Nickson, E. W. 1969. Dietary factors and the production of *Oesophagostomum spp.* in breeding pigs. Veterinary Record. 84. 569-570

Horák, F., Axmann, R., Červený, Č., Doležal, P., Doskočil, J., Hošek, M., Hrbek, I., Humpál, J., Jůzl, M., Klimeš, J., Kuchtík, K., Literák, I., Mareš, V., Milerski, M., Novák, J., Pindřák, A., Šlosárková, S., Šustová, K., Švéda, J., Tuza, J., Vagenknechtová, M., Veselý, P., Zeman, L. 2012. Chováme ovce. Nakladatelství Brázda. Praha. 384 s. ISBN: 978-80-209-0390-7.

Hotez, P. J., Brindley, P. J., Bethony, J. M., King, C. H., Pearce, E. J., Jacobson, J. 2008. Helminth infections: the great neglected tropical disease. *The Journal of Clinical Investigation*. 118 (4). 1311-1321.

Houtert, M. F. J., Barger, I. A., Steel, J. W., Windon, R. G., Emery, D. L. 1995. Effects of dietary protein intake on responses of young sheep to infection with *Trichostrongylus colubriformis*. *Veterinary Parasitology*. 56 (1-3). 163-180.

Hunter, G. C. 1953. Nutrition and host-helminth relationships. *Nutrition Abstracts and Reviews*. 23 (4). 705-714.

Idris, A., Moors, E., Sohnrey, B., Gauly, M. 2012. Gastrointestinal nematode infections in German sheep. *Parasitology research*. 110 (4). 1453-1459.

Jackson, F., Miller, J. 2006. Alternative approaches to control – Quo vadis?. *Veterinary parasitology*. 139 (4). 371-384.

Jurášek, V., Dubinský, P., Bírová, V., Borošková, Z., Breza, M., Csizsmárová, G., Čorba, J., Goldová, M., Hanzelová, V., Juriš, P., Krupicer, I., Laciak, V., Letková, V., Nevole, M., Peťko, B. 1993. *Veterinárna parazitológia. Príroda a. s. Bratislava*. 382 s. ISBN: 80-07-00603-6.

Kahn, L. P., Kyriazakis, I., Jackson, F., Coop, R. L. 2000. Temporal effects of protein nutrition on the growth and immunity of lambs infected with *Trichostrongylus colubriformis*. *International Journal for Parasitology*. 30 (2). 193-205.

Kambara, T., Mcfarlane, R. G., Abell, T. J., Mcanulty, R. W., Sykes, A. R. 1993. The effect of age and dietary protein on immunity and resistance in lambs vaccinated with *Trichostrongylus colubriformis*. *International Journal for Parasitology*. 23 (4). 471-476.

Kaminsky, R., Bapst, B., Stein, P. A., Strehlau, G. A., Allan, B. A., Hosking, B. C., Rolfe, P. F., Sager, H. 2011. Differences in efficacy of monepantel, derquantel and abamectin against multi-resistant nematodes of sheep. *Veterinary Parasitology*. 160. 251-257.

Kaminsky, R., Ducray, P., Jung, M., Clover, R., Rufener, L., Bouvier, J., Weber, W. S., Wenger, A., Wieland-Berghausen, S., Goebel, T., Gauvry, N., Pautrat, F., Skripsky, T., Froelich, O., Komoin-Oka, C., Westlund, B., Sluder, A., Mäser, P., 2008a. A new class of anthelmintics effective against drug-resistant nematodes. *Nature*. 452 (7184). 176-180.

Kaminsky, R., Gauvry, N., Schorderet W. S., Skripsky, T., Bouvier, J., Wenger, A., Schroeder, F., Desaulles, Y., Hotz, R., Goebel, T., Hosking, B. C., Pautrat, F., Wieland-Berghausen, S., Ducray, P. 2008b. Identification of the amino-acetonitrile derivate monepantel (AAD 1566) as a new anthelmintic drug development candidate. *Parasitology research*. 103 (4). 931-939.

Kaminsky, R., Rufener, L., Bouvier, J., Lizundia, R., Schorderet Weber, S., Sager, H. 2013. Worms – A “license to kill“. *Veterinary Parasitology*. 195 (3-4). 286-291.

Keiser, J., Utzinger, J. 2007. Food borne trematodiasis: current chemotherapy and advances with artemisinin and synthetic trioxolanes. *Trends in parasitology*. 23 (11). 555-562.

Knox, M. R. 2000. Nutritional approaches to nematode parasite control in sheep. *Feed Mix*. 8. 12-15.

Knox, M. R., Steel, J. W. 1996. Nutritional enhancement of parasite control in small ruminant production systems in developing countries of South-East Asia and the Pacific. *International Journal for Parasitology*. 26 (8-9). 963-970.

Knox, M. R., Steel, J. W. 1999. The effects of urea supplementation on production and parasitological responses of sheep infected with *Haemonchus contortus* and *Trichostrongylus colubriformis*. *Veterinary Parasitology*. 83 (2). 123-135.

Laubach, H. E. 1989. Alterations in *Ascaris suum* larval burdens, eosinophil numbers, and lysophospholipase activity associated with low levels of dietary iron. *The Journal of Parasitology*. 75 (2). 317-320.

Le Jambre, L. F., Geoghegan, J., Lyndal-Murphy, M. 2004. Characterization of moxidectin resistant *Trichostrongylus colubriformis* and *Haemonchus contortus*. *Veterinary Parasitology*. 128 (1-2). 83-90.

Lean, G. R., Vizard, A. L., Ware, J. K. 1997. Changes in productivity and profitability of wool-growing farms that follow recommendations from agricultural and veterinary studies. *Australian veterinary journal*. 75 (10). 726-731.

Leathwick, D. M. 2012 Modelling the benefits of a new class of anthelmintic in combination. *Veterinary Parasitology*. 186 (1-2). 93-100.

Lloberas, M., Alvarez, L., Entrocasso, C., Virkel, G., Ballent, M., Mate, L., Lanusse, C., Lifschitz, A. 2012. Comparative tissue pharmacokinetics and efficacy of moxidectin, abamectin and ivermectin in lambs infected with resistant nematodes: Impact of drug treatments on parasite P-glycoprotein expression. *International Journal for Parasitology: Drugs and Drug Resistance* 3. 20-27.

Mabusela, W. T., Stephen, A. M., Botha, M. C. 1990. Carbohydrate polymers from *Aloe ferox* leaves. *Phytochemistry*. 29 (11). 3555-3558.

Maphosa, V., Masika, P. J., Bizimenyera, E. S., Eloff, J. N. 2010. In-vitro anthelmintic activity of crude aqueous extracts of *Aloe ferox*, *Leonotis leonurus*, *Elephantorrhiza elephantina* against *Haemonchus contortus*. *Tropical Animal Health and Production*. 42 (2). 301-307.

Martin, R. J. 1993. Neuromuscular transmission in nematodes parasites and antinematodal drug action. *Pharmacology & therapeutics*, Oxford. 58 (1). 13-50.

Martínez-Valladares, M., Cordero-Pérez, C., Castañón-Ordóñez, L., Famularo, M. R., Fernández-Pato, N., Rojo-Vázquez, F. A. 2010. Efficacy of a moxidectin/triclabendazole oral formulation against mixed infections of *Fasciola hepatica* and gastrointestinal nematodes in sheep. *Veterinary Parasitology*. 174 (1-2). 166-169.

McBurney, M. I. 1993. The gut: central organ in nutrient requirements and metabolism. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*. 72 (3). 260-265.

McKellar, Q. A., Jackson, F., 2004. Veterinary anthelmintics: old and new. *Trends in parasitology*. 20 (10). 456 – 461.

Molan, A. L., James, B. L. 1984. The effects of sex, age and diet of mice and gerbils on susceptibility to *Microphallus pygmaeus* (Digenea: Microphallidae). *International Journal for Parasitology*. 14 (5). 521-526.

Molento, M. B., Tasca, C., Gallo, A., Ferreira, M., Bononi, R., Stecca, E. 2004. In: Sakamoto, C. A., Lopes, W. D., Buzzulini, C., Cruz, B. C., Felippelli, G., de Lima, R. C., dos Santos, T. R., Santana, L. F., de Mendonca, R. P., Soares, V. E., Henrique, C. H., da Costa, A. J. 2013. Anthelmintic efficacy of an oral formulation of Aurixazol against gastrointestinal nematodes of naturally and experimentally infected sheep. *Veterinary Parasitology*. 198 (3-4). 336-344.

Mueller, J. F., Tepperman, J., Tener, R. Q. 1958. Influence of host nutrition level on the growth rate of *Sparganum mansonioides*. *Journal of Parasitology*. 44. 15-16.

Naidoo, V., Zwegarth, E., Eloff, J. N., Swan, G. E. 2005. Identification of anti-babesial activity in four ethnoveterinary plants in vitro. *Veterinary Parasitology*. 130 (1-2). 9-13.

Nesheim, M. C., Crompton, D. W. T., Arnold, S., Barnard, D. 1977. Dietary relations between *Moniliformis* (Acanthocephala) and laboratory rats. *Proceedings of Royal Society of London B: Biological Sciences*. 197 (1128). 363-383.

Niezen, J. H., Robertson, G. C., Waghorn, G. C., Charleston, W. A. G. 1998. Production, faecal egg counts and worm burdens of ewe lambs which grazed six contrasting forages. *Veterinary Parasitology*. 80 (1). 15-27.

Niezen, J. H., Waghorn, T. S., Charleston, W. A. G., Waghorn, G. C. 1995. Growth and gastrointestinal parasitism in lambs grazing on of seven herbages and dosed with larvae for six weeks. *J. Agric. Sci. Cam.* 125. 281-289.

Papadopoulos, E., Gallidis, E., Ptochos, S. 2012. Anthelmintic resistance in sheep in Europe: a selected review. *Veterinary Parasitology*. 189 (1). 85-88.

Petkevičius, S. 2007. The interaction between intestinal helminth infection and host nutrition. *Veterinarija ir Zootechnika*. 37 (59). 53-60.

Read, C. P., Rothman, A. H. 1958. The carbohydrate requirement of *Moniliformis* (Acanthocephala). *Experimental Parasitology*. 7 (2). 191-197.

Roberts, L. S. 1966. Development physiology of cestodes. I. Host dietary carbohydrate and the „crowding effect” in *Hymenolepis diminuta*. *Experimental Parasitology*. 18 (2). 305-310.

Roberts, L. S., Platzer, E. G. 1967. Developmental physiology of cestodes. II. Effects of changes in host dietary carbohydrate and roughage on previously established *Hymenolepis diminuta*. *Journal of Parasitology*. 53 (1). 85-93.

Rufener, L., Mäser, P., Roditi, I., Kaminsky, R. 2009. *Haemonchus contortus* acetylcholine receptors of the DEG-3 subfamily and their role insensitivity to monepantel. *PLoS pathogens*. 5 (4).

Ryšavý, B., Černá, Ž., Chalupský, J., Országh, I., Vojtek, J. 1989. *Základy parazitologie*. Státní pedagogické nakladatelství. Praha. 215 s. ISBN: 80-04-20864-9.

Sager, H., Rolfe, P., Strehlau, G., Allan, B., Kaminsky, R., Hosking, B. 2010. Quarantine treatment of sheep with monepantel – rapidity of fecal egg count reduction. *Veterinary Parasitology*. 170 (3-4). 336-339.

Sakamoto, C. A., Lopes, W. D., Buzzulini, C., Cruz, B. C., Felippelli, G., de Lima, R. C., dos Santos, T. R., Santana, L. F., de Mendonca, R. P., Soares, V. E., Henrique, C. H., da Costa, A. J. 2013. Anthelmintic efficacy of an oral formulation of Aurixazol against gastrointestinal nematodes of naturally and experimentally infected sheep. *Veterinary Parasitology*. 198 (3-4). 336-344.

Samak, M. A., Elsayed, J. A., Hassan, A., Elmgdoub, A. A. 1986. Effect of zinc and selenium fortification of diet on haematological and biochemical parameters of *Fasciola* infected ewes. *Egyptian Journal of Animal production*. 26. 79-90.

Scott, M. E., Koski, K. G. 2000. Zinc deficiency impairs imine responses against parasitic nematode infections at intestinal and systematic sites. *Journal of Nutrition*. 130 (5). 1412-1420.

Shalaby, H. A., 2013. Anthelmintics resistance: How to overcome it. *Iranian J Parasitol*. 8 (1). 18-32.

Shetty, P. S., Shetty, N. 1993. Parasitic infection and chronic energy deficiency in adults. *Parasitology*. 107. 159-167.

Scheuerle, M. C., Mahling, M., Pfister, K. 2009. Anthelmintic resistance of *Haemonchus contortus* in small ruminants in Switzerland and Southern Germany. *Wiener klinische Wochenschrift*. 121 (3). 46-49.

Sissay, M. M., Ugglä, A., Waller, P. J. 2006. Epidemiology and seasonal dynamics of gastrointestinal nematode infections of sheep in a semi-arid region of eastern Ethiopia. *Veterinary Parasitology* 143 (3-4). 311-321.

Smrž, J. 2013. *Základy biologie, ekologie a systému bezobratlých živočichů*. Karolinum. Praha. 192 s. ISBN: 978-80-246-2258-3.

Spinosa, H. S., Górnjak, S. L., Bernardi, M. M. 2006. In: Sakamoto, C. A., Lopes, W. D., Buzzulini, C., Cruz, B. C., Felippelli, G., de Lima, R. C., dos Santos, T. R., Santana, L. F., de Mendonca, R. P., Soares, V. E., Henrique, C. H., da Costa, A. J. 2013. Anthelmintic efficacy of an oral formulation of Aurixazol against gastrointestinal nematodes of naturally and experimentally infected sheep. *Veterinary Parasitology*. 198 (3-4). 336-344.

Squires, J. M., Ferreira, J. F., Lindsay, D. S., Zajac, A. M. 2011. Effects of artemisinin and *Artemisia* extracts on *Haemonchus contortus* in gerbils (*Meriones unguiculatus*). *Veterinary Parasitology*. 175 (1-2). 103-108.

Stear, M. J., Bairden, K., Duncan, J. L., Eckersall, P. D., Fishwick, G. 2000. The influence of relative resistance and urea supplementation on deliberate infection with *Teladorsagia circumcincta* during winter. *Veterinary Parasitology*. 94 (1-2). 45-54.

Stubbings, L. 2011. Responsible use of anthelmintics in sheep. *Veterinary record*. 167 (24). 948.

Stupka, R., Čítek, J., Fantová, M., Ledvinka, Z., Navrátil, J., Nohejlová, L., Stádník, L., Šprysl, M., Štolc, L., Vacek, M., Zita, L. 2010. Chov zvířat. Powerprint s. r. o. Praha. 289 s. ISBN: 978-80-87415-08-5.

Suttle, N. F., Knox, D. P., Jackson, F., Coop, R. L., Angus, K. W. 1992. Effects of dietary molybdenum on nematode and host during *Trichostrongylus vitrinus* infection in lambs. *Research in Veterinary Science*. 52 (2). 224-229.

Szewczyk, N. J., Mancinelli, R. L., McLamb, W., Reed, D., Blumberg, B. S., Conley, C. A. 2005. *Caenorhabditis elegans* survives atmospheric breakup of STS-107, space shuttle Columbia. *Astrobiology*. 5 (6). 690-705.

Theander, O., Westerlund, E., Aman, P. 1993. Structure and components of dietary fiber. *Cereal Foods World*. 38. 135-141.

Tulung, B., Remesy, C., Demigne, C. 1987. Specific effects of guar gum or gum arabic on adaptation of cecal digestion to high fiber diets in the rat. *Journal of Nutrition*. 117 (9). 1556-1561.

Turner, M. J., Schaeffer, J. M. 1989. Mode of action of ivermectin. *Ivermectin and Abermectin-Springer*. 73-88.

Valderrábano, J., Calvete, C., Uriarte, J. 2010. Effect of feeding bioactive forages on infection and subsequent development of *Haemonchus contortus* in lamb faeces. *Veterinary Parasitology*. 172 (1-2). 89-94.

Van Cleave, H. J., Ross, E. L. 1944. Physiological response of *Neoechinorhynchus emydis* (Acanthocephala) to various solutions. *Journal of Parasitology*. 30 (6). 369-372.

Vercruyssen, J., Claerebout, E. Macrocytic Lactones [online]. Merck manuals. září 2014 [cit. 2015-03-14]. Dostupné z: <http://www.merckmanuals.com/vet/pharmacology/anthelmintics/macrocytic_lactones.html>.

Volf, P., Horák, P., Čepička, I., Flegr, J., Lukeš, J., Mikeš, L., Svobodová, M., Vávra, J., Votýpka, J. 2007. *Paraziti a jejich biologie*. TRITON. Praha. 318 s. ISBN: 978-80-7387-008-9.

Wallace, D. S., Bairden, K., Duncan, J. L., Eckersall, P. D. 1998. The influence of dietary supplementation with urea on resilience and resistance to infection with *Haemonchus contortus*. *Parasitology*. 116 (1). 67-72.

Waller, P. J. 1997. Sustainable helminth control of ruminants in developing countries. *Veterinary parasitology*. 71 (2-3). 195-207.

Wood, I. B., Pankavich, J. A., Thomson, R. E., Burkhart, R. L., Waletzky, E. 1961. Disophenol, an injectable anthelmintic for canine hookworm. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 139. 1101-1105.

Wyk, J. A., Mayhew, E. 2013. Morphological identification of parasitic nematode infective larvae of small ruminants and cattle: A practical lab guide. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*. 80 (1). 1-14.

10 Seznam obrázků, tabulek a grafů

Obr. č. 1: Infekční larva (L3) hlístice rodu *Nematodirus*. [online]. [cit. 2015-03-08]. Dostupné z: <<http://www.rvc.ac.uk/Review/Parasitology/RuminantL3/Nematodirus.htm>>. str. 5.

Obr. č. 2: Infekční larva (L3) hlístice rodu *Trichostrongylus*. [online]. [cit. 2015-03-08]. Dostupné z: <<http://www.rvc.ac.uk/Review/Parasitology/images/L3ID/large/T.-colub.jpg>>. str. 10.

Obr. č.: 3 Infekční larva (L3) hlístice rodu *Cooperia*. [online]. [cit. 2015-03-08]. Dostupné z: <<http://www.rvc.ac.uk/Review/Parasitology/images/L3ID/large/Cooperia-uncophora-L3.jpg>>. str. 11.

Obr. č. 4: Infekční larva (L3) hlístice rodu *Haemonchus*. [online]. [cit. 2015-03-08]. Dostupné z: <http://www.rvc.ac.uk/Review/Parasitology/images/L3ID/large/Haemonchus_contortus_L3.jpg>. str. 12.

Obr. č. 5: Infekční larva (L3) hlístice rodu *Oesophagostomum*. [online]. [cit. 2015-03-08]. Dostupné z: <<http://www.rvc.ac.uk/Review/Parasitology/images/L3ID/large/Oesophagostomum-2-L3.jpg>>. str. 14.

Obr. č. 6: Ovce plemene Charollais. [online]. [cit. 2015-03-05]. Dostupné z: <http://edstaston-charollais.com/parkgate_highlander.htm>. str. 35.

Obr. č. 7: Ovce plemene Suffolk. [online]. [cit. 2015-03-05]. Dostupné z: <<http://www.britannica.com/EBchecked/topic/571761/Suffolk>>. str. 36.

Obr. č. 8: Baermannův aparát. [online]. [cit. 2015-03-07]. Dostupné z: <<http://www2.vetagro-sup.fr/etu/copro/sommaire/techniques/photos/baermann.jpg>>. str. 38.

Obr. č. 9: Klíč k určování infekčních larev (L3) číslo 1 (Wyk et Mayhew, 2013). str. 39.

Obr. č. 10: Klíč k určování infekčních larev (L3) číslo 2 (Wyk et Mayhew, 2013).
str. 39.

Obr. č. 11: Přípravek Cydectin pro ovce a jehňata spolu s aplikátorem. [online].
[cit. 2015-03-08]. Dostupné z: <<http://www.thefarmstore.com.au/farming-supplies/drenching-injecting/drench/cydectin-plus-tape-101>>. str. 40.

Tab. č. 1: Souhrnná tabulka s počty nalezených infekčních larev na pastvině (přepočteno na 1kg trávy). str. 43.

Tab. č. 2: Souhrnná tabulka s počty nalezených infekčních larev v podestýlce (přepočteno na 1kg podestýlky). str. 43.

Tab. č. 3 : Pomocné výpočty pro počty infekčních larev nalezených na pastvině ovcí. str. 50.

Tab. č. 4: Pomocné výpočty pro počty infekčních larev nalezených v podestýlce ovcí. str. 50.

Graf č. 1: Souhrnný graf nalezených infekčních larev. str. 44.

Graf č. 2: Nálezy infekčních larev hlístic v podestýlce ovcí. str. 45.

Graf č. 3: Nálezy infekčních larev hlístic na pastvině ovcí. str. 46.

Graf č. 4: Nalezené infekční larvy hlístic rodu *Trichostrongylus* – porovnání nálezů na pastvině a v podestýlce ovcí. str. 47.

Graf č. 5: Nalezené infekční larvy hlístic rodu *Haemonchus* – porovnání nálezů na pastvině a v podestýlce ovcí. str. 47.

Graf č. 6: Nalezené infekční larvy hlístic rodu *Oesophagostomum* – porovnání nálezů na pastvině a v podestýlce ovcí. str. 48.

Graf č. 7: Nalezené infekční larvy hlístic rodu *Teladorsagia* – porovnání nálezů na pastvině a v podestýlce ovcí. str. 49.

Graf č. 8: Vztahy počtů infekčních larev mezi podestýlkou a pastevní trávou (aritmetické průměry a podíly v procentech) . str. 52.

Samostatné přílohy

Příloha č. 1: Abecedně řazený seznam druhů v práci citovaných s autorem a rokem popisu daného druhu

druh	autor a rok popisu
<i>Ascaris suum</i>	Goeze, 1782
<i>Bunostomum trigonocephalum</i>	(Rudolphi, 1808)
<i>Caenorhabditis elegans</i>	(Maupas, 1899)
<i>Clostridium perfringens</i>	Prazmowski, 1880
<i>Cooperia curticei</i>	(Giles, 1892)
<i>Cooperia oncophora</i>	(Railliet, 1898)
<i>Dictyocaulus filaria</i>	(Rudolphi, 1809)
<i>Fasciola hepatica</i>	(Linnaeus, 1758)
<i>Haemonchus contortus</i>	(Rudolphi, 1803)
<i>Hymenolepis diminuta</i>	(Rudolphi, 1819)
<i>Chabertia ovina</i>	(Fabricius, 1788)
<i>Lumbricus terrestris</i>	(Linnaeus, 1758)
<i>Meriones unguiculatus</i>	(Milne-Edwards, 1867)
<i>Microphallus pygmaeus</i>	(Levinsen, 1891)
<i>Moniezia expansa</i>	(Rudolphi, 1805)
<i>Moniliformis dubius</i>	Meyer, 1933
<i>Moniliformis moniliformis</i>	(Bremser in Rudolphi, 1819)
<i>Nematodirus battus</i>	(Crofton et Thomas, 1951)
<i>Nematodirus filicollis</i>	(Rudolphi, 1802)
<i>Nematodirus spathiger</i>	(Railliet, 1896)
<i>Neoechinorhynchus emydis</i>	(Leidy, 1852)
<i>Nippostrongylus brasiliensis</i>	(Travassos, 1914)
<i>Nippostrongylus muris</i>	(Yokogawa, 1920)
<i>Oesophagostomum columbianum</i>	(Curtice, 1890)
<i>Oesophagostomum venulosum</i>	(Rudolphi, 1809)
<i>Ostertagia circumcincta</i>	(Stadelman, 1894)
<i>Ostertagia trifurcata</i>	(Ransom, 1907)
<i>Schistosoma mansoni</i>	Sambon, 1907
<i>Spirometra mansonoides</i>	(Mueller, 1935)
<i>Strongyloides papillosus</i>	(Wedl, 1856)
<i>Strongyloides ratti</i>	Sandground, 1925
<i>Teladorsagia circumcincta</i>	(Stadelman, 1894)
<i>Trichinella spiralis</i>	(Owen, 1835)
<i>Trichostrongylus axei</i>	(Cobbold, 1879)
<i>Trichostrongylus capricola</i>	Ransom, 1911
<i>Trichostrongylus colubriformis</i>	(Giles, 1982)
<i>Trichostrongylus vitrinus</i>	(Looss, 1905)
<i>Trichuris globulosa</i>	(Linstow, 1901)
<i>Trichuris muris</i>	Schrank, 1788
<i>Trichuris ovis</i>	(Abildgaard, 1795)