

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra zoologie a rybářství**



**Prevence parazitóz v chovu ovcí**

**Diplomová práce**

**Autor práce: Sylvie Vrabcová**

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

**© 2015 ČZU v Praze**

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci "Prevence parazitóz v chovu ovcí" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucí 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

---

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucí diplomové práce doc. Ing. Ivaně Jankovské, Ph.D. za cenné rady, připomínky a metodické vedení práce.

## Prevence parazitóz v chovu ovcí

### Souhrn

Cílem této práce bylo zmapovat výskyt infekčních larev 3. vývojového stádia (L3) jednotlivých druhů střevních hlístic na pastvině a v podestýlce ovcí během roku. Na pastevním porostu se vyskytovalo 11 kusů bahnic plemene Merinolandschaft a jeho kříženek. Dále 1 plemenný beran plemene Oxford Down. Vyšetřování pastevního porostu probíhalo od května 2013 do května 2014. Vyšetřování podestýlky probíhalo pouze od ledna 2014 do května 2014, protože v ostatních měsících byly ovce chovány pouze na pastvině bez použití jakékoli podestýlky. K vyšetřování byla použita larvoskopická Bermannova metoda. 28. 2. 2014 ovce byly odčerveny přípravkem cydectin s účinnou látkou moxidectin.

Na farmě soukromého ekologicky zaměřeného chovatele bylo na pastevním porostu nalezeno nejvíce larev hlístic rodu *Trichostrongylus* (31 až 703 L3 ve 100 gramech pastevního porostu). U ostatních rodů hlístic byl prokázán nízký počet larev (0 až 89 L3 ve 100 gramech pastevního porostu).

Nejvíce larev rodu *Trichostrongylus* bylo v květnu 2013 (703 larev ve 100 gramech pastevního porostu) a poté počet výrazně klesal. Počet infekčních larev hlístic rodu *Teladorsagia* měl vrchol v květnu a srpnu 2013 (28 larev ve 100 gramech pastevního porostu), od listopadu 2013 nebyly nalezeny žádné larvy. Počet infekčních larev L3 hlístic rodu *Oesophagostomum* byl velice proměnlivý, nejvíce infekčních L3 bylo nalezeno v květnu 2013 (43 L3 ve 100 gramech pastevního porostu) a březnu 2014 (38 L3). Nejvíce infekčních L3 rodu *Haemonchus* bylo v květnu 2013 (64 L3 ve 100 gramech pastevního porostu) a říjnu 2013 (89 L3). Od prosince 2013 nebyly nalezeny žádné larvy tohoto rodu.

Hypotézou bylo, že zastoupení infekčních larev jednotlivých druhů parazitických hlístic se během roku mění. Tuto hypotézu lze díky výsledkům potvrdit.

**Klíčová slova:** ovce, paraziti, hlístice, infekční larvy, anthelmintika

## Parasitosis prevention in sheep breeding

### Summary

The aim of this study was to explore the incidence of infective larvae of the third developmental stage (L3) of each species of intestinal nematodes in the pasture and the litter of sheep during the year. Grazing on vegetation there occurred 11 pieces of ewes of the breed Merinolandschaft and its crossbreeds. Furthermore, one breeding ram of the breed Oxford Down. The investigation of pasture vegetation proceeded from May 2013 to May 2014. The investigation of litter carried out only from January 2014 to May 2014 because during other months were sheep kept only on pasture without any bedding. The investigation was made by larvoskopic Bermann method. On 28 February 2014 were sheep wormed by cydectin product with the active ingredient moxidectin.

On the farm which is owned by private and ecologically oriented breeder was grazing on vegetation found most nematode larvae of the genus *Trichostrongylus* (from 31 to 703 L3 per 100 grams of pasture vegetation). For other genera of nematodes was proved a low number of larvae (from 0 to 89 L3 per 100 grams of pasture crop).

The most of larvae of the genus *Trichostrongylus* was found in May 2013 (703 larvae per 100 grams of pasture vegetation), and then the number has substantially declined. The number of infective larvae of nematodes of the genus *Teladorsagia* had its peak in May and August 2013 (28 larvae per 100 grams of pasture vegetation), from November 2013 weren't found any larvae. The number of L3 infective larvae of nematodes of the genus *Oesophagostomum* was very variable, most infectious L3 were found in May 2013 (43 L3 per 100 grams of pasture vegetation) and March 2014 (38 L3). Most infectious L3 genus *Haemonchus* was in May 2013 (64 L3 100 grams of pasture vegetation) and October 2013 (89 L3). From December 2013 there were no larvae of this genus.

The hypothesis was that the representation of infective larvae of various species of parasitic nematodes varies through the year. Due to the results this hypothesis can be confirm.

**Keywords:** sheep, parasites, nematodes, infective larvae, anthelmintics

## OBSAH

<b>1.</b>	<b>ÚVOD .....</b>	<b>6</b>
<b>2.</b>	<b>VĚDECKÁ HYPOTÉZA A CÍLE PRÁCE .....</b>	<b>7</b>
<b>3.</b>	<b>LITERÁRNÍ REŠERŠE .....</b>	<b>8</b>
<b>3.1.</b>	<b>Parazitózy ovcí .....</b>	<b>8</b>
	3.1.1. Prvoci parazitující u ovcí .....	10
	3.1.1.1. Kokcidie a jiní prvoci parazitující u ovcí .....	10
	3.1.2. Motolice parazitující u ovcí .....	14
	3.1.3. Tasemnice parazitující u ovcí .....	18
	3.1.4. Hlístice parazitující u ovcí .....	23
	3.1.4.1. Řád Měchovci ( <i>Strongylida</i> ).....	23
	3.1.4.2. Rod Tenkohlavec ( <i>Trichuris</i> ).....	28
	3.1.4.3. Rod <i>Strongyloides</i> .....	29
<b>3.2.</b>	<b>Prevence proti parazitům ovcí .....</b>	<b>30</b>
	3.2.1. Anthelmintika .....	31
	3.2.1.1. Rezistence parazitů na anthelmintika .....	34
	3.2.2. Rostlinné extrakty .....	38
	3.2.3. Biologický boj .....	41
<b>3.3.</b>	<b>Výživa zvířat a střevní helminti.....</b>	<b>43</b>
	3.3.1. Gastrointestinální trakt.....	46
	3.3.2. Sacharidy.....	48
	3.3.3. Bílkoviny a tuky.....	50
	3.3.4. Neorganické sloučeniny .....	52
	3.3.5. Vliv hladovění .....	53
<b>4.</b>	<b>MATERIÁL A METODY .....</b>	<b>54</b>
	4.1. Původ ovcí.....	54
	4.2. Harmonogram pokusu.....	54
	4.3. Baermannova metoda.....	54
	4.4. Použité anthelmintikum.....	56
	4.5. Statistické zpracování dat.....	57
<b>5.</b>	<b>VÝSLEDKY .....</b>	<b>58</b>
<b>6.</b>	<b>DISKUSE .....</b>	<b>66</b>

<b>7.</b>	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>69</b>
<b>8.</b>	<b>SEZNAM LITERATURY .....</b>	<b>70</b>
<b>9.</b>	<b>SAMOSTATNÉ PŘÍLOHY .....</b>	<b>79</b>

## 1. ÚVOD

Ovce a kozy mají vysoký ekonomický význam nejen pro masnou a mléčnou užitkovost, ale také pro jejich vlnu a kůži. Zodpovědní za zvýšenou úmrtnost a snížení živočišné produkce jsou převážně vnitřní parazité, jelikož způsobují mnoho patologických změn, které vedou k závažným onemocněním, popřípadě až smrti hostitele. Kontrola parazitů chemickými látkami zatěžuje životní prostředí a způsobuje rezistenci parazitů na anthelmintika. Proto je nutné hledat bezpečné a účinné prostředky proti vzniku rezistence parazitů na anthelmintika (Bashtar et al., 2011).

Je důležité používat existující anthelmintika cíleně, vhodným způsobem, aby se zamezilo rezistenci parazitů na anthelmintika, protože rezistence parazitů na anthelmintika stoupá (Morgan et al., 2012).

Je velice důležitá znalost parazitárních kontrolních postupů v chovu ovcí pro schopnost kontroly těchto parazitů v budoucnosti. Mikroskopické a molekulární přístup poskytují užitečný nástroj pro diagnostiku, co je důležité kvůli rezistenci parazitů na anthelmintika (Bott et al., 2009).

V boji proti parazitům se v posledních několika letech využívá místo chemikálií biologický materiál. Přírodně se vyskytující látky v rostlinných extraktech mohou být účinné proti různým patogenům a v použití jsou většinou bezpečné (Bashtar et al., 2011).

Navzdory tomu, že existuje mnoho prospěšných druhů parazitů, veterináři, lékaři a parazitologové mají více důvodů k boji proti parazitům. Výhody a nevýhody různých postupů k objevení nových metod jsou diskutovány, včetně nových anthelmintik, očkovacích látek a genetických postupů k identifikaci nových léčiv a vakcín. V současné době je základem udržování parazitů chemoterapie a profylaxe. Je důležité rozumně využívat dostupná anthelmintika (Kaminsky et al., 2013).

Moderní postupy v chovu hospodářských zvířat poskytují nové příležitosti pro produkci potravin, které jsou přizpůsobeny jejich produkčnímu prostředí a zdraví zvířat. Použití současných znalostí o biologii a hledáním správné strategie výběru zvířat pro požadovaný výsledek mohou být navrženy tak, aby poskytovaly přesněji definované výsledky pro maximální genetický zisk a minimalizování rizik. Vývoj genetické selekce v chovu hospodářských zvířat představuje některé pozitivní i negativní aspekty výběrových postupů v průběhu času. Výběr ovcí je důležitý i z hlediska parazitismu gastrointestinálních hlístic (Hunt et al., 2013).



## 2. VĚDECKÁ HYPOTÉZA A CÍLE PRÁCE

Cílem práce bylo zmapovat výskyt jednotlivých druhů střevních hlístic na pastvině a v podestýlce ovcí během roku.

**Hypotéza:** Zastoupení infekčních larev jednotlivých druhů parazitických hlístic se během roku mění.

### 3. LITERÁRNÍ REŠERŠE

#### 3.1. Parazitózy ovčí

Vážený dopad na ovce mají převážně gastrointestinální (GI) paraziti, kteří jsou zodpovědní za významné ekonomické ztráty hospodářských zvířat, protože způsobují anémie, průjmy, někdy až smrt zvířat. Hospodářská zvířata (skot, ovce a kozy) značně trpí těžkými infekcemi, které způsobují paraziti gastrointestinálního traktu. Nejčastějšími jsou hlístice a tasemnice. Patrné jsou především u mladých zvířat, která nemají zcela rozvinutou imunitu (Molento et al., 2011).

Jedním z nejvíce omezujících faktorů úspěchu udržitelné světové produkce přežvýkavců jsou původci parazitárních onemocnění. Kontrola střevních parazitů v současné době spoléhá převážně na používání efektivních anthelmintik, která často představují jednoduchou, bezpečnou a levnou variantu (Jackson, 2009).

Parazitologové a veterináři bojovali desetiletí, ne-li více, proti parazitům zvířat. Podobně se lékaři snažili kontrolovat parazitární infekce u člověka. Nicméně, helminti nejsou vždy špatní. Mnoho ze 4000 druhů čeledi žížalovití (Lumbricidae), např. Žížala obecná je považováno za biomarkery pro dobré půdní podmínky. Žížaly představují hlavní půdní živočichy biomasy ve většině suchozemských ekosystémů mírného pásma, jsou velmi důležité pro rozklad rostlinného materiálu a mikrobiální aktivitu biomasy. Navíc jsou žížaly používány v testovacích systémech pro hodnocení ekotoxického potenciálu chemických látek. Dokonce i parazité mají prospěšné vlastnosti. Jsou známy zprávy o výhodách parazitů, ve spojení s imunomodulačními a imunoregulačními vlastnostmi pro snížení alergických reakcí. Nicméně četné klinické studie poukazují na škody způsobené parazitickými červy na zvířatech a lidech. Až do dneška, způsobují parazitární infekce poškození a smrt mnoha žijících živočichů a člověka (Kaminsky et al., 2013).

Parazitologické knihy jsou plné detailů o škodlivosti parazitů na domácí i hospodářská zvířata, rostliny a lidi. Parazité ovlivňují téměř každý organismus na zemi. Jeden z mnoha parazitů gastrointestinálního traktu, *Haemonchus contortus*, infikující přežvýkavce může způsobovat anémii a průjmy, a tedy ztrátu hmotnosti, růstu vlny, produkce mléka a dokonce i smrt zvířat. Napadení parazity představuje problém pro dobré životní podmínky zvířat, ale také ztrátu produkce domácích zvířat, což představuje ekonomický problém světa (Quijada et al., 2012).

Volně žijící stádia gastrointestinálních parazitů ovcí jsou silně ovlivněny změnou klimatu. Takže, extrémní teplo a chlad jsou škodlivé pro vývoj a přežití. Zvýšení teploty obecně urychluje vývoj, ale zvyšuje mortalitu. Vlhkost je potřebná pro vývoj larev z výkalů na pastvinách, a proto jsou srážky limitujícím faktorem pro přenos. Lokální znalosti a zkušenosti umožňují ošetření, která musí být zaměřena odpovídajícím způsobem, aby se zabránilo nebezpečné úrovni infekce. Aktuální geografické rozdíly v epidemiologii parazitů v celé Evropě, a znalost systémů ze zemí mimo Evropu, může poskytovat pouze omezené pohledy na pravděpodobný dopad změn klimatu na parazitická onemocnění v budoucnu. Přístupy k řízení parazitů, proto musí brát v úvahu nejen biologii parazita, ale také síly, které formují zemědělské systémy ovcí a rozhodnutí managementu (Morgan and Dijk, 2012).

V posledním desetiletí došlo ke změnám ve výskytu a neschopnosti kontroly počtu parazitárních infekcí ovcí. Jedním z hlavních vnímaných hledisek je změna klimatu, což může mít hluboký dopad na epidemiologii parazitů, zejména pro ty parazitární onemocnění, kdy má počasí přímý vliv na vývoj volně žijících stádií. Vznik anthelminticky rezistentních kmenů parazitických hlístic a rostoucí spoléhání se na anthelmintickou kontrolu, může uplatnit hluboké změny na epidemiologii těchto hlístic způsobujících parazitární gastroenteritidy. V důsledku toho, účinnost stávajících kontrolních strategií představuje závažnou hrozbu pro produkci ovcí v mnoha oblastech po celém světě. Výskyt motolice jaterní (*Fasciola hepatica*), je neoddelitelně spojena s vysokou dešťovou srážkou. Během několika posledních desetiletí také rostou zprávy o dalších přidružených onemocněních, jako je dicrocelióza a paramphistomóza, v západoevropských zemích, spojených se zavedenými přesuny zvířat a měnícím se klimatem. Infekce parazity mohou způsobit značné ekonomické ztráty a hlavně sociální problémy. Zvýšené teploty a současné změny klimatu, mají za následek dřívější vznik a vyšší výskyt much na jaře. Navíc legislativní rozhodnutí, která vedou k vynucené změně v použití pesticidů, mají za následek zvýšené šíření ektoparazitárních infekcí, zejména roztočů, vší a klíšťat u ovcí. Faktory, jako jsou související otázky životního prostředí a možná ještě důležitější dostupnost výrobků, vedly k odklonu od tradičních metod aplikace pesticidů. To se shodovalo s množícími se zprávami o parazitárních onemocněních ovcí v některých zemích. Snížením používání organofosfátů se do jisté míry přispělo ke zvýšení populace klíšťat a jejich aktivity, což je významné nejenom pro ovce, ale i pro mnoho jiných hostitelů, včetně zvýšených rizik v lidské populaci (Taylor, 2012).

### 3.1.1 Prvoci parazitující u ovcí

#### 3.1.1.1. Kokcidie a jiní prvoci

##### a) Jednohostitelské kokcidie rodu *Eimeria* parazitující u ovcí

*Eimeria ashata*, *E. bakuensis*, *E. fauerei*, *E. intricata*

Rod *Eimeria* je jeden z velmi hospodářsky významných rodů kokcidií. Jsou to vysoce specifické organismy, které napadají vždy určitý druh hostitele, a také určitý orgán. Jsou specializované na určitý typ buněk, či jejich část nejčastěji napadají trávicí trakt, méně jádra či ledviny (Volf et al., 2007).

Oocysty jsou obvykle vejčité, kolem 20  $\mu$  velké. Obsahují čtyři sporocysty se stiedovými tělísky, každá sporocysta obsahuje dva sporozoity. Do tohoto početného rodu patří řada ekonomicky významných parazitů domácích zvířat, včetně ovcí. Vývojový cyklus probíhá následovně: sporozoit uniklý ze sporocysty a oocysty vniká do hostitelské buňky. Vytváří se parazitoformní vakuola, sporozoit roste a mění se v mnohojaderný meront, který se dělí na řadu merozoitů. Ty buď opakují merogonie, nebo se po vniknutí do dalších buněk mění na mnohojaderný samčí nebo samičí gametocyt. Samčí gametocyty zrají a uvolněné oplozují samičí gametu. Zygota se obaluje silnou stěnou, mění se v oocystu, která je vyloučena z hostitele do prostředí s kyslíkem, kde dochází ke sporulaci (meióze). V oocystě vznikají čtyři buňky, každá zraje ve sporocystu se dvěma sporozoity (Volf et al., 2007).

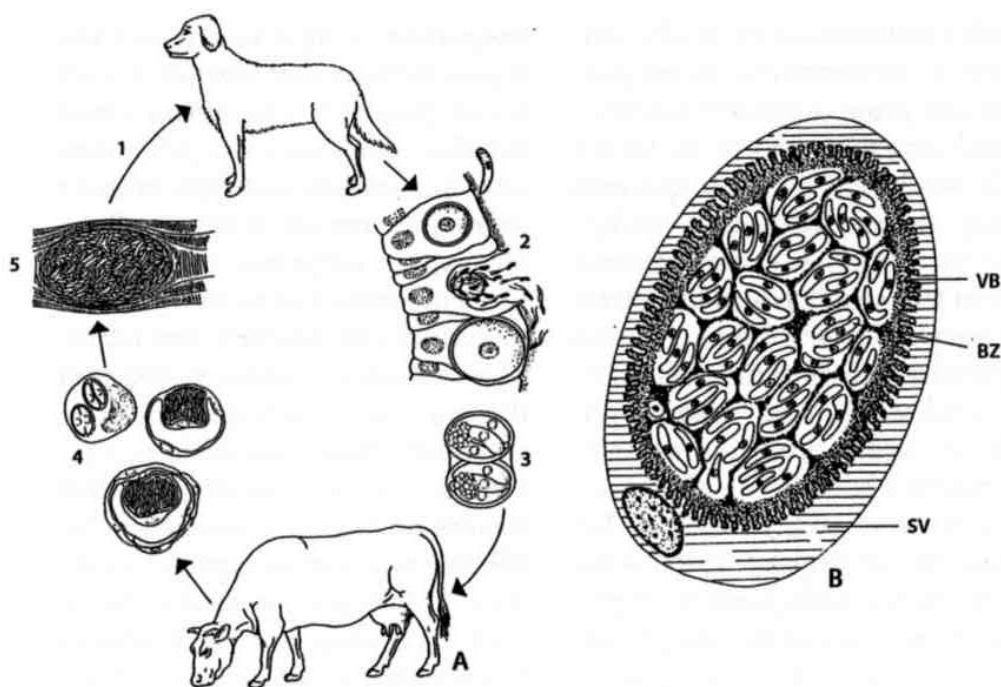
Kokcidie jsou hostitelsky specifické. Infekce je nejvíce patogenní pro zvířata, která se prozatím nesetkala s infekcí. Nejvíce se Eimerióza objevuje u mláďat do 30 dne věku. Kokcidie napadají převážně epiteliální buňky tenkého a tlustého střeva. Napadené sliznice se projevují edémy a krváceninami. Poškozené střevo se stává nefunkčním. Ovce nepřijímají potravu, sliní, hubnou, dochází k průjmům plných hlenu, ovce jsou dehydratované a mohou hynout. Onemocněné se vyšetřuje pomocí koprologie. Pro prevenci je důležité udržovat dobré zoohygienické podmínky. Lze použít střídavou pastvu s jinými přežvýkavci, pro jejich druhovou specifitu. Kokcidiózu ovcí způsobuje 11 druhů kokcidií rodu *Eimeria*, které se liší převážně morfologií oocyst. Nejvíce patogenní je *Eimeria ovinoidalis*. Kokcidie způsobují ekonomické ztráty špatným přibýváním na váze, v důsledku průjmů (Chartier and Paraud, 2012).

## b) Vícehostitelské kokcidie parazitující u ovcí

### Svalovky (*Sarcocystis*)

U ovcí se často vyskytuje svalovka obrovská (*S. gigantea*), typická svými až 1,5 cm velkými cystami především v jícnu dospělých ovcí. Definitivním hostitelem je kočka. Cysty svalovek jsou známy z kosterní svaloviny plazů, ptáků i savců už od 19. století, ale celý cyklus byl objasněn až v roce 1972. Jedná se o heterogenní hostitelsky specifickou kokcidii, kdy je mezihostitelem býložravec a definitivním hostitelem masožravec. Svalové cysty se v mezihostiteli tvoří především v kosterní a srdeční svalovině, výjimečně v mozku. Bývají rozděleny na septa, a mívají nejčastěji vřetenovitý tvar. Cysta leží uvnitř svalového vlákna a její velikost je 1–2 mm v průměru a dlouhé bývají do 1 cm. Buňky uvnitř cysty jsou nejprve kulovité, postupně se dělí a stávají se z nich podlouhlé bradyzoity schopné infikovat finálního hostitele. Zástupců rodu *Sarcocystis* je veliké množství, pouze u malé části je objasněn celý vývojový cyklus. Typickými definitivními hostiteli jsou kočka, pes a dravá ptáci. Sarkosporidie, jejichž definitivním hostitelem je pes (například *S. tenella* u ovcí, *S. cruzi* u skotu) jsou pro své mezihostitele více patogenní než ty druhy, jejichž definitivním hostitelem je kočka (např. *S. gigantea* u ovcí, *S. hirsuta* u skotu). Vývojový cyklus (obr. 1) probíhá tak, že se definitivní hostitel nakazí pozřením svaloviny mezihostitele obsahující sarcocysty (Volf et al., 2007).

Bradyzoity ze sarkocyst pronikají do buněk střevního epitelu, bez merogonie se tvoří gamety. Zygoty se diferencují v oocysty, které vycházejí trusem definitivního hostitele a kontaminují potravu býložravce. V endotelu přežvýkavce probíhají tři merogoniální generace. Následuje invaze svalů a tvorba sarkocyst (Volf et al., 2007).

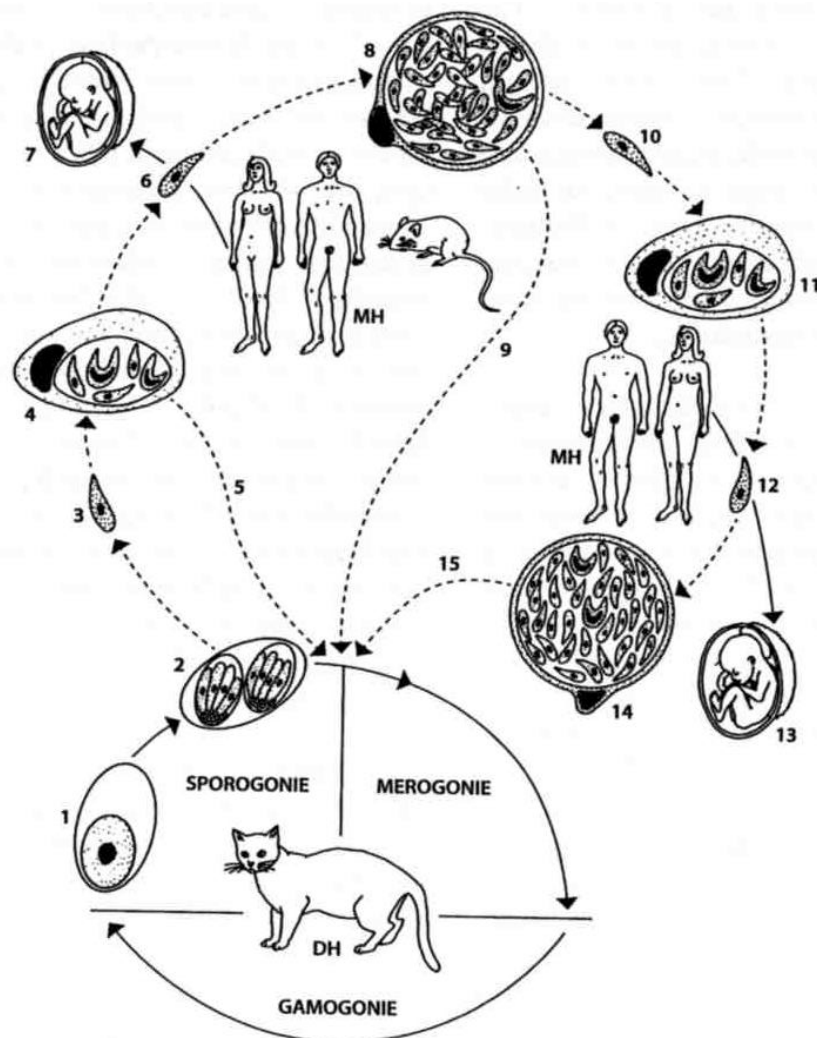


Obr. 1. *Sarcocystis cruzi*. A – vývojový cyklus. B – sarkocyst (Volf et al., 2007).

### Kokcidie kočičí (*Toxoplasma gondii*)

*Toxoplasma gondii* je střevní kokcidie koček s neobvykle širokým spektrem mezipřenositelů, jimiž mohou být prakticky všichni teplokrevní obratlovci, včetně ovcí. Kosmopolitně rozšířený parazit u teplokrevných obratlovců, který je považován za nejdůležitější zoonózu. Napadá nejrůznější tkáně organismu od krve, jater, lymfatických orgánů až po mozek. V buňce je lokalizována jak v cytoplasmě, tak v jádře. Oocysty (12 x 11  $\mu$ ) vycházejí s trusem kočky nesportované. Sporulace za běžných teplot trvá jeden až pět dnů a oocysty jsou značně rezistentní. Ve volné přírodě vydrží i déle než jeden rok. K nákaze mezipřenositele dochází obvykle alimentární cestou (potravou kontaminovanou oocystami nebo masem obsahujícím merogoniální stádia) nebo přechodem merozoitů přes placentu. Životní cyklus (obr. 2) probíhá tak, že oocysta vyloučená v kočičím trusu na vzduchu dozrává a vytváření se v ní dvě sporocysty, každá se čtyřmi sporozoity. Sporozoiti z pohlcené oocysty nakazí mezipřenositele. V jeho buňkách se parazit nejprve rychle množí na tachyzoity, které pronikají do dalších tkání mezipřenositele (eventuálně přes placentu do zárodku). Ve svalech a nervové tkáni vytvářejí tkáňové cysty naplněné bradyzoity. Bradyzoiti po pozření mezipřenositelem (masožravec) vedou opět k množení tachyzoitů. Tachyzoiti mohou přes placentu proniknout do zárodku mezipřenositele nebo iniciují tvorbu tkáňových cyst

bradyzoity. V definitivním hostiteli parazita (kočka), pak probíhají všechny tři fáze vývojového cyklu. Kromě sporozoitů jsou infekční také tachyzoiti a bradyzoiti, parazit se tedy šíří i mezi mezihostiteli. Onemocnění má dvě fáze. Akutní a chronickou. Akutní je charakterizována rychlým množením tachyzoitů. Ti se hromadí v buňkách různých orgánů (např. lymfatických uzlinách, srdci, mozku, kosterní svalovině), po prasknutí buněk napadají další a další. Vlivem působení imunity hostitele se však jejich množení zpomaluje, a toxoplasmóza přechází do chronické fáze. Tachyzoiti se mění v bradyzoity a začnou tvořit skutečné cysty, přetrvávající řadu měsíců i let. Jestliže je během této doby imunitní systém mezihostitele oslaben, bradyzoiti se začnou opět množit a průběh infekce může být opět akutní. Na rozdíl od tachyzoitů jsou odolné vůči pepsinu i trypsinu, což usnadňuje šíření parazita mezi hostiteli (Tenter et al., 2000).



Obr. 2. Životní cyklus Kokeidie kočičí (*T. gondii*) – převzato z Volf et al., 2007).

Příznakem akutní toxoplasmózy jsou nejčastěji zvětšené a bolestivé lymfatické uzliny, horečka, bolest hlavy a svalů. *Toxoplasma gondii* způsobuje samovolné aborty. Různí

hostitelé reagují různě, ovce, prasata, kuřata jsou vnímavější než například skot a řada masožravců (Tenter et al., 2000).

### 3.1.2. Motolice parazitující u ovcí

Motolice zahrnují parazity trávicího traktu savců. Redie se vyvíjejí v mezihostitelských plicnatých plžích, hlavně z čeledi plovatkovitých a okružákovitých. Cerkárie encystuje na vegetaci, se kterou jsou metacerkárie (adoleskárie) pozřeny definitivními hostiteli. Dospělci některých druhů dorůstají rozměrů až kolem 10 cm. Tvar těla (obr. 3.) je až na výjimky (např. Schistosomatidae) listovitý, více či méně protažený. K přichycení v hostiteli slouží ústní a břišní přísavka. Povrch těla je tvořen metabolicky aktivním tegumentem, který se vedle střeva podílí na trávení. Trávicí soustava začíná ústní přísavkou, pokračuje svalnatým jícnem, který ústí do slepého větveného střeva. Konečník chybí. Vývody protonefridií se spojují a ústí do močového měchýřky a ten je jediným exkrečním otvorem na konci těla. Drtivá většina motolic jsou hermafroditi, výjimkou je čeleď *Schistosomatidae*. Samčí soustavu tvoří obvykle 2 varlata a výše popsané vývody, samičí pak vaječník, otyp - přední rozšířená část vejcovodu, do kterého ústí receptaculum seminis, žloutkové i Mehlisovy neboli skořápečné žlázy (Kotpal, 2009).

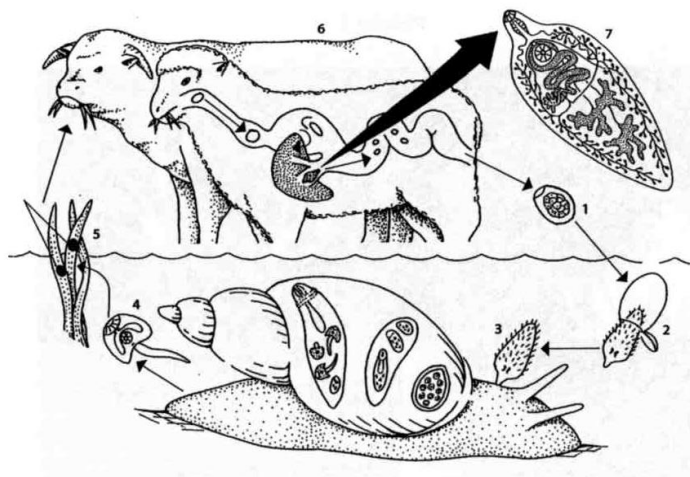
Motolice mají nepřímý vývojový cyklus, který zahrnuje 1, 2 až 3 mezihostitele. Z vajíčka se líhne obrvené miracidium (obr. 4., A), které musí v poměrně krátkém čase najít prvního mezihostitele, kterými jsou vždy měkkýši, a malou výjimkou plži, ve kterých dochází ke složitému procesu vývoje a transformace miracidia na sporocysty (obr. 4., B) a redie tak, že jednou napadený plž je infekční do konce života. Konečným produktem vývoje v měkkýši jsou cercárie (malé motolice s ocáskem, bez pohlavních orgánů) jejichž další osud závisí na typu vývojového cyklu dané skupiny. Cercárie mohou pronikat přímo přes kůži do definitivního hostitele, protože mají na konci ocásku furku (furkocercárie). Další možností je zacystění cercárií na vegetaci, kdy vzniká tzv. adoleskárie, která je při pastvě pozřena definitivním hostitelem (*F. hepatica*). Nejčastějším typem je však cyklus, kdy cercárie pronikají do dalšího hostitele (další plž, členovec, obratlovec, nejčastěji ryba). Zde se vytváří tzv. metacercárie, která, je-li pozřena definitivním hostitelem, se vyvine v dospělou motolici. Metacercárie často svého hostitele znevýhodňují zbarvením, chováním, novotvarem tak, že takový jedinec bývá snadnější kořistí definitivního hostitele (Našincová, 1992).



### **Motolice jaterní (*Fasciola hepatica*)**

Jedná se o kosmopolitního parazita jater a žlučovodů četných druhů přežvýkavců i monogastričních savců. Dosahuje velikosti až 3 cm a vyskytuje se nejčastěji u ovcí, skoty, jelenů. Vývojový cyklus (obr. 5) probíhá tak, že vajíčko odchází z hostitele s trusem. Ve vajíčku se vyvíjí miracidium a líhne se ve vodním prostředí, penetruje do plže. Dále se vyvíjejí redie a cercárie, které opouští mezihostitele a encystují se na vegetaci. Definitivní hostitel se nakazí perorálně, dospělci jsou lokalizováni v játrech a žlučovodech. Prvními mezihostiteli jsou některé druhy plovatek. V našich podmínkách je to *Galba truncatula*, která je schopná přežít na podmáčených půdách. Encystované metacercárie jsou odolné vůči různým vnějším vlivům, ale jsou náchylné na vyschnutí. Excystovaní jedinci prodělávají migraci tělem hostitele. Pronikají přes stěnu tenkého střeva do břišní dutiny a přímo do jater, kterými několik týdnů migrují. Nakonec se usadí ve žlučovodech. Vývoj do dospělosti trvá v definitivním hostiteli až 3 měsíce. U méně typických hostitelů (včetně člověka) byly popsány například i v plicích, děloze nebo podkoží, kam se mohou dostat migrací nebo být zaneseny hematogenní cestou. Nebezpečnost parazita spočívá hlavně v destrukci jaterní tkáně během migrace juvenilních jedinců a v obstrukci žlučovodů způsobené přítomností dospělých motolic i toxickým způsobem jejich metabolitů. Může dojít až ke kalcifikaci žlučovodů a vzniku žlučových kamenů. V játrech vznikají degenerativní léze následované proliferací pojivové tkáně, může se vyvinout fibróza a cirhóza jater (Kotpal, 2009).

Tato motolice působí velké ekonomické ztráty v chovech dobytka a ovcí v zemích s rozvinutým pastevním způsobem chovu (např. Irsko, Austrálie). Při pozření tepelně neupravených infikovaných jater zvířat může dojít k přichycení juvenilních jedinců v hltanu. Symptomy vyvolané drážděním sliznice jsou bolesti v krku, krvácení, edémy krku a tváří. *F. hepatica* vykazuje jistou přirozenou rezistenci na paraziquantel (Volf et al. 2007).



Obr. 5. Vývojový cyklus motolice jaterní (*F. hepatica*) – převzato z Volf et al. (2007).

Morgan et al. (2012) zkoumali problém s fasciolózou. Na 11 % farmách byla fasciolóza aktuálním problémem a dalších 20 % již mělo s fasciolózou problémy. Avšak pravděpodobně byla důvodem poloha farem, protože 53 % farem se nacházelo na mokřadech. 43 % dotazovaných zemědělců léčila ovce třikrát ročně, 22 % čtyřikrát, 17 % dvakrát a 18 % jednou za rok. Anthelmintika byla podávána nejčastěji v lednu, po druhé na podzim. 47 % zemědělců používalo širokospektrální anthelmintika, cílená na hlístice, dalších 11 % použilo Closantel, který je aktivní proti *Haemonchus contortus*. Používanými anthelmintiky proti fasciolóze byly nitroxynil (32 %), triklabendazol (30 %, z nichž 80 % bylo v kombinaci s levamisolem), closantel (21 %), albendazolsulfoxid (9 %) a oxclozanide (2 %). Někteří zemědělci (6 %) nepoužívali vhodná léčiva, jako je ivermectin nebo moxidectin (Morgan et al., 2012).

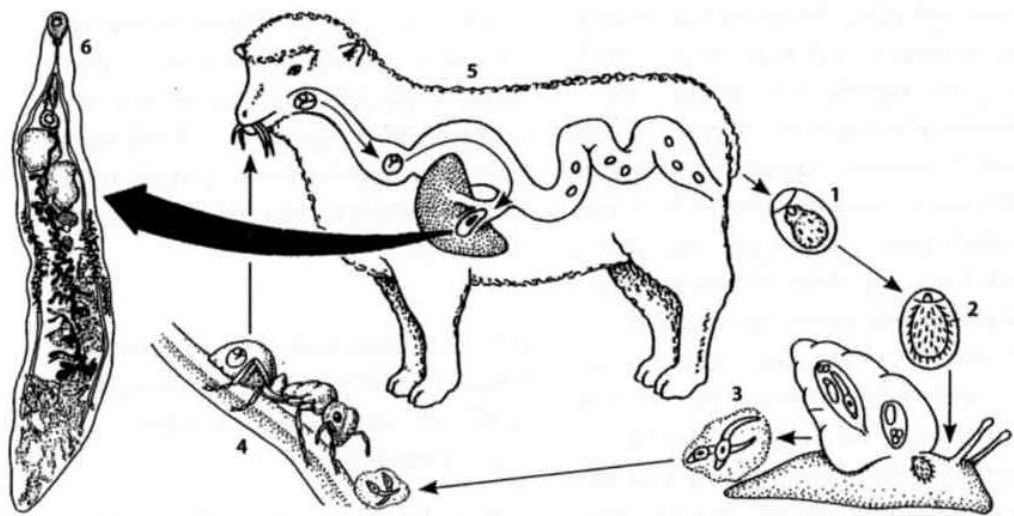
Indonéská tenkoocasá ovce je odolná proti *Fasciola gigantica* Cobbold, 1855 nebo *F. hepatica* a proto představuje ideální model ke zkoumání mechanismů rezistence v hostiteli (Pleasant et al., 2011).

Martínez-Valladares et al. (2013) zkoumali výskyt infekcí způsobených gastrointestinálními hlísticemi a motolicí jaterní (*Fasciola hepatica*) při pastvě ovcí v severozápadní části Španělska za šest let (2006-2011), a jeho vztah se současnými klimatickými podmínkami. Analyzovali vzorky výkalů od 110 stád nacházejících se ve čtyřech různých provinciích oblasti Castilla y León: 76,4 % z nich se nacházelo v Leónu, 12,7 % v Zamora, 9,1 % v Palencia a 1,8 % ve Valladolidu. Prevalence (počet existujících nemocí či zdravotních problémů ve vybrané populaci k určitému datu)

gastrointestinálních hlístic byla 100 % a průměrný počet vajíček na gram ve výkalech byl 237,2 na stádo. Co se týče klimatických podmínek, zjistili přímý vztah mezi úrovní gastrointestinální infekce, maximální vlhkostí a inverzním stupněm slunečního záření. Prevalence fasciolózy byla 59,3 %, s průměrnou EPG 17,5 na stádo; tyto hodnoty byly korelovány s minimální vlhkostí a srážkami. Prevalence a infekce *F. hepatica* byla přímo ovlivněna vlhkostí a také srážkami. Prevalence *F. hepatica* významně vzrostla pravděpodobně zvýšeným zavlažováním v oblastech studie.

### **Motolice kopinatá (*Dicrocoelium dendriticum*)**

Motolice kopinatá je parazitem savců včetně člověka, s výskytem především u přežvýkavců, je kosmopolitní. Prvními mezihostitelem ve vývojovém cyklu (obr. 6) jsou plži rodů *Zebrina*, *Helicella* a *Theba* vyskytující se hlavně v suchých oblastech. V druhých mezihostitelích, kterými jsou mravenci *Formica* a *Tetramorium*, dochází k vývoji encystovaných metacerkárie. Po pozření slizové koule s cercariemi se však obvykle jedna nebo dvě cercárie neencystují a na rozdíl od ostatních nezůstávají v zadečku, ale migrují k podjícnovému gangliu mravence, odkud potom ovládají jeho chování. Infikovaní jedinci vylézají na stébla trav, kde se zakousnou, a tak se zvyšuje pravděpodobnost jejich pozřením definitivním hostitelem při pastvě. Pokud hrozí přehřátí a vyschnutí mravence, motolice umožní povolit stisk kusadel a mravenec se může skrýt. Vývoje v definitivním hostiteli jsou schopny jen metacerkárie, které se encystovaly, zatímco neencystované hynou. Po excitaci ve střevě migrují motolice do žlučových. U definitivního hostitele způsobují tyto motolice záněty a rozšíření žlučových. Dospělci žijí až 8 let. Tento druh působí hospodářské škody v chovech domácích přežvýkavců (zejména ovcí, kde snižuje přírůstky a produkci mléka). Klinické projevy ale často nejsou zjevné (Volf et al., 2007).



Obr. 6. Vývojový cyklus motolice kopinaté (*Dicrocoelium dendriticum*) – převzato z Volf et al. (2007).

*Dicrocoelióza* byla identifikována jako pravděpodobná predisponovaná příčina hubnutí a hepatogenetické fotosenzibilizace postihující polovinu skupiny 14 měsíců starých ovcí na farmě na ostrově Sb. Orálním podáváním 15 mg/kg albendazolu ovcím bylo dosaženo snížení o 79,2 % v počtu vajíček motolice kopinaté (*Dicrocoelium dendriticum*), 21 dnů po ošetření. Proto je tato zpráva o *dicrocoelióze*, která se vyskytuje na jiných místech důležitá, pro závažnost a povahu klinických příznaků, tak v odpovědi parazita na anthelmintickou léčbou. Tyto rozdíly by mohly naznačovat existenci geneticky rozdílné populace *D. dendriticum*, která může být jedinečná a může mít izolovaný biotop. Lepší pochopení těchto faktorů je předpokladem pro efektivní a udržitelnou kontrolu parazitárních onemocnění (Sargison et al., 2012).

### 3.1.3. Tasemnice parazitující u ovcí

Tasemnice jsou parazité obojživelníků, ale především ptáků a savců (včetně člověka). Tasemnice mají skolex opatřený 4 kruhovými svalnatými přísavkami a často je přítomen také vysunovatelný chobotek s háčky, tzv. rostellum. Ve vývojovém cyklu je většinou jeden mezihostitel, nejčastěji bezobratlí (u čeledi Taeniidae je mezihostitelem obratlovec). Mezihostitel je vždy takový živočich, u kterého je vysoká pravděpodobnost,

že bude pozřen definitivním mezihostitelem. Vývojový cyklus probíhá tak, že s výkaly definitivního hostitele odcházejí do vnějšího prostředí buď zralé články plné vajíček, nebo samostatná vajíčka obsahující onkosféru. Je – li onkosféra pozřena mezihostitelem, uvolňuje se v jeho střevě z obalů vajíčka a proniká do tělní tekutiny, kde se vyvíjí v larvu různého typu (cysticerkoid, cysticercus, coenurus, hydatoda, aj.). Mezihostitel (popřípadě jeho svalovina) musí být pro další vývoj pozřena definitivním hostitelem, ve kterém se přemění na dospělou tasemnici (Volf et al., 2007).

### **a) Ovce jako definitivní hostitel (DH)**

#### **Tasemnice ovčí (*Moniezia expansa*)**

Tasemnice ovčí je 6 – 10 cm dlouhá a má šířku 1,5 cm, parazitující u ovcí, koz, skotu, srnčí, jelení a další zvěře. Tasemnice mohou být velmi patogenní a způsobovat koliky nebo dokonce úhyny mláďat. Tasemnice ovčí (*Moniezia expansa*) se nachází v tenkém střevě, a má celosvětové rozšíření. Na předním konci má přichytné orgány těla, funkci trávicí soustavy přebírá tegument, kterým jsou živiny absorbovány a částečně přeměňovány. Jednotlivé články jsou dlouhé 3 mm. Vajíčka tasemnice mají nepravidelný tvar (trojhranný až čtyřhranný), 50 – 75 µm. U rodu *Moniezia* sp. se vyskytují tzv. mezičlánkové (interproglotidární) žlázy produkující regulační peptidy obdobné peptidům hostitele. Cyklus těchto tasemnic je dvouhostitelské. Vajíčka, která obsahují zvláštní pyriiformní aparát (embryo s obaly má hruškovitý tvar), jsou pozřena půdními roztoči (Oribatida), kde se onkosféra mění na cysticerkoid infekční pro definitivního hostitele. K nákaze dochází pozřením infikovaného roztoče. Ovce pozře roztoče společně s trávou, a tím se nejčastěji nakazí. Jehňata ve věku 2 – 4 měsíců jsou nejvíce náchylná k onemocnění. Vajíčka tasemnic jsou odolná, vydrží na pastvině mnoho měsíců, a přezimují. Vajíčka tasemnic se mohou rozšiřovat pomocí ptáků, u kterých projdou trávicím traktem. Roztoč přesto neztrácí svou infekceschopnost. Tasemnice má negativní vliv na sliznici střeva. Napadení tasemnicí se může projevovat průjmy nebo naopak zácpou. Zvířata špatně žerou, a proto hůře rostou (Gunn and Pitt, 2012).

## **b) Ovce jako meziphostitel (MH)**

### **Tasemnice vroubená (*Taenia hydatigena*)**

Dospělá tasemnice vroubená žije v tenkém střevě psovitého šelem (DH). Cysticerky (*Cysticercus tenuicollis*) se mohou nacházet v různých orgánech, převážně v játrech. Definitivním hostitelem jsou psovité šelmy. V meziphostitelích (MH), kterými jsou přežvýkavci, ve kterých vzniká larva (cysticercus), který dosahuje velikosti tenisového míčku a způsobuje úhyn jehňat. Vzácně jsou larvy nalézány také u člověka. Skolex má obvykle vytvořené rostellum s háčky. Články s vajíčky (vyznačují se embryoforem se silnou vrstvou keratinových bloků) odcházejí se stolicí definitivního hostitele do vnějšího prostředí (apolyze). Životní cyklus je dvouhostitelský a ovce slouží jako meziphostitel. Dospělá tasemnice je velká až 5 m, články mají velikost 12 x 6 mm. Vajíčka mají velikost 38 – 39 x 34 – 35 µm. Ovce (meziphostitel) se nakazí kontaminovanou potravou. Onkosféra migruje do subserózy jater krví. Boubel aktivně migrují do tělní dutiny, kde se vyvíjejí do infekčního stádia. Cysticerky, které zůstanou v játrech, nejsou zcela vyvinuté, a proto nejsou pro finálního hostitele nakažlivé. Vajíčka dobře přezimují, jsou infekceschopná až půl roku. Tato tasemnice se šíří také ptáky a hmyzem. Larvy (onkosféry) migrující v definitivním hostiteli mohou silně narušit játra (napadené části jsou hnědozelené). To vede k vážným jaterním poruchám, kvůli kterým může zvíře hynout. Onemocnění se projevuje nechutenstvím, průjmami, malátností a anémií. Tasemnice je problémem převážně mláďat (Rollinson and Hay, 2012).

### ***Taenia ovis* („Tasemnice ovčí“)**

Dospělá tasemnice ovčí se nachází v tenkém střevě psa, boubel (*Cysticercus ovis*) se tvoří v meziphostiteli, kterým je přežvýkavec v kosterní svalovině, srdci a bránici. Definitivním hostitelem je pes nebo liška. Tasemnice dosahuje délky 110 – 140 cm a je široká 4 – 8,5 mm. Boubel mají velikost 3 – 9 x 2 – 4 mm. Meziphostitel se nakazí kontaminovanou potravou, boubel se vyvíjí cca 10 týdnů do infekčního stádia. Ve svalovině nebo pod serózou orgánů v meziphostiteli se usazují onkosféry, za 80 – 85 dní dosahují infekčního stádia. V definitivním hostiteli trvá prepatence 1 – 2 měsíce. Vajíčka jsou odolná, dobře přezimují. Onemocnění se projevuje převážně u mláďat nechutenstvím, apatií, častým močením,

sliněním, zrychleným dýcháním a horečkou. Silné napadení tasemnicí může vést až k úhynu zvířete (Gunn and Pitt, 2012).

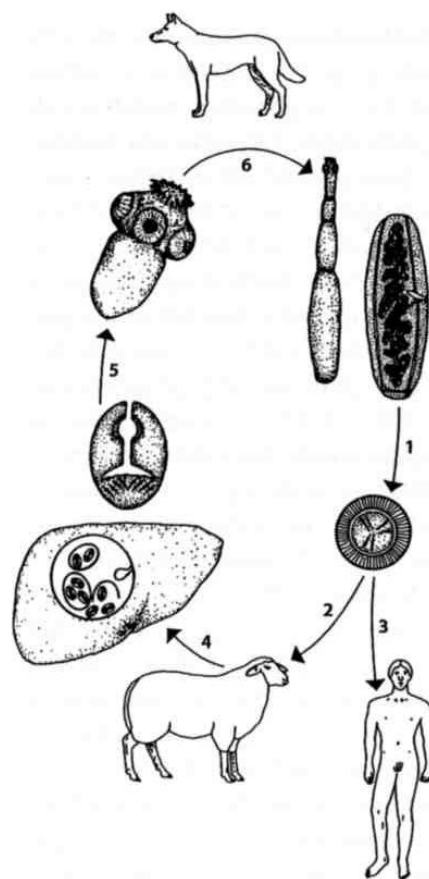
### ***Tasemnice vrtohlavá (Taenia multiceps)***

Dospělá tasemnice vrtohlavá se nachází v tenkém střevě psa. Boubele (*Coenurus cerebralis*) se nejvíce tvoří v mozku ovcí a dalších orgánech Mezihostiteli jsou ovce, kozy, skot, ve kterých vzniká larva (coenurus), dosahující velikosti slepičího vejce. Coenurus obsahuje několik stovek skolexů a vyvíjí se pouze v mozku nebo míše (coenuróza), jedním z příznaků je pohyb zvířete do kruhu (tzv. manéžový pohyb). Finálním hostitelem je pes nebo liška. Tasemnice je rozšířena celosvětově, převážně tam, kde se chovají ovce. Cysticerky typu coenurus nejčastěji obsahují 200 protoskolexů a bývají velké jako slepičí vejce. Dospělá tasemnice je dlouhá 40 – 100 cm. Vajíčka mají velikost 31 – 36 µm. Definitivní hostitel se nakazí pozřením mozku nebo míchy, která je infikována tasemnicí. Onkosféry se vyvíjejí do boubele, která je infekceschopná pouze v centrální nervové soustavě. V jiných orgánech umírají a zvápenatí. Vajíčka bez problémů přezimují, protože jsou velice odolná. Náchylná k onemocnění jsou především mláďata, starší ovce jsou více odolné. Tasemnice porušuje funkci mozku a způsobuje jeho zánět. Onemocnění se projevuje vysokými horečkami, poruchami mozku (podivné chování, zvířata nekoušou potravu, mají motorické poruchy, nenásledují stádo) a krvácení sítnice (Kaufmann, 1996).

### ***Měchožil zhoubný (Echinococcus granulosus)***

Jedná se o tasemnice velmi malých rozměrů (1–6 mm), jejichž tělo je kromě skolexu se čtyřmi přísavkami a rostellum s háčky složeno jen z několika článků (3–4). Měchožil zhoubný je celosvětově rozšířený druh, který je přenášen mezi hostiteli na pastvinách. Definitivním hostitelem ve vývojovém cyklu (obr. 7) jsou psovitě šelmy (velmi často psi), u kterých se ve střevě může nacházet velké množství dospělých tasemnic. Zralé články rozpadající se ve vnějším prostředí jsou zdrojem infekce pro mezihostitele (obvykle přežvýkavci, případně člověk). V mezihostiteli se z vajíčka uvolní onkosféra, která proniká do různých orgánů a mění se na zvláštní formu cysticerku označovaného jako echinokok či hydatoda. Působí tzv. cystickou echinokokózu. Larvy tvaru měchýře mohou v průběhu

několika let dorůstají velikosti až 15 cm. A více. Jejich zvláštností je, že v nich dochází k asexuálnímu množení, jehož výsledkem je mnoho tisíc nových larev (protoskolexů). Ty vznikají pučením z vnitřní zárodečné vrstvy původního měchýře nebo také v měchýřcích dceřiných, které jsou lokalizovány uvnitř původního měchýře. Při pozření infikovaného meziphostitele psovitou šelmou může dát každý protoskolex vznik nové dospělé tasemnici. Nejčastěji napadeným orgánem meziphostitele jsou játra, následují plíce a další orgány. Ke zdravotním komplikacím a případnému ohrožení života meziphostitele dochází v závislosti na velikosti a lokalizaci hydatidy. V případě prasknutí hydatidy v těle meziphostitele dochází k vylití cystické tekutiny s množstvím parazitárního antigenu a vzniku anafylaktického šoku. Uvolněné protoskolexy jsou příčinou diseminované cystické echinokokózy (z každého protoskolexu může vzniknout nová hydatidogena). Kmeny specializované na ovce a skot jsou člověku nebezpečné na rozdíl od kmenů infikujících koně a prasata (Craig et al., 2007).



Obr. 7. Vývojový cyklus měchožila zhoubného (*Echinococcus granulosus*) – převzato z Volf et al., (2007).



### **3.1.4. Hlístice parazitující u ovcí**

Hlístice tvoří jednu z nejpočetnějších a nejrozšířenějších skupin živočichů. Je známo téměř 20 tisíc druhů parazitujících v obratlovcích. Hlístice se vyznačují stavbou těla přizpůsobenou parazitování, zejména kutikulárními zuby, jež jsou schopny narušovat tkáň napadeného hostitele. Tělo hlístic je válcovité, ke koncům ztenčené, velmi pružné, přesto pevné. Příčinou je povrchová kutikula, která je vypnuta mízními tekutinami pseudocoelu (Volf et al., 2007).

#### **3.1.4.1. Řád Měchovci (Strongylida)**

Měchovci jsou paraziti teplokrevných obratlovců, plazů a obojživelníků. Zástupci jsou charakterističtí tím, že samci mají na kaudálním konci dobře vyvinutou kopulační burzu. Hltan je filariformní (larvy mají rhabditoidní). Patří sem geohelminti (vývoj probíhá bez mezihostitelů) i biohelminti (vývoj probíhá se střídáním hostitelů). Většina zástupců má tkáňovou fázi vývoje v definitivním hostiteli (Hoberg et al., 2009).

#### **Zubovka ovčí (*Chabertia ovina*)**

Zubovka ovčí je parazitem divokých i domácích sudokopytníků. Dosahuje velikosti 15-30 mm. Poškozuje povrch střeva, způsobuje těžké průjmy a nekrózy sliznice. Jedná se o hlístici s mohutnou ústní kapsulou, parazitující v trávicí či dýchací soustavě. Vývoj je přímý (nejčastěji se hostitel nakazí pozřením infekčních larev. Z tenkostěnných vajíček se líhnou larvy prvního stádia (L1) s rhabditoidním jícnem, které požírají nejružnější mikroorganismy ve výkalech a během 24 hodin se svléknou a změní v larvu druhého stádia (L2). Také tyto larvy přijímají potravu a v závislosti na teplotě a vlhkosti se po 3-10 dnech mění v larvu třetího stádia (L3), infekční (schopnou nakazit hostitele). Tato larva si ponechává kutikulu L2, je v ní uzavřena jako v jakémsi obalu bez možnosti příjmu potravy. Tento obal ji ale chrání před chladem a vyschnutím. Infekční larva má dorylamoidní (filaroidní) jícen a v závislosti na nashromážděných energetických zásobách je schopná přežít ve vnějším prostředí i několik let (van Wyk et al., 2011).

### **Měchovec ovčí (*Bunostomum trigonocephelum*)**

Měchovec ovčí způsobuje těžká onemocnění přežvýkavců a úhyn jehňat. Měchovci patří mezi geohelmintry. Vajíčka se rýhují v půdě a k nákaze dochází pozřením či přímým proniknutím infekční larvy přes kůži. Larvy putují cévním systémem, kde se svlékají do larev čtvrtého stádia (L4), dále putují přes mízní uzliny, srdeční komoru, malým krevním oběhem do plic (průdušek), odtud jsou vykašlány a polknuty. Hltanem pak putují do střeva, kde dospívají (L5). Existuje zde také možnost kongenitální nákazy (placentou z matky na plod). Dospělí měchovec se nalézá ve střevě, má celosvětové rozšíření. Typická je velká ústní kapsula trychtýřovitého tvaru se 2 nebo 4 zuby a kutikulárními destičkami tvaru půlměsíce, které napomáhají přichycení na mukózu střeva a k sání krve. Samci mají pářící plachetku asymetrickou, vulva samic leží před středem těla. Vajíčka jsou tenkostěnná, vyvíjejí se z nich larvy, které odchází s výkaly hostitele. Larvy ve vnějším prostředí opouští vaječné obaly, živí se bakteriemi a vyvíjejí se do třetího stádia, které je infekční. Tyto larvy jsou velmi aktivní, pronikají perkutánně do hostitele za pomoci proteolytických enzymů (hyaluronidáza, peptidáza). Měchovec napadá lymfatický a krevní systém, jímž se dostává do plic, plicními sklípky do tracheální trubice a ústní dutiny. Po spolknutí napadají stěnu střeva a po svléknutí dospívá. Výrazně narušuje sliznici střeva pomocí velké ústní kapsuly, způsobuje krvácení, záněty střeva a anémie. Onemocnění se může projevit vyrážkou, kašlem a krvavými průjmy. Měchovci přímo krev nesají, ale mohou ji společně s mukózou přijímat (Kaufmann, 1996).

### ***Nematodirus battus*, *N. filicolis***

*Nematodirus battus* je celosvětově rozšířený, nachází se v tenkém střevě. Ústní kapsulu má redukovanou. Samci *Nematodirus battus* jsou velcí 10 – 19 mm, spikuly jsou dlouhé 900 – 1200  $\mu\text{m}$ , samice jsou dlouhé 15 – 26 mm a mají konec těla špičatý. Samci *Nematodirus filicolis* jsou dlouzí 10 – 15 mm se spikulami o velikosti 750 – 925  $\mu\text{m}$ , samice mají délku 15 – 20 mm. Vývoj cyklus je přímý, bez mezihostitele a přenos probíhá přes infekční larvy, které se dostávají do hostitele. Hostitelé se nejčastěji nakazí při pastvě. Hlístice způsobují narušení tenkého střeva a pronikají hluboko do sliznice. Dále způsobují atrofii klků a zánět sliznice, která produkuje velké množství hlenu. Ovce trpí vodnatými průjmy. Často probíhají společně s ostatními infekcemi gastrointestinálních hlístic. Pomocí

koprologie se zjišťuje přítomnost vajíček ve výkalech, kde se nachází typická vajíčka velká 145 – 230  $\mu\text{m}$  (Kaufmann, 1996).

### **Vlasovka slezová (*Haemonchus contortus*)**

Velmi rozšířený parazit tenkého střeva nebo slezu přežvýkavců. Saje krev, proto je zbarvena červeně. *Haemonchus contortus* je celosvětově rozšířený a nachází se v žaludku. Jedná se o hlístici s malou ústní kapsulou. V oblasti hlitanu se nachází pár výrazných kaudálně namířených papil. Samci mají velikost 18 – 21 mm, spikuly jsou dlouhé 490 – 540  $\mu\text{m}$  a bursu copulatrix je asymetrická. Samice jsou dlouhé 20 – 30 mm, mají kolem červeného střeva spirálovitě stočené bílé pohlavní orgány. Vulva je krytá klapkovitým útvarem, nachází se v zadní třetině těla. Pokud teplota klesne pod 9 °C zastavuje se vývin larev, stejně tomu je pokud teplota stoupne nad 40 °C. Neinfekční larvy jsou citlivé na nepříznivé podmínky prostředí, infekční jsou naopak velmi odolné. Hlístice sají krev (0,05 ml denně na jednu hlístici), působí velmi patogenně. Onemocnění se projevuje poruchami trávení, záněty sliznic, edémy, krvácení a následkem toho anémií. Na sliznici žaludku se vyskytují uzlíky a bílé skvrny. U zvířat se objevují tmavé výkaly (6 – 12 dní po nakažení se ve výkalech objevuje krev). Nejvímavější jsou mláďata a ovce do 2 let věku (Kaufmann, 1996).

### ***Teladorsagia circumcincta***

*Teladorsagia circumcincta* se nachází v žaludku. Rozšíření má celosvětové. Samci jsou dlouzí 7 – 10 mm, mají štíhlé spikuly dlouhé 450  $\mu\text{m}$ . Samice dosahují délky 9 – 12 mm (Nisbet et al., 2009).

Tyto hlístice narušují trávení v žaludku. Vznikají patrné změny na sliznici. PH žaludku se zvyšuje (z 2 až na 7), což způsobuje vysoký výskyt bakterií, to se projevuje průjmy. Vysoké pH snižuje účinek pepsinu, což výrazně omezuje trávení bílkovin (čím je větší infekce, tím se v krvi dá prokázat větší množství pepsinogenu). Zvířata nemají chuť k jídlu, a proto hubnou, mají špatnou kondici a stávají se apatickými. Onemocnění se týká převážně mladých zvířat (Menon et al., 2012).

### **Vlasovka drobná (*Cooperia curticei*)**

Vlasovka drobná je parazit tenkého střeva, který má celosvětové rozšíření. Samci jsou dlouzí 5 – 7 mm, spikuly dosahují délky 135 – 145  $\mu\text{m}$ , s knoflíkovitým předním koncem a hřebenovitým výběžkem. Samice mají tělo dlouhé 6 mm, se špičatým zadním koncem. Onemocnění se projevuje průjmy. Larvy na stěně tenkého střeva vytvářejí uzlíky, které se mohou měnit na vředy a edémy. Diagnostika se provádí pomocí vyšetření výkalů, koprokultury a průkazu infekčních larev (Kaufmann, 1996).

### ***Marshallagia marshalli***

*Marshallagia marshalli* je parazit, který se objevuje v žaludku. Rozšířen je zejména v teplých oblastech. Jedná se o tenké nematody, kteří jsou dlouzí 10 – 20 mm, s ústním otvorem obklopeným malými pysky. Vajíčka dosahují velikosti 160 – 200 x 75 – 100  $\mu\text{m}$ . Tento parazit žije v hostiteli ve formě uzlíčků o průměru 2 – 4 mm, kde se nachází většinou více jedinců. Onemocnění se vyznačuje záněty slezu, anémií a průjmy. K diagnostice se využívá koprologické vyšetření a průkaz infekčních larev (Borji et al., 2011).

### **Vlasovka (*Trichostrongylus* – *Trichostrongylus axei*, *T. colubriformis*, *T. vitrinus*)**

Vlasovky jsou menší a tenké druhy hlístic, jejichž ústní kapsula chybí nebo je jen slabě vyvinuta. Vývoj je přímý bez mezihostitelů, hostitel se nakazí požitím infekční larvy. Vlasovky jsou celosvětově rozšířené. Dosahují velikosti 3-11 cm. Parazitují v tenkém střevě přežvýkavců. Při silných infekcích dochází u hostitelů k zánětům střeva či slezu, těžkým trávicím poruchám, průjmům, anemickým stavům až úhynům. *Trichostrongylus axei* má vlasovitý tvar. Barva je hnědočervená, ústním otvorem je krytý 3 malými papilami. Samci dosahují velikosti 3 – 5 mm, spikuly měří 85 – 128  $\mu\text{m}$ . Samice jsou dlouhé 4 – 6 mm. Samci *T. colubriformis* mají velikost 4 – 7 mm, mají nestejně dlouhé spikuly (123 – 154  $\mu\text{m}$ ). Samice jsou velké 5 – 8 mm. Samec *T. vitrinus* měří 4 – 7 mm, spikuly jsou dlouhé 160 – 270  $\mu\text{m}$ . Samice měří 5 – 7 mm. Vajíčka odchází z těla hostitele pomocí výkalů, líhnou se z nich larvy 1. stádia, které přijímají potravu. Podle teploty se svlékají do larev 2. stádia za 2 – 5 dní. Tyto larvy přijímají také potravu. Po další době se u larev tvoří kutikula 3. stádia, ale kutikulu 2. stupně stále zůstává, proto jsou larvy uzavřené v jakési kapsuli. Tyto larvy

již potravu nepřijímají. Za rosy se infekční larvy dostávají na stébla trav. Larvy odvrhávají kutikulu 2. stádia v hostiteli a zanořují se do sliznice střeva a vytváří uzlíky. V uzlicích se mění do 4. larválního stádia a postupně dospívají. Uvolňováním hlístic ze sliznice střeva se vytváří edémy a krvácení. Onemocnění se projevuje průjmy a hubnutím (Kaufmann, 1996).

### **Průduchovka ovčí (*Dictyocaulus filaria*)**

Jedná se o geohelmita, který parazituje v průduškách malých přežvýkavců. Průduchovka ovčí způsobuje těžké záněty plic ovcí, koz a jelenů. Larvy se líhnou v průduškách a infekční larvy migrují mízním systémem. Průduchovka ovčí (*Dictyocaulus filaria*) má malou ústní kapsulu, která je opatřena 4 pysky. Samci jsou dlouzí 3 - 7 cm. Samice dosahují délky 6 – 9 cm a mají šedobílou barvu. Samička klade vajíčka v plicích. Odtud se dostávají do hrtanu a úst. Některá vajíčka jsou vykašlána, jiná spolknuta. Larvy 1. stádia se líhnou v trávicím traktu, následně se nacházejí ve výkalech. Do 3. infekčního stádia se vyvíjejí larvy ve vnějším prostředí. Hostitel se nakazí jejich pozřením, larvy se zbaví v trávicím traktu ochranného obalu (kutikuly larvy 2. stádia). Poté se dostávají do plic pomocí krve a lymfy, zde parazitují. Z výkalů se infekční larvy, které jsou citlivé na vyschnutí, dostávají do okolí. Průduchovka ovčí způsobuje parazitární bronchopneumonie (zánět plic). Průduchovka je nejvíce patogenní pro mláďata. Ke klinickému onemocnění zvířat, která se setkala s infekcí poprvé, stačí 2000 larev. Onemocnění se projevuje zrychleným dýcháním, kašlem, trhavými pohyby a apatií. K diagnostice se používá prokázání larev z čerstvých výkalů. Tyto larvy mají délku 300 – 330  $\mu\text{m}$ , střevní buňky jsou vyplněné tmavohnědými granulemi (Olsen, 1986).

### **Plicivka ovčí (*Muellerius capillaris*)**

Plicivky jsou paraziti dýchacího nebo oběhového ústrojí a způsobují tzv. červivost plic. Plicivka ovčí patří mezi biohelminty, jejichž meziphostitelem jsou suchozemští plži rodu *Helicella*, *Arion*, *Limax*, *Agriolimax*, *Helix*, *Succinea*, *Cepea*. Způsobuje těžké onemocnění plic, nejčastěji se nachází v průduškách. Plicivka ovčí má celosvětové rozšíření. Jedná se o drobnou hlístici (0,5 – 9,5 cm), která má bílou až hnědou barvu. Samice mají konec těla kónický. Samci dosahují délky 11 – 14 mm, tělo má spirálovitě stočený konec. Samci mají velmi malou kopulační bursu, kloaka je opatřena papilama. Spikuly měří 140 – 160  $\mu\text{m}$ .

Samice jsou dlouhé 19 – 23 mm, kladou vajíčka v plicích. Z vajíček se líhnou larvy 1. Stádia, které migrují do úst. Poté co jsou spolknuty se dostávají do tlustého střeva, z těla ven se dostávají výkaly. Do 3. infekčního stádia se vyvíjejí v plících, do kterých penetrují ve vnějším prostředí. Finální hostitel se nakazí pozřením plže (náhodná konzumace s vegetací), který je infikovaný. Larvy 3. stádia migrují do mesenteria – okruží (zdvojená vrstva pobřišnice připevňující střevní kličky k zadní stěně dutiny břišní) přes stěnu střeva. Po svléknutí do 4. stádia migrují přes hrudní mízovod do srdce a plic, kde se naposledy svlékají. Larvy 3. stádia v mezihostiteli zůstávají životaschopné mnoho týdnů. Jsou schopny přežít i mráz. Hlístice způsobují záněty plic, objevují se zde zánětlivé změny, především bělavé uzlíky. V plicích se nachází mnoho vajíček a larev 1. Stádia, dále zde žije velice často mnoho pohlavně dospělých samic, a několik samců. Onemocnění se projevuje uzlíky hemoragickými změnami na plicích. Pomocí nálezu typických larvy 1. stádia měřících 300 – 400  $\mu\text{m}$ , se zahnutým koncem ocasu, které se nachází v čerstvých výkalech je onemocnění diagnostikováno (Olsen, 1986).

Hlístice rodu *Haemonchus* sp. jsou nejvíce patogenní při migraci L4 larev stěnami žaludečních žláz. *Haemonchus* jedním z nejdůležitějších parazitů přežvýkavců, protože má rozsáhlou patogenitu. Téměř stejný význam je připsán hlísticím rodům *Cooperia* sp., *Ostertagia* sp., *Trichostrongylus* spp., *Teladorsagia* sp. a *Oesophagostomum* sp. Avšak tyto gastrointestinální hlístice působí onemocnění v jiných částech trávicího traktu. U zvířat se onemocnění často projevuje zaostáváním za ostatními zvířaty, dochází k ohromující chůzi, zrychluje se dýchání a objevují se slabé příznaky, které mohou končit až smrtí. Chronické onemocnění způsobuje extrémní ztrátu hmotnosti, letargii (lhostejnost, netečnost, otupělost), bledé sliznice (anémii), otoky submandibulární (podčelistní) a břišní. Infekce je často způsobena více druhy gastrointestinálních hlístic. Pouze zřídka je klinický parazitismus výsledkem infekce jednoho druhu parazita (Molento et al., 2011).

#### **3.1.4.2. Rod tenkohlavec (*Trichuris* spp.)**

##### **Tenkohlavec ovčí (*Trichuris ovis*), *T. globulosa*, *T. capreoli*, *T. skrjabini***

Parazité cizopasí u všech tříd obratlovců. Jsou výhradně geohelminți. Liší se tím, že se hlitan skládá z krátké svalnaté části a dlouhé žlaznaté zadní části. Tělo je rozděleno na dvě části. Přední, úzká je zanořena do slizničního epitelu střeva a pomocí sekretů

stichosomu indukuje tvorbu syncytia epiteliárního původu, které ji obklopuje a zřejmě poskytuje výživu parazitovi. Zadní část obsahuje pohlavní orgány a ční do lumenu střeva. Vajíčka jsou typicky silnostěnná, citrónkovitého tvaru se dvěma pólovými zátkami, a ve vnějším prostředí se v nich formují larvy. Vajíčka z hostitele odcházejí většinou nerýhovaná, ale některé druhy jsou ovoviviparní. Žlázové buňky (stichocyty) lemují lumen v jedné až třech řadách a utvářejí tak orgán zvaný stichosom. Každá z buněk komunikuje s lumenem jedním pórem. Sekrety stichosomu se podílejí na regulaci procesů v napadených buňkách hostitele. Larvy prvního stádia mají stylet. K nákaze hostitele dochází perorálně prostřednictvím larev L1. Napadený hostitel trpí těžkými průjmy, dochází k zánětům, krváceninám a edémům sliznic. Onemocnění se projevuje sníženou žravostí, pomalým pulzem a sníženou dechovou frekvencí (Bednář, 2011).

Morfologie a morfometrie je používána jako nástroj pro identifikaci parazitů od nepaměti, ale tento trend se již nepoužívá, protože v posledních desetiletích se identifikace stala závislá na molekulární charakterizaci. Nicméně, toto je možné, ve vyspělých zemích, zatímco například rozvojovým a málo rozvinutým zemím, jako je Indie, stále do značné míry závisí na tradičních technikách (Kuchai et al., 2013).

Kuchai et al. (2013) učinili pokus ke studiu morfologie a morfometrie dospělého tenkohlavce ovčího (*Trichuris ovis*) z céka přežvýkavců, pro přístup účinku studované oblasti, hostitele, intenzity, věku, pohlaví hostitele a metodiky na morfologii parazita. Bylo zjištěno, že všechny tyto faktory představují malý vliv na identifikaci parazita menšího významu, protože byly shledány v rozmezí podobnosti a nebyly dostatečné pro označení jako nového druhu, jak se očekávalo. Nicméně, některé popisné prvky by mohly být užitečné při identifikaci parazita

### **3.1.5. Rod *Strongyloides***

#### **Hádě dobytčí (*Strongyloides papillosus*)**

Jedná se o parazita střevní mukózy savců. Dosahuje malých velikostí. Samice mají plochou ústní kapsulu, dlouhý strongyloidní (filariformní) hltan (tvoří 1/3 těla), v zadní části těla se nachází anální i pohlavní otvor. Parazituje u ovcí, výjimečně také u člověka. Jedná se o hlístice s přímým vývojem (geohelminți). Hádě dobytčí je rozšířeno celosvětově. Charakteristickým znakem je filariformní jícen u infekčních stádií. Volně žijící mají

rhabditoidní hltnan. Samci dosahují velikosti 0,5 – 0,7 mm a mají dvě kapsuly. Samice měří 0,6 – 0,9 mm. Ve vývojovém cyklu se střídají volně žijící a parazitické generace. Parazitické jsou pouze samice, které kladou embryonovaná vajíčka. Larvy 1. stádia se v krátké době líhnou z vajíček, poté se svlékají na larvy 2. a 3. stádia. Larvy 3. stádia s rhabditoidním hltnanem se vyvíjí do volně žijící generace. Ostatní larvy s filariformním hltnanem jsou infekční. Larvy pronikají lymfou a krví přes kůži do hostitele a se dostávají do srdce, plic, průdušnice, hrtanu a dále do střeva. Ve střevě se svlékají do 4. a 5. (adultního) stádia. Nákaza u mláďat nejčastěji probíhá přes mateřské mléko. Ve volném prostředí infekční larvy přežívají 4 měsíce. Třetí den po infekci, dochází k plicnímu krvácení a pneumonii. Ve střevě dochází ke krvácení, edémům a snížené absorpci živin. Onemocnění se projevuje kašlem a průjmami. K diagnostice se používá koprologie (Viney and Lok, 2007).

### 3.2. Prevence proti parazitům ovcí

Jedním z hlavních zdravotních problémů malých přežvýkavců jsou gastrointestinální hlístice, které jsou zodpovědné za zvýšené ekonomické ztráty v chovu ovcí a koz po celém světě. Přes studium nových alternativ pro kontrolu parazitárních infekcí ovcí a koz, z nichž některé jsou již aplikovány s dobrými výsledky, podávání chemických sloučenin s anthelmintickým účinkem stále převládá (Sakamoto et al., 2013).

Teplé a vlhké podmínky životního prostředí v jižních Spojených státech jsou ideální pro přežití a růst vajíček a larválních stádií *Haemonchus contortus* a jiných gastrointestinálních hlístic ovcí a koz. V důsledku toho, infekce gastrointestinálních hlístic je největší hrozbou pro hospodáře malých přežvýkavců v této oblasti. S anthelmintickou rezistencí je nyní dosahováno epidemických rozměrů u malých přežvýkavců v USA, alternativy nechemické kontroly jsou kriticky potřebné. Proto bylo v posledním desetiletí používáno několik nových kontrolních technologií, včetně metody FAMACHA pro provádění cílených selektivních úprav, použití oxidu mědi, hlístic, hub, krmení senem s hodně taniny, popřípadě celoroční krmení luštěninami *Lespedeza* sp. (lespedézie klínovitá - *Lespedeza cuneata*), pro kontrolu parazitů malých přežvýkavců. Postoje výrobců směrem k řízení gastrointestinálních hlístic v USA byly přesunuty od exkluzivní závislosti na anthelminticích směrem k udržitelnějším, integrovaným systémům řízení parazitů. Některé řídicí technologie byly výrobcům snadno přijaty v kombinaci s vhodnými diagnostickými nástroji, jako je například metoda FAMACHA. Avšak stále se vyvíjí i jiné techniky. Přestože nové léky pro



kozy a ovce budou pravděpodobně v budoucnu k dispozici, může dojít k rozvoji rezistence hlístic na anthelmintika, proto bude přijímání a provádění principů udržitelné kontroly gastrointestinálních hlístic stále důležité (Terrill et al., 2012).

V poslední době bylo zjištěno, že vakcinační adjuvans (pomocné látky) hrají kritickou roli v řízení povahy vakcín. Piedrafita et al. (2013) hodnotili některé pomocné látky pro jejich schopnost chránit ovce po vakcinaci proti *Haemonchus contortus*. Použitím suboptimální dávky hliníku jako adjuvans bylo prokázáno, že se sníží kumulativní počet vajíček ve výkalech a parazitární zátěž o 23 %. Ve vakcinaci, kde se jako adjuvans použil dextrans (vysokomolekulární polysacharid) byla téměř zdvojnásobena ochrana ve srovnání s vakcínou, kde byl použit hliník na 40 % a snížení počtu vajíček ve výkalech o 41 %. Tím se ukázal potenciál dextransu jako adjuvans pro parazitární vakcíny (Piedrafita et al., 2013).

### 3.2.1. Anthelmintika

Základem udržování parazitů do dnešního dne zůstává chemoterapie nebo chemoprophylaxe. Dnes jsou používána anthelmintika, která jsou použitelná pro většinu hlístic nebo tasemnic. Nicméně, anthelmintika jsou omezena, převážně na 3 chemické třídy: benzimidazoly, imidazothiazoly a makrocyclické laktony, a 3 nové třídy: cyclodepsipeptidy, amino – aceto - nitrilové deriváty a spiroindoly pro hlístice, zatímco praziquantel a triclabendazol se používají pro motolice a tasemnice (Kaminsky et al., 2013).

Dvě nové širokospektrální anthelmintické třídy byly zavedeny v posledních 5 letech. Jedná se o amino-aceto-nitril derivát monepantel a spiroindol derquantel. Monepantel je k dispozici k orálnímu dávkování pro ovce jako Zolvix zatímco derquantel je k dispozici v kombinaci s makrocyclickým laktonem abamectin jako startect. Jistě, bude vyvinuta rezistence parazitů i na tato nová anthelmintika. Byly také zaznamenány zprávy o selhání léčby monepantelu u koz a startectu u ovcí. Veterináři a zemědělci potřebují aplikovat anthelmintika ve velmi chytrém léčebném režimu, aby se co nejlépe využila a nezneužívala jako v případě odolnosti monepantel u koz, kde byl použit 17 krát za 20 měsíců po selhání všech ostatních anthelmintik. Neexistuje žádný lék, který by vyléčil všechny parazitární infekce jednou pro vždy. Jedná se zde o boj parazitologů, veterinářů a lékařů na straně jedné, a parazitů na straně druhé. Záleží na nových anthelminticích a zlepšení jejich použití a evoluční schopnosti parazitů reagovat pomocí rezistence (Kaminsky et al., 2013).

Na začátku 60. let, byla objevena jako první chemická skupina se širokým spektrem účinku proti parazitům: benzimidazoly. V následujícím desetiletí, levamisol. První makrocyclický lakton ivermectin přišel později, na počátku 80. let. Dalšími sloučeninami, které jsou k dispozici je monepantel od roku 2010, derquantel od roku 2011, patří do skupiny amino – aceto - nitril derivátů a spiroindol. I když byly objeveny nové skupiny, parazité si vytvořili odolnost vůči některým účinným látkám již několik let po jejich objevení, alespoň u jednoho druhu významného u hlístic. Ve snaze nalézt skupiny, které jsou účinné proti ovčím hlísticím, byl vyvinut nový lék aurixazol. Tato sloučenina zasahuje do metabolismu dýchání parazitů, blokuje produkci energie tím, že inhibuje mitochondriální oxidativní fosforylaci a brání využití redoxních reakcí na produkci adenosintrifosfátu. Levamisol, chemicky patří do třídy imidazothiazole derivátů. Tato skupina působí především na nervosvalovou koordinaci parazitů, jako nikotinový cholinergní agonisté. Pronikají do parazita přes pokožku a vážou se na acetylcholinergní neurotransmitery, což způsobuje nadměrnou hyperpolarizaci postsynaptické membrány a spastickou paralýzu parazitů (Sakamoto et al., 2013).

Protože je potřeba vyvinout nové účinné složky pro kontrolu endoparazitů přežvýkavců, přítomné in vivo studie hodnotí anthelmintika s 24 % aurixazolu (48 mg / kg), což je anthelmintikum na základě disophenolátu levamisolu. Sakamoto et al. (2013) prováděli dva pokusy: první hodnotil anthelmintickou účinnost 24 % aurixazolu (48 mg / kg) proti gastrointestinálním hlísticím u přirozeně infikovaných ovcí, v porovnání s ivermektinem (0,2 mg / kg) + albendazolsulfoxidem (5,0 mg / kg) + levamisolem (7,5 mg / kg), a druhý, který hodnotí přetrvávající účinnost stejného složení proti vývojovým stádiím (L4) a dospělým *Haemonchus contortus* u experimentálně infikovaných zvířat. V experimentu proti *H. contortus* aurixazol a sloučení ivermectinu, albendazolsulfoxidu a levamisolu dosáhli účinnosti 99,32 % a 96,11 %. U *Trichostrongylus colubriformis* dosáhly hodnoty účinnosti 88,92 % a 98,08 %. Obě varianty byly zcela efektivní proti *Oesophagostomum columbianum* (100%). Výsledky statistické analýzy prokázaly, že průměrná parazitní zátěž u léčených zvířat byla významně odlišná ( $P \leq 0,05$ ) ve srovnání s průměrným počtem helmintů diagnostikovaných u zvířat z kontrolní skupiny *H. contortus*, *T. colubriformis* a *O. columbianum*. Porovnáním ošetřené skupiny bylo možné ověřit, že průměrný počet *H. contortus* u zvířat léčených aurixazolem byl jiný ( $P \leq 0,05$ ) ve srovnání s průměrným počtem získaným u ovcí, které byli léčeny sloučením ivermectinu, albendazolsulfoxidu a levamisolu. Při hodnocení prevence infekce *H. contortus* v experimentu II, aurixazol neměl preventivní účinnost. Až do 21 dnů po ošetření skupiny léčené aurixazolem obsahovala méně

dospělých a L4 *H. contortus* ( $P \leq 0,05$ ), ve srovnání s neléčenou kontrolní skupinou. Nicméně, budou nezbytné další studie k posouzení účinnosti proti hlísticím kmenům, které jsou rezistentní na levamisol a disophenol, ale tyto výsledky umožňují konstatovat, že aurixazol může být dalším opatřením a stát se důležitým nástrojem při kontrole hlístic u ovcí (Sakamoto et al., 2013).

Klasickým postupem proti anthelmintické rezistenci je hledání nových anthelmintických léků. V zásadě jsou k dispozici dva typy hledání léčiv: fenotypové a cílově založené. Fenotypová hodnocení účinků nebo fenotypy sloučenin indukující v celém organismu, zatímco cílové báze hodnotí účinek sloučenin v cíli (např. v receptoru) v in vitro testu. Kaminski et al. (2013) se rozhodli pro screeningový systém využívající celé organismy. V polovině roku 2000, byla u první aktivní látky z třídy amino – aceto - nitrilových derivátů zjištěna vysoká propustnost pomocí screeningového programu, pomocí testu larválního vývoje *H. contortus* a *Trichostrongylus colubriformis*. Optimalizace vedoucí molekuly amino-aceto-nitrilového derivátu - 450 byla pak sledována pomocí hlodavců pískomila mongolského (*Meriones unguiculatus*), u kterého je prokázán značný pokles *H. contortus*, ale nebyla pozorována žádná aktivita amino-aceto-nitrilového derivátu - 450 proti *T. colubriformis*. Různými studii využívající analogy amino-aceto-nitrilových derivátů byla provedena a potvrzena aktivita proti levamisolu a benzimidazolu. Jedna z vybraných sloučenin – amino – aceto - nitrilový derivát - 1470, u infikovaných ovcí (léčených 5 mg racemátu / kg) byl izolována v Jižní Africe a je odolný proti třem starším širokospektrálním protihlístovým třídám včetně makrocyclických laktonů. To byl podstatný náznak, že amino-aceto-nitrilové deriváty mají zcela nový způsob působení, protože nebyla pozorována žádná rezistence. Následné práce potvrdily, že monepantel pracuje prostřednictvím nového způsobu působení na hád'átka. Na konci hlavního optimalizačního programu, který zahrnoval testování účinnosti a snášenlivosti u ovcí a skotu, monepantel se ukázal jako první kandidát na léčiva. Při testování v modelech hlodavců v dávce 0,32 mg / kg racemátu, je účinný proti *H. contortus* a *T. colubriformis*. Po celé řadě testů byl amino-aceto-nitrilový derivát -1566 vybrán pro průmyslový rozvoj jako perorální anthelmintikum ovcí. Amino – aceto - nitrilový derivát - 1566 dostal nechráněný název monepantel světovou zdravotnickou organizací a byl schválen jako perorální anthelmintikum pro ovce na Novém Zélandu v lednu 2009 (Kaminsky et al., 2013).

Po zprávách o zjevném selhání monepantelu na snížení počtu vajíček koz na farmě na Severním ostrově Nového Zélandu, byly provedeny fekální testy snížení počtu vajíček u koz a ovcí. Studie byly prováděny za použití 12 ovcí, pasoucí se na farmě cca 5 týdnů.

V testu redukce počtu vajíček u koz, 8 zvířat dostalo monepantelu v množství 3,9 mg / kg, zatímco čtyři dostala 7,7 mg / kg. V testu snížení počtu vajíček u ovcí, 15 jehňat bylo léčeno 3,0 mg / kg monepantelu. Pro potvrzení studie byly ovce v budovách po dobu 2 týdnů, polovina byla léčena 2,9 mg / kg monepantelu. Zvířata byla usmrcena pro počítání parazitů o 9 dnů později. Nebyl nalezen žádný důkaz o účinnosti v obou testech snížení počtu vajíček, obě používané dávky se projeví stejně neúčinně. Podobně nebylo žádné významné snížení v počtech vajíček nebo parazitické zátěži. Monepantel byl neúčinný proti nejméně dvěma druhům gastrointestinálních hlístic, *Teladorsagia circumcincta* a *Trichostrongylus colubriformis*. Tyto poznatky představují první zprávu z oblasti nerozvinuté odolnosti anthelmintického monepantelu s těžkou rezistencí (Scott et al., 2013).

Fasciolóza způsobená motolicí jaterní (*Fasciola hepatica*), je nejčastější parazitární onemocnění u přežvýkavců v severní oblasti Cajamarca, v Peru. Ovládnutí tohoto parazita je založeno na použití triklabendazolu, léku, který se používá více než patnáct let v této oblasti. Nedávné studie však uvádějí nedostatek klinické účinnosti. Tento výzkum byl zaměřen na stanovení účinnosti triklabendazolu v klinické studii. Jedenáct dojníc, pozitivních *F. hepatica*, identifikovanou přítomností vajíček ve výkalech, bylo léčeno triklabendazolem (Fasinex® 10%) při 12 mg / kg tělesné hmotnosti. Čtrnáct a třicet dní po ošetření byla zvířata analyzována na vajíčka *F. hepatica* v jejich výkalech testem snížení počtu vajíček. Zjištěné výsledky ukazují celkovou účinnost 31,05 % a 13 %. Kromě toho, in vivo test účinnosti byl proveden u ovcí s metacerkáriemi získaných z vajíček, izolovaných z krav klinicky rezistentních vůči triklabendazolu. Jedenáct ovcí bylo rozděleno do dvou skupin, kontrolní skupiny bez léčby (5 zvířat) a experimentální skupina (6 zvířat), všechny byly infikovány dvě stě metacerkáriemi. 106 dnů po infekci všechna zvířata prokázala vajíčka *F. hepatica* v jejich výkalech, což potvrzuje přítomnost dospělých parazitů v jejich játrech. Zvířata s triklabendazolem (Fasinex® 10%) v dávce 10 mg / kg tělesné hmotnosti. O patnáct dní později byla zvířata usmrcena a *F. hepatica* byla v jejich játrech počítána. Výsledky tohoto experimentu vykazovaly trematocidní účinnost 25,2 %, což potvrzuje odolnost *F. hepatica* vůči triklabendazolu izolovaných (Ortiz et al., 2013).

### **3.2.1.1. Rezistence parazitů na anthelmintika**

Stejně jako mnoha jiných patogenů i parazité si vyvinuli rezistenci na příslušné léky. Rezistence hlístic na anthelmintika se vyskytuje v různé míře v závislosti na druhu parazita a hostiteli. Zřejmě nejzávažnější rezistence se vyvinula u gastrointestinálních hlístic

přežvýkavců, zejména ovcí a koz. Rezistence parazitů je běžná v mnoha částech světa. Závažnost tohoto vývoje je zvýrazněna zprávami, že stáda ovcí musela být vyřazena z důvodu nemožnosti kontroly parazitů. Rezistence na anthelmintika je také problémem u motolic ovcí. Mnoho let se anthelmintická odolnost nezdála být problémem u domácích zvířat (Kaminsky et al., 2013).

Intenzivní používání anthelmintik ovládá gastrointestinální hlístice. Rezistence parazitů na anthelmintika se stala důležitým tématem v mnoha evropských zemích. Přítomnost hlístic rezistentních na benzimidazoly, imidazothiazoly nebo makrocyclické laktony byla opakovaně hlášena, zejména u tří nejdůležitějších rodů: *Haemonchus* sp., *Teladorsagia* sp. a *Trichostrongylus* spp. Rozšířený výskyt multirezistentních parazitů dokazuje, že předcházející intenzivní tlumivé chemické strategie řízení nemusí být vždy úspěšné. Dosavadní zkušenosti s rezistencí na anthelmintika naznačují, že moderní kontrolní systémy by se neměly spoléhat na použití jediného anthelmintika, ale použít jiné, složitější a udržitelné postupy (Papadopoulos et al., 2012).

Přes všechny snahy, parazité přežili všechny útoky, a některé druhy dokonce posílily ve vývoji rezistence. Zdá se, že parazitologové a veterináři budou potřebovat více úsilí k získání znalostí podávání léčiv. Příkladem může být použití jedné chemické skupiny jako jediného léčiva v průběhu delší doby, a to vede ke zvýšení rezistence. Přesto je pro zemědělce přípustnější použít jednoduché schéma léčby pouze s jedním, ideálně levným, anthelmintikem, které dělá, alespoň zpočátku svou práci. Do kontroly léčiv byla rozšířena cílená selektivní léčba. Nicméně tento přístup nemusí být vždy praktický, protože farmář má jiné problémy, jako je oplocení nebo zásobování vodou, které má u něho vyšší prioritu než individuální kontrola jeho zvířat. Snadnější může být použití účinného anthelmintika jako karanténní léčba nově přichozích zvířat (Kaminsky et al., 2013).

Sager et al. (2010) zkoumali účinnost monepantelu jako karanténní léčbu ovcí proti více rezistentním hlísticím. Zvláštní byla rychlost poklesu vajíček ve výkalech, ve srovnání s jinými anthelmintiky používanými u ovcí. Ve třech různých studiích, byly ovce infikovány vnímavými a multirezistentními gastrointestinálními hlísticemi *H. contortus*. Počty vajíček ve výkalech byly stanoveny od několika hodin až do 14 dní po ukončení léčby monepantelem, benzimidazolem, levamisolem, makrocyclickými laktony, nebo kombinací těchto tříd. Léčba těmito anthelmintiky, a to buď samostatnými, nebo jako kombinace léčiv způsobila snížení počtu vajíček ve výkalech na 0 během 3-4 dnů. Odolnost parazitů by se mohla potvrdovat při léčbě anthelmintiky, kdy nikdy nedošlo k úplné absenci cizorodých vajíček ve všech analyzovaných vzorcích. V případě multi - rezistentních izolátů,

byl monepantel schopen zastavit vylučování vajíček, zatímco všechny ostatní anthelmintika měla za následek pouze částečné snížení počtu vajíček ve výkalech proti tomuto izolátu. Rezistence parazitů neovlivnila rychlý pokles při počítání vajíček po léčbě monepantelem. Proto lze monepantel doporučit jako účinnou karanténní léčbu pro ovce, aby se zabránilo rezistenci hlístic.

Odčervení by mělo probíhat čtyřikrát ročně, ale průměrně probíhá pouze 1,7 krát. Cílem farmaceutického průmyslu, veterinářů a zemědělců je udržitelná účinná kontrola parazitů. Každý nový lék je pouze částečným úspěchem, a zavedení nového anthelmintika by nemělo být signálem pro zastavení objevů a vývoju nových léků, ani k poklesu šetrného využívání současných anthelmintik. Existují příklady, kdy společné úsilí farmaceutického průmyslu, veterinářů a zemědělců může vést k podstatnému zlepšení finanční a fyzické výkonnosti zemědělců. Po dobu 7 let, se produkce vlny, hrubý příjem farmy, provozní náklady, čistý příjem farmy a návratnost aktiv zlepšila ve 4 hospodářstvích, v nichž odčervení hrálo hlavní (i když ne jedinou) roli. Výsledkem bylo, že průměrný zemědělský příjem ze čtyř farem postupně vzrostl z 86 % průměrné farmy o 155 %. Během stejného období se čistý zemědělský příjem zvýšil ze 70 % na 207 %. Nicméně, tyto příklady jsou pouze výjimečné (Kaminsky et al., 2013).

Zprávy o rezistenci parazitů na anthelmintika na více léků u jednotlivých druhů parazitů, a u více druhů parazitů prakticky na všechna zvířata, jsou stále běžnější. Skupina vědců a lékařů ve Velké Británii vymyslela celou řadu pokynů v roce 2003 (Scops - udržitelná kontrola parazitů u ovcí), jehož cílem je zachování anthelmintické účinnosti na farmách. Během několika let, byly tyto pokyny propagovány prostřednictvím různých setkání, propagační literatury a zemědělského tisku. Výsledky z dotazníků provedených v Severním Irsku v roce 2005 (pokrývající 1999 - 2004) a 2011 (zahrnující 2008-2011) poskytly příležitost zkoumat, do jaké míry tyto kampaně ovlivnily kontrolu parazitů na ovčích farmách. Procento stád s rizikem poddávkování pomocí nepřesného odhadu hmotnosti se od roku 2005 snížil o 15,9 %. Avšak záleží také na míře vlivu různých faktorů, včetně hostitelské imunity, životním prostředí/klimatu, předchozí anthelmintické léčbě, která měla vliv na různé druhy parazitů (McMahon et al., 2013).

V období 2008 - 2009 byla hodnocena účinnost benzimidazolu, albendazolu, makrocyclických laktonů a ivermectinu proti gastrointestinálním hlísticím malých přežvýkavců pomocí fekálního testu snížení počtu vajíček a identifikace L3 po léčbě. Stáda ovcí (28) a koz (28), byla náhodně vybrána ze tří oblastí Norska k posouzení prevalence rezistence na anthelmintika. Pouze jehňata nebyla z náhodně vybraných stád ovcí (32), které

byly pro rezistenci na anthelmintika zkoumány již druhým rokem. Pouze stáda s průměrnou exkrecí vajíček hlístic na gram trusu větší než 150 v době léčby byly zahrnuty do průzkumu. Celkem 48 (80 %) a 13 (46,4 %) stád vybraných ovcí a koz, splnilo kritéria pro zařazení. Některá stáda byla klasifikována jako rezistentní (snížení počtu vajíček o více jak 95 %). U benzimidazol a albendazolu bylo snížení o 10,5 % a 31,0 % u náhodně a nenáhodně vybraných stádech ovcí. Osm z deseti (80 %) náhodně vybraných stád ovcí ukázalo rezistenci na benzimidazol. Po ošetření nenáhodně vybraných stád byly hlavními hlísticemi rody *Teladorsagia* sp. a *Trichostrongylus* spp. v pěti stádech, *Haemonchus* sp. ve dvou stádech, a směs těchto rodů ve zbývajících dvou stádech. U kozích stád byly hladiny před léčbou gastrointestinálních infekce nízké v porovnání s tím, co bylo zjištěno u stád ovcí. Jsou naléhavě zapotřebí nové strategie a doporučení, která budou čelit vznikající rezistenci na anthelmintika, aby se omezilo šíření rezistentních hlístic i do ostatních oblastí (Domke et al., 2012).

Vícenásobná anthelmintická rezistence u hlístic malých přežvýkavců je rozšířená v některých zámořských a tropických zemích, ale je relativně novým problémem v Evropě. V Německu bylo identifikováno u stáda ovcí za použití fekálního testu redukce počtu vajíček a kultur larev, že je populace *Trichostrongylus* spp. 100 % odolná proti ivermektinu a albendazolu a částečně odolná vůči levamisolu (Voigt et al., 2012).

Vzhledem ke zvýšené rezistenci parazitů na anthelmintika by mělo být řízení rezistence nedílnou součástí všech plánů proti parazitům. Studie prokázaly významnou finanční újmu při použití anthelmintik, které mají sníženou účinnost kvůli rezistenci, a přesto se mnoho zemědělců stále zdráhá provést test na přítomnost rezistentních parazitů. Bylo dosaženo velkého pokroku v identifikaci postupů, které byly vybrány pro odolnost, jako je použití pastvin s nízkou kontaminací, použití dlouhodobě působících anthelmintik a intenzivní pastva monokulturami mladých zvířat. Identifikace umožnila alternativy, které by měly být nalezeny, nebo pokud není k dispozici žádná praktická alternativa, opatření přijatá ke zmírnění rizika. Hlavním faktorem při určování, je účinnost podaného anthelmintika. Nejúčinnější způsob, jak dosáhnout vysoké účinnosti anthelmintik je použití jejich kombinace. Využití kombinace anthelmintik může výrazně zpomalit vývoj rezistence (Leathwick, 2014).

### 3.2.2. Rostlinné extrakty

Využití rostlin obsahujících bioaktivní látky pro kontrolu helmintů v zažívacím traktu, a to buď jako fytotherapeutické nebo nutriční možnosti, bylo oblastí výzkumu v posledních letech. Tyto bioaktivní látky mohou být použity jako součást udržitelných strategií kontroly parazitů (Sandoval-Castro et al., 2012).

Kontrola parazitických onemocnění u malých přežvýkavců, se provádí zejména s použitím syntetických anthelmintik. Nicméně, nesprávné a bezohledné použití těchto výrobků způsobilo vznik rezistence parazitů na anthelmintika. Rostliny s anthelmintickým účinkem se používají ve veterinární medicíně, ale je nutné zkoumat a vědecky ověřit fytotherapeutické alternativy pro budoucí využití k řízení gastrointestinálních hlístic u malých přežvýkavců. Cala et al. (2012) vyhodnocovali in vitro anthelmintický účinek rostlinných extraktů zederachu hladkého (*Melia azedarach*) a *Trichilia clausenii* testem počtu vajíček a testem larválního vývoje proti gastrointestinálním hlísticím ovcí. Extrakt *M. azedarach* byl extrahován za studena metanolem a extrakt listů *T. clausenii* byl získán extrakcí při pokojové teplotě. Extrakt zederachu vykazoval větší anthelmintický potenciál in vitro než *M. azedarach* (Cala et al., 2012).

Bianchi et al. (2014) hodnotili, zda má potrava založená na palmovém oleji vliv na imunitní odpověď, a počet vajíček na gram trusu gastrointestinálních hlístic u ovcí krmených mléčnou potravou. 30 ovcí na začátku laktace bylo rozděleno do tří skupin (po 10 kusech), které dostávaly denní stravu, do které byl přidáván palmový olej při různých koncentracích: 0 % (kontrolní skupina A), 4 % (skupina B) a 6 % (skupina C). Zvířata byla léčena levamisolem 10 dní před začátkem experimentu. Vzorky výkalů byly shromážděny a analyzovány na počet vajíček na gram trusu v nulový den experimentu. Vzorky stolice a krve byly odebrány v 60 a 120 dnech, a byla provedena metoda FAMACHA pro hodnocení klinické anémie. Skupiny užívající palmový olej vykazovaly významné snížení počtu vajíček na gram trusu ve vztahu ke kontrolní skupině A 120. den, hladiny sérového imunoglobulinu (IgG, IgM a IgE) a protizánětlivých cytokinů (TNF- $\alpha$ , IL-1 a IL-6) se významně zvýšily v 60 a 120 dnech ve skupinách B a C. Z tohoto důvodu tyto výsledky naznačují, že palmový olej stimuluje imunitní odpověď u ovcí, čímž se sníží počet vajíček na gram trusu gastrointestinálních hlístic.

Ovce s gastrointestinálními hlísticemi a tasemnicemi byly krmeny na třech farmách kombinací speciálně připravených výtažků z cibule kuchyňské (*Allium cepa*) a kokosového oleje (kokosovník ořechoplodý - *Cocos nucifera*) po dobu 8 dní. Krmná dávka obsahovala



60 g kokosu a výtažku z cibule, v kombinaci se sušeným mlékem nebo polyethylen glykolem. Ve všech případech, paraziti zmizeli z výkalů a rovněž nebyli nalezeni 9 a 20 dnů po ukončení podávání této kombinace rostlin. Vzhledem k tomu, všechna léčená zvířata výrazně zvýšila jejich tělesnou hmotnost (ve srovnání s neošetřenými zvířaty), redukce parazitů byla efektivní (Mehlhorn et al., 2011).

*Haemonchus contortus* je krevsající hlístice malých přežvýkavců, která je zodpovědná za velké ztráty po celém světě. Odolnost této hlístice na anthelmintika vytvořila poptávku po alternativních metodách. Rostliny rodu pelyněk (*Artemisia*) se již tradičně používají jako anthelmintika. Používají se celé rostliny i rostlinné extrakty, které prokázaly aktivitu proti gastrointestinálním hlísticím. Kromě toho, pelyněk roční (*Artemisia annua*) je jediným zdrojem komerčního artemisininu, suroviny pro výrobu léčiv účinných proti parazitům malárie (*Plasmodium*). Deriváty artemisininu také prokázaly účinnost proti některým motolicím, včetně motolice jaterní (*Fasciola hepatica*) a krevniček (*Schistosoma*). Artemisinin byl testován na účinnost proti *H. contortus* u pískomilů. Byly pozorovány významné účinky léčby u artemisininu nebo některých extraktů rodu *Artemisia* sp. (Squires et al., 2011).

Vliv taninů na endoparazitickou kontrolu hlístic ovcí byl zkoumán pomocí 20 jehňat. Na začátku experimentu byla zvířata ve věku 6 měsíců a vážila 22,5 kg ( $\pm$  4,7 kg). 10 zvířat dostávalo za týden 18 g akácie černodřevé (*Acacia negra*) obsahující 18 % zhuštěných taninů, ostatní zvířata nepřijímala taniny. Experiment trval 84 dnů. Výkaly byly shromažďovány týdně, byla zjišťována jejich hmotnost a odebírala se krev jednou za čtrnáct dní. Při porážce byli dospělí červi identifikováni a počítáni. Zvířata, která dostávala akácie vážila více než jehňata nepřijímající taniny. Obecně platí, že hodnoty hemoglobinu, hematokritu, celkového proteinu, urey, fosforu a vápníku v séru byly v normálních úrovních, a nebyly pozorovány žádné významné rozdíly mezi skupinami. Počty vajíček ve výkalech dosahovaly nižších hodnot v průběhu pokusu ve skupině, která přijímala taniny, ale tyto rozdíly byly významné pouze v osmém týdnu. Identifikované druhy, v sestupném pořadí podle počtu byly: *Trichostrongylus colubriformis*, *Haemonchus contortus*, *Oesophagostomum columbianum*, *Cooperia* sp, *Strongyloides papillosus*, *Trichuris globulosa* a *Moniezia expansa*. Kondenzované třísloviny akácie (*A. negra*) měly antiparazitární účinek, což představuje alternativu ovládní parazitů ovcí (Cenci et al., 2007).

Aloe kapská (*Aloe ferox*), *Leonotis leonurus* z čeledi hluchavkovitých a *Elephantorrhiza elephantina* jsou rostliny, které jsou omezenými zdroji zemědělců. Často se používají k ovládní gastrointestinálních parazitů u koz. Jejich anthelmintickou aktivitu

hodnotili Maphosa et al. (2010) in vitro na vajíčcích a larvách hlístic parazitů *Haemonchus contortus*. Byly použity vodné extrakty z listů *A. ferox* a *L. leonurus* a kořeny *E. elephantina*. Vajíčka a larvy parazita byly inkubovány při 25 ° C ve vodných extraktech v koncentraci 0,625 až 20 mg/ml po dobu 48 hodin a 7 dní. Líhnutí vajíček a larvální vývoj byl významně snížen se zvyšující se koncentrací extraktů. Extrakty *E. elephantina* a *L. Leonurus* 100 % inhibovaly vajíčka při nízké koncentraci jen 2,5 mg / ml a 1,25 mg / ml, zatímco extrakty *A. ferox* 100 % inhibovaly při koncentracích 20 mg/ml. Na nejnižší testované koncentraci (0,625 mg/ml) *E. elephantina* inhibovala líhnutí vajíček z více jak 96 %, a to bylo srovnatelné s albendazolem ve stejné koncentraci. *E. elephantina* a *L. leonurus* také zcela inhibují vývoj larev v koncentraci 1,25 mg / ml. Extrakty *A. ferox*, *E. elephantina* a *L. leonurus* mají anthelmintickou aktivitu, což odůvodňuje jejich použití v léčbě gastrointestinálních parazitóz (Maphosa et al., 2010).

Také byla pozorována anthelmintická účinnost eukalyptu (*Eucalyptus staigeriana*). De Aquino Mesquita et al. (2013) analyzovali esenciální olej *E. staigeriana* a ověřovali jeho anthelmintickou účinnost u ovcí, pomocí emulze za použití 4% roztoku chitosanu jako matrice. Anthelmintická aktivita byla stanovena pomocí 18 ovcí, které byly rozděleny do tří skupin: skupina 1 byla ošetřena jednorázovou dávkou 365 mg/kg oleje *E. staigeriana*, skupina 2 byla ošetřena 200 µg / kg ivermektinu, a skupina 3 (jako kontrolní skupina) 4% roztokem chitosanu. Ovce byly utraceny a pitvány po 13 dnech, hodnotila se zátěž parazity. Konečný produkt byl hydrogel s 36,5 % esenciálního oleje *E. staigeriana* na gram. Jeho účinnost na gastrointestinální hlístice byla 60,79 %. Nejvyšší účinnost byla proti gastrointestinálním hlísticím (83,75 %). Olej *E. staigeriana* měl anthelmintickou účinnost a může být použit při kontrole gastrointestinálních parazitů.

Rezistence na anthelmintika má schopnost kontrolovat gastrointestinální hlístice malých přežvýkavců, a proto se probudil zájem o studium rostlin jako zdroj anthelmintik. Oliveira et al. (2013) hodnotili vliv citlivky stydlivé (*Mimosa tenuiflora*), která se používá u malých přežvýkavců pro kontrolu larev *Haemonchus contortus* u ovcí. 18 ovcí rozdělili do tří skupin (po 6 kusech) v závislosti na živé hmotnosti. Skupina 1 byla krmena listy *M. tenuiflora*. Skupina 2 byla krmena stonky *M. tenuiflora*. Skupina 3 sloužila jako kontrolní skupina a byla krmena troskutek prstnatým (*Cynodon dactylon*), který má nízkou úroveň taninů. Zvířata byla krmena rostlinami po dobu 13 dní. Nultý den byly ovce experimentálně infikovány 4500 L3 *H. contortus*. Pět dnů po infekci se u ovcí počítala parazitární zátěž a provedla se histologická analýza slezu. Byl zaznamenán denní příjem rostliny a živé tělesné hmotnosti zvířat. Skupiny, kterým byly podávány listy a stonky *M. tenuiflora* spotřebovaly

méně sušiny než ty, které žraly *C. dactylon*. Spotřeba listů *M. tenuiflora* nesnížila L3 *H. contortus* ve srovnání s kontrolní skupinou. Příjem stonků *M. tenuiflora* snížil počet larev, ale snížení nebylo statisticky významné. Tato data ukázala, že použití *M. tenuiflora* nemá žádný vliv na počet larev *H. contortus* u ovcí (Oliveira et al., 2013).

Bylinné léky s anthelmintickými účinky jsou alternativou pro udržitelnou kontrolu a prevenci nemocí způsobených gastrointestinálními parazity. Ribeiro et al. (2014) hodnotili účinnost esenciálního oleje eukalyptu citrónového (*Eucalyptus citriodora*) pro kontrolu gastrointestinálních hlístic malých přežvýkavců in vitro a in vivo. Chitosan byl použit jako matrice. Byla provedena chromatografická a fyzikálně-chemická analýza Eukalyptu. Testy na počet vajíček a larvální vývoj, byly provedeny a vyhodnoceny na Vlasovku slezovou (*Haemonchus contortus*). Akutní toxicita byla hodnocena pomocí myší. Účinnost pro kontrolu gastrointestinálních hlístic byla vypočtena testem snížení počtu vajec ve výkalech u 30 ovcí přirozeně infikovaných 250 mg/kg eukalyptu. Eukalyptus inhiboval larvy o 97,2 % a snížil počet vajíček ve výkalech o 40,5 %.

Ahmed et al. (2014) hodnotili in vivo účinky pěti rostlinných extraktů jako alternativní léčbu parazitů. Zvířata byla rozdělena do šesti skupin. Každé skupině byla náhodně přiřazena léčba: Abamektin a Praziquantel (pozitivní kontrola), ethanol a výtažky z ananasovníku chocholátého (*Ananas comosus*), aloe kapská (*Aloe ferox*), česnek kuchyňský (*Allium sativum*), lespedézie klínovitá (*Lespedeza cuneata*) a *Warburgia salutaris*. Tyto rostliny byly použity jako perorální dávka v množství 100 mg/kg tělesné hmotnosti jednou za týden u ovcí po dobu 42 dnů. Léčba pomocí *Ananas comosus* měla 58% účinnost, léčba pomocí *Lespedeza cuneata* měla účinnost 61%. Kontinuální léčba těmito rostlinami by mohla dále snižovat počty parazitů a zlepšovat zdravotní stav hostitele.

### 3.2.3. Biologický boj

Biologický boj patří mezi nové možnosti kontroly gastrointestinálních hlístic, které ovlivňují celosvětovou živočišnou produkci. Biologický boj je jednou z nejslibnějších strategií díky své ekologické udržitelnosti. Grønvold et al. (1996) definují biologickou kontrolu jako „ekologickou metodu navrženou člověkem proti parazitovi, nebo snížení populace parazita na přijatelnou subklinickou hustotu, nebo udržení této populace na neškodlivé úrovni s využitím přírodně žijících antagonistů“ (tj. opačně působících - dravec, parazit nebo patogen).

Laboratorní a terénní studie odhalily řadu organismů (viry, bakterie, houby, prvoky, volně žijící hlístice, žížaly, hmyz a roztoče) jako antagonisty (opačně působící, zhoršující přežití) parazitů. Ale pouze velmi málo z těchto antagonistů ukázalo slibné vlastnosti v rámci veterinární vědy. Neúspěch je spojen s nedostatkem znalostí o složitých přírodních biologických systémech, antagonistech a omezeným zájmem o rozvoji biologických produktů. Z důvodu zvyšujících se problémů rezistence parazitů na anthelmintika je v budoucnu potřeba větší zájem o biologickou kontrolu v chovu, v kombinaci s rostoucími náklady na vývoj nových chemických produktů a zvýšení veřejného zájmu o chemická rezidua v živočišných produktech a životním prostředí (Grønvold et al., 1996).

Jedním z nejlepších přirozených antagonistů této doby ze všech zkoumaných je u hospodářských zvířat pro kontrolu gastrointestinálních hlístic houba *Duddingtonia flagrans* (čeleď Orbiliaceae – kruhovkovité). Tato houba prochází gastrointestinálním traktem zvířat bez ztráty predátorské schopnosti, což je její hlavní výhodou. Umožňují to její anatomicky charakteristické klidové spory nebo chlamydospory - tlustostěnné vegetativní spory vzniklé z hyfové buňky hub. Proto byla houba *D. flagrans* přidána do krmiv a považována za příznivou některými výzkumnými pracovníky. Pomocí použití argentinského izolátu z houby *D. flagrans* u ovcí, bylo zjištěno významné snížení počtu infekčních larev (L3) trichostrongylidů z výkalů ovcí, což dokazuje její účinnost (Saguez et al., 2011).

In vivo studie prokázaly, že podávání chlamydospor *Duddingtonia flagrans* vede ke snížení počtu gastrointestinálních larev hlístic na pastvinách u ovcí. Čtyři skupiny kříženců jehňat, ve věku 3 - 4 měsíců, byly přesunuty z infikované pastviny na 4 samostatné výběhy. 2 skupiny dostávaly *D. flagrans* ( $10^6$  chlamydospor/kg tělesné hmotnosti/den) smíchanou ve 100g ječmene od května do září, ostatní 2 skupiny byly krmeny pouze ječmenem. Všechny skupiny zůstaly na pastvě až do porážky. Na konci června, byla všechna jehňata léčena fenbendazolem. Vývoj larev hlístic rodu *Ostertagia* sp. a *Trichostrongylus* spp. v kulturách výkalů byl 1 – 28 % u skupin krmených houbou ve srovnání s 60 až 80 % u skupin houbou neošetřených. V září, byly počty larev hlístic u rodu *Ostertagia* 930 L3/kg a *Trichostrongylus* 4400 L3/kg na pastvinách, kde byla použita houba. Tam, kde houba nebyla použita, byly počty larev u rodu *Ostertagia* 7200 L3/kg a *Trichostrongylus* 11 600 L3/kg. Při porážce byl počet nezralých *Ostertagia* sp. o 62 % nižší u skupiny, která byla krmena houbou ve srovnání se skupinami neošetřenými. Celková parazitární zátěž na pastvinách, kde jehňata dříve spásala houbu, byla snížena o 86 % ve srovnání s kontrolními skupinami. Významné snížení počtu larev bylo také pozorováno u parazitárních hlístic *Nematodirus spathiger* (98 %) a pro *N. battus* (97 %). Dávkování *D. flagrans* ovcím při spásání může omezit vznik

pastevní kontaminace v pozdní pastevní sezóně a následně omezit příjem infekčních larev ovce (Githigia et al., 1997).

Také Saguez et al. (2011) zjišťovali účinnost houby *Duddingtonia flagrans*, která ničí parazitické hlístice. Houba byla hodnocena pro kontrolu gastrointestinálních hlístic u ovcí. Účinnost *D. flagrans* byla 92 % proti celkové zátěži parazity, 100 % proti *Haemonchus contortus* a *Teladorsagia circumcincta*, 89,9 % proti *Trichostrongylus colubriformis*, 87,5 % proti *Cooperia oncophora*, a 90 % proti *Trichostrongylus axei*. Neúčinnost byla zjištěna proti *Nematodirus spathiger*, *Trichuris ovis* a *T. skrjabini*.

U bioaktivních krmiv, která mohou mít jak přímé anthelmintické účinky, tak nepřímé anthelmintické účinky, je stále žádanější přínos odvíjecí se od účinků výživy a zvyšující se hostitelské imunitní odpovědi proti hlísticím. Schopnost identifikovat a vybírat geneticky odolná zvířata, použitím fenotypových markerů a nalézání genetických markerů pro rezistentní hostitele je velice důležité. Další výzkum je rovněž nutný kvůli identifikaci lepší fenotypové a genotypové odolnosti markerů, neboť v některých produkčních systémech to může být více žádoucí vlastnost než - li je rezistence. Provádění integrovaného přístupu k řízení rozvoje udržitelných strategií představuje obrovskou výzvu pro chovatele ovcí. Tento integrovaný přístup bude vyžadovat dobře informované veterináře, poradce a výzkumníky, kteří budou muset najít praktické nástroje na podporu, stejně jako najít způsoby, jak dosáhnout přijatelné ceny. Ačkoliv se v současné době mohou zdát tyto požadavky nezískatelné a nedostupné, rozvoj spolupráce víceoborových výzkumných programů spojených s postupující vysokou propustností technologie nabízí vyhlídku na skutečný pokrok v této oblasti do budoucna (Jackson, 2009).

### 3.3. Výživa zvířat a střevní helminti

Gastrointestinální hlístice by mohly mít negativní vliv na nutriční účinnost a produktivitu ovcí a koz. Nicméně, krmení hostitelů může také ovlivnit parazity. Paraziti jsou integrováni do potravního řetězce pastvou malých přežvýkavců. Vyvážená pastva poskytuje adekvátní zdroj živin a přijatelnou zátěž gastrointestinálními hlísticemi, která umožňuje optimální úroveň produktivity. Zvířata při přikrmování mohou dosáhnout zvýšené odolnosti proti infekcím gastrointestinálních hlístic. Na zlepšení odolnosti ovcí a koz proti gastrointestinálním hlísticím prostřednictvím doplňků působí mnoho vedlejších faktorů (průběh spotřeby krmiva, méně vajíček ve stolici, přímá anthelmintika, účinek některých

složek, atd.). Některé doplňky způsobují přímý účinek anthelmintik (například měď proti *Haemonchus contortus*). Zatímco sekundární bioaktivní rostlinné metabolity, jako jsou taniny, jsou složitější. Některé bioaktivní rostlinné metabolity mohou vyvolat negativní účinky na hostitele (tedy snížit stravitelnost), přesto zvířata konzumují bioaktivní rostliny v množství, které může způsobit zjevné negativní účinky na gastrointestinální hlístice, které mohou být ovlivněny v různých fázích jejich životního cyklu (snížení počtu vajíček v děloze dospělých parazitů a snížená zátěž parazity). Mohou být však také ovlivněny nové infekce pro hostitele (ovlivnění líhnutí vajíček, larev a pohyblivosti ve stolici). Řízení pastvy by mělo být zkoumáno ve většině teplých, vlhkých tropických oblastech. Střídání a rotační pastva poskytují příležitost ke snížení závislosti na anthelminticích (Torres-Acosta et al., 2012).

Hostitelské zdroje mohou řídit vykořisťování parazitů tím, že nabízí dobré nebo špatné prostředí pro patogeny. Hostitelé, kteří žijí ve stanovištích bohatých na zdroje, mohou nabídnout příznivé prostředí pro rozvoj parazitů, protože poskytují nepřeborné množství zdrojů. Nicméně, hostitelé, kteří žijí ve stanovištích bohatých na zdroje, si mohou dovolit vyšší investice do nákladných imunitních obran, které poskytují účinnou bariéru proti infekcím gastrointestinálními parazity (Cornet et al., 2014).

Cornet et al. (2014) studovali, jak potrava hostitele působí na ptačí malárii (*Plasmodium relictum*). Sledovali, jak stav výživy ptáků pozmění dynamiku a virulenci parazitů uvnitř hostitele. Experimentálně infikovaní kanáři byli přiděleni ke kontrole, nebo jim byla strava doplňována prospěšnými mikroprvky. Suplementace (doplňování stravy o zdraví prospěšné mikroelementy, které ve stravě chybí nebo v ní nejsou v dostatečné míře zastoupeny) krmiva byla účinná, protože hostitelé s doplňky získali tělesnou hmotnost během patnácti denního období, které předchází infekci. Hostitelská výživa měla významný vliv na dynamiku infekce a virulenci parazitů. Celkově lze říci, že paraziti byli úspěšnější u kontrolních nesuplementovaných ptáků, dosáhli větší velikosti populace a tvorby více sexuálních (přenosné) fází. Parazitická virulence může být ovlivněna nutričním stavem hostitele.

Kidane et al. (2010) testovali citlivost na nedostatek metabolických proteinů v různých reprodukčních fázích. Ovce byly infikovány střevními hlísticemi *Teladorsagia circumcincta*. Od 21 do 32 dne po porodu byly ovce krmeny buď nízkým množstvím proteinů (potřeba proteinů vynásobená 0,8) nebo vysokým množstvím proteinů (potřeba proteinů vynásobená 1,3). U ovcí, které byly krmeny nízkým množstvím proteinů, se snižoval přírůstek tělesné hmotnosti a docházelo ke zvýšení počtu vajíček ve výkalech. Během kojení

se snižoval růst, hladina močoviny v plazmě a plazmatická koncentrace albuminu ve srovnání s ovce, které přijímaly vyšší množství proteinů. Nicméně, je toto ovlivněno i plemenem.

Interakce mezi výživou a odolností proti parazitům mají strategický význam pro predikci rizika infekce, definování předpokladů onemocnění a rozvíjení udržitelných opatření pro kontrolu parazitů u přežvýkavců. I přes důkazy o vlivu výživy na projevy imunity gastrointestinálních parazitů na fenotypové úrovni, nedostatek pokroku v charakterizaci molekulárních interakcí je v přímém vztahu k aktuálnímu nedostatku vhodných nástrojů pro takové pokroky u malých přežvýkavců. K překonání těchto omezení a dosažení rychlého pokroku při zkoumání interakcí mezi výživou a odolností vůči parazitům, je navrhováno využít modely drobných savců (Athanasiadou, 2012).

Malí přežvýkavci jsou nepřetržitě vystavováni gastrointestinálním parazitům. Regulace gastrointestinálních hlístic v hostiteli je zprostředkována prostřednictvím různých efektorových mechanismů, které ovlivňují životně důležité biologické procesy, jako je vznik, vývoj a přetrvávání parazitů v hostiteli. Hostitelskou odpověď na parazita ovlivňují interakce mezi genetickými faktory a faktory životního prostředí. Hostitelská odolnost proti gastrointestinálním hlísticím je zprostředkována prostřednictvím řady získaných a vrozených imunitních mechanismů. Ukázalo se, že vedle genetické složky, schopnost hostitele vyrovnat se s parazity do značné míry závisí i na jejich výživě. Výživa hostitele má potenciál ovlivnit gastrointestinální hlístice prostřednictvím ovlivnění vrozené imunity. Experimentální studie prokázaly, že suplementace živin snižuje parazitismus u savců (Athanasiadou, 2012).

I přes demonstrace účinků výživy ovcí na projevy imunity gastrointestinálních parazitů jsou interakce mezi výživou a imunitou neznámé. Pochopení těchto interakcí má strategický význam pro definování predispozice nemocí a rozvíjení udržitelných opatření pro kontrolu parazitů u přežvýkavců. Očekává se, že objevení a prověření biomarkerů spojených s výživou hostitele povede ke zlepšení predikce rizika infekce, zlepšení prognózy a přispívání k rozvoji nových terapií (Athanasiadou, 2012).

U různých složek diety bylo prokázáno, že mají vliv na odolnost proti parazitům, včetně mastných kyselin, proteinů a jednotlivých aminokyselin, vitamínů a minerálů. U hostitele byly pozorovány škodlivé následky při nedostatku živin v závislosti na napadení parazity (Athanasiadou, 2012).

Jeden z nejlepších charakterizovaných infekčních modelů myši používaný ke zkoumání interakcí mezi výživou hostitele a imunitní odpovědí je model *Heligmosomoides bakeri*. *H. bakeri* parazituje ve stěvě a jeho životní cyklus má mnoho podobností s hospodářsky významnými druhy trichostrongylidů ovcí a skotu; Je zodpovědný

za chronické infekce hospodářských zvířat. Hostitelská ochranná imunita vůči této hlístici je zprostředkována cytokiny, které podporují tvorbu Imunoglobulinu E, eosinofilů a žírných buněk, ale také produkcí hlenu, zvýšením svalové kontraktility a obnovou střevních epitelálních buněk. Málo proteinů zvyšuje náchylnost k infekcím a snižuje vyhnání parazitů snížením sekrece Imunoglobulinu E, eosinofilů a proliferace slizničních žírných buněk (Athanasiadou, 2012).

Odolnost proti primární infekci parazitů je poháněna cytokiny. Mechanismy, jako jsou mastocytóza (nahromadění mastocytů - žírných buněk), eosinofilie (zvýšení počtu eozinofilů v krvi) a produkce hlenu, jsou zodpovědné za vytěsňování hlístic. Imunitní odpověď ovcí na *Trichostrongylus colubriformis*, *T. circumcincta* a *Haemonchus contortus*, gastrointestinální hlístice primárně zodpovědné za parazitární gastroenteritidy ovcí, jsou zprostředkované přes účinnou imunitní odpověď především řízenou cytokiny. Výzkum u ovcí pomocí modelů hlodavců prokázal, že nálezy jsou relevantní pro ovce. Například exprese genu v profilování modelu březích potkanů ukazuje, že nedostatek proteinu může být zodpovědný za zpožděnou imunní odezvu proti parazitům. Podobné nálezy byly pozorovány u přežvýkavců (Athanasiadou, 2012).

U skotu geneticky odolným proti gastrointestinálním hlísticím zvířata prokázala zvýšenou regulaci protizánětlivých cytokinů. Kromě cytokinů, odolná zvířata prokázala zvýšenou regulaci genů souvisejících s výrobou protilátek. Podobně u ovcí, citlivých na *T. colubriformis* se prokázala zvýšená regulace genů, které prokazují protizánětlivé účinky. Tyto geny kódují ribosomální proteiny, obnovu buněk a apoptózu. U geneticky odolných ovcí byla regulace zvýšena. Doplnění proteinů může být zodpovědné za zvýšenou regulaci genů kódujících ribosomální proteiny a buněčný metabolismus ve srovnání se zvířaty, která měla nedostatek bílkovin ve výživě. Genetická odolnost ovcí vůči gastrointestinálním hlísticím může být řízena stejnými mechanismy, jako jsou generovány imunomodulační účinky výživy (Athanasiadou, 2012).

### 3.3.1. Gastrointestinální trakt

Regulace parazitární populace v gastrointestinálním traktu hostitele je složitý proces, který ovlivňuje imunita hostitele, stav výživy, věk a plemeno zvířete. Interakce mezi helmintózami a výživou lze považovat za dvě vzájemně propojená hlediska: Vliv parazitární



infekce na fyziologii a výživu hostitele a vliv výživy na parazity hostitele, tedy jejich životaschopnost, vytrvalost a reprodukční schopnosti. To bylo předmětem četných výzkumů v posledním desetiletí. Odhaduje se, že společné rysy infekce střevních parazitů jsou: snížení dobrovolného příjmu krmiva, snížení stravitelnosti suché a organické hmoty, snížení využití krmiva, výrazně vyšší výdej dusíku a zvýšení plazmatické koncentrace močoviny. Gastrointestinální paraziti mají velmi specifické fyzikálně-chemické požadavky na jejich hostitelské střevní prostředí a nutričně zprostředkované změny mají přímý vliv na populace parazitů (Petkevičius, 2007).

Gastrointestinální trakt je nejen orgán pro trávení, vstřebávání a vylučování, ale také je to místo pobytu mnoha parazitických organismů. Regulace parazitů v hostitelském gastrointestinálním traktu je složitý proces, který ovlivňuje hostitelská imunita, stav výživy, věk a plemeno zvířete. Imunologický stav hostitele je velmi důležitý pro parazitární infekce, protože gastrointestinální trakt je jedním z největších imunologických orgánů těla, a slouží jako první linie obrany proti perorálně podávaným antigenům (například bílkovinných krmiv a sacharidů) a střevních patogenů (například parazitů a bakterií). Gastrointestinální trakt a lymfoidní tkáň, tvoří asi 25% hmotnosti, vztaženo na střevní sliznici a submukózy, a ty představují největší místo lymfocytů. Sekrecí hlenu a tvorbou úzkých buněčných spojů se zabraňuje vniknutí parazitů a jiných patogenních antigenů, a rychlá obnova sliznice umožňuje opravu epiteliálních nebo lymfoidních buněk poškozených parazitickými infekcemi (Petkevičius, 2007).

Dále jsou velmi důležité interakce mezi helmintózami a výživou, které jsou relevantní pro populační dynamiku parazitů. Zvířata s vysokou úrovní výživy jsou schopna lépe odolat škodlivým účinkům parazitárních infekcí, než ty s menším příjmem živin. Podvýživa totiž zhoršuje imunokompetenci (schopnost buňky odpovědět na antigenní podnět) při parazitární infekci. Veliký vliv na gastrointestinální parazitismus hostitele má deprese dobrovolného příjmu krmiva. Velké akutní infekce vedou k velmi výraznému poklesu příjmu krmiva u zvířat napadených parazity, ale nechutenství je přítomno i u subklinických infekcí. Stupeň nechutenství se pohybuje mezi 6 a 30 %. Příjem potravy hostitelem je snížen v závislosti na infekční dávce daného hostitele nebo počtu zjištěných přítomných parazitů. Střevní paraziti mohou mít vliv na nutriční stav tím, že způsobí zvýšené ztráty živin, navíc sníží příjem potravy a vstřebávání živin (Petkevičius, 2007).

### 3.3.2. Sacharidy

Vliv výživy hostitele na parazity může být důležitý při určování celkových úspěchů v chovu zvířat. Experimentální infekce u lidí s cílem zjistit účinky diety a stavu výživy jsou z pochopitelných důvodů nemožné. Nicméně, zvířecí modelové systémy, které úzce souvisí s hostitelem a druhy parazitů mohou pomoci určit komplexní interakci mezi parazitárními infekcemi a dietou (nutričním stavem) hostitele. Sacharidy, které zahrnují jednoduché cukry, škroby a neškrobové polysacharidy jsou nejdůležitějšími zdroji energie pro nepřežvýkavce i přežvýkavce. Sacharidy v živočišné potravě se skládají z mono-, di - a oligo - sacharidů a dvou širokých kategorií: polysacharidů škrobu a neškrobových polysacharidů. Neškrobové polysacharidy a lignin jsou hlavními složkami buněčných stěn a jsou běžně označovány jako vláknina. Sacharidy jsou různorodá skupina látek s rozmanitými osudy v gastrointestinálním traktu a liší se ve významu fyziologických vlastností zdraví zvířat. Velké rozdíly ve strukturálním složení jednotlivých neškrobových polysacharidů může vysvětlit část protichůdných účinků pozorovaných u různých druhů vlákniny, protože lze očekávat, že se chovají odlišně v gastrointestinálním traktu, v závislosti na jejich chemických vlastnostech. Asimilaci sacharidů mají za následek hlavně tři skupiny produktů: cukry (glukóza, galaktóza, fruktóza), mastné kyseliny s krátkým řetězcem a kyselina mléčná. Glukóza pochází z enzymatického odbourávání škrobů, z nichž většina je rozdělena na glukózu, maltózu, maltotriosu a dextriny, ve střevním lumen od  $\alpha$ -amylázy, vylučované přes pankreatický vývod. Na povrchu střevních membrán, jsou štěpeny oligosacharidy na glukózu, galaktózu a fruktózu a jsou odstraněny ze střevního lumen buď pomocí vstřebávání proti koncentračnímu gradientu (glukózy, galaktózy) nebo pasivní difúzí (fruktózy). Hlavní místo pro kvašení s tvorbou mastných kyselin s krátkým řetězcem je tlusté střevo. Substráty pro toto kvašení reziduí jsou stráveny v tenkém střevě, z nichž hlavními jsou sacharidy ve formě neškrobových polysacharidů, škrobu, různé formy oligosacharidů, proteinů a endogenních sloučeniny, jako hlen, enzymy a odloučené buňky. Sacharidy mohou být k dispozici pro fermentaci, modulovány prostřednictvím změn ve složení potravy, která ovlivní rychlost a množství produkovaných mastných kyselin s krátkým řetězcem. Koncentrace těchto kyselin klesá od slepého střeva k tlustému střevu, proximální části tlustého střeva k distální u monogastrických zvířat. Zkvasitelné sacharidy ve slepém střevě a tlustém střevě slouží jako zdroje energie pro mikroorganismy a degradují hlavně mastné kyseliny s krátkým řetězcem, které jsou považovány za stimulatory proliferace (zvyšování počtu buněk) střevní tkáně. Vysoce zkvasitelné

polysacharidy budou primárně degradovány v proximální části tlustého střeva, zatímco méně zkvasitelné polysacharidy, ve větší míře v distální části tlustého střeva, kde mohou uniknout kvašení. Produkce mastných kyselin probíhá pomocí mikroorganismu, doba potřebná pro degradaci v gastrointestinálním traktu závisí na typu zkvasitelných sacharidů a jejich zkvasitelnosti. Další produkty kvašení, včetně laktátu, což je meziprodukt při štěpení škrobů, mohou být nalezeny ve významné množství v žaludku a tlustém střevě, ale v tlustém střevě se nehromadí. Sacharidy se přeměňují a dodávají energii do hostitele. Vzhledem ke struktuře buněčné stěny, mohou neškrobové polysacharidy ovlivnit rychlost a rozsah trávení škrobu, hladinu glukózy v krvi a hladinu inzulínu. Složení frakce sacharidů ovlivňuje trávicí a vstřebávací procesy sacharidů a jiných živin v různých částech gastrointestinálního traktu, což má vliv na sekreci ve střevě, na příjem potravy, složení střevní mikroflóry a rozvoj gastrointestinálního traktu. Nestačí však pouze strava pro správné zdraví střev, protože exprese (vytlačení) patogenů v mnoha případech vyžaduje přítomnost dalších složek probiotické povahy (Petkevičius, 2007).

Crompton and Nesheim, (1982) u potkanů krmených fruktózou objevili zvýšenou plodnost, vyšší parazitární zátěž, zvýšení růstu a pohlavního vývoje vrtejše potkaního (*Moniliformis dubius*). Přežití, růst a rozmnožování vrtejšů rodu *Moniliformis* sp. jsou závislé na různé rychlosti trávení a vstřebávání sacharidů ze střevního traktu hostitele. Kromě toho, počet *M. moniliformis* po 5 týdnech klesal v pořadí manosa, fruktóza, glukóza a galaktóza při krmení potkanů. Také počet vrtejšů *M. moniliformis* u samců a samic po 5 týdnech bylo vyšší u potkanů krmených fruktózou a mastnými kyselinami ve srovnání se skupinou, které byla podávána fruktóza a kukuřičný olej.

Absence nebo omezený příjem sacharidů vede ke sníženému počtu a snížené reprodukci tasemnice krysí (*Hymenolepis diminuta*) u potkanů. U potkanů krmených sacharózou bylo zjištěno méně tasemnic *H. diminuta* než u potkanů krmených glukózou nebo maltózou (Roberts and Arai, 1980).

Molan and James (1984) zjistili u myši krmených mléčnou výživou 60 dnů přítomnost většího počtu motolic *Microphallus pygmeus* ve srovnání se skupinou krmenou komerční granulovanou potravou. Navíc, bylo zjištěno, že počet tasemnic *H. diminuta* při podávání vysokého obsahu škrobu v potravě byl vyšší, než při krmení sacharózou.

Sacharidy mají také příznivý vliv na růst a reprodukci roupa kuřího (*Heterakis gallinarum*) u kuřat (Aboud, 1989).

Složení sacharidů a úroveň ligninu hrají důležitou roli ve fyzikálně-chemickém prostředí v lumen střev a pro mikrobiální fermentaci v tlustém střevě prasat. Tyto změny

mohou mít důsledky pro udržení optimální funkce epiteliálních buněk lemujících tlusté střevo, protože tyto buňky získávají většinu energie z krátkého řetězce mastných kyselin, zejména kyseliny máselné vyrobené v důsledku mikrobiální fermentace v tlustém střevě. Strava bohatá na sacharidy je nezbytná pro rozvoj epiteliálních, ovariálních buněk a vajíček dospělé škrkavky prasečí (*Ascaris suum*). Kromě toho, strava bohatá na sacharidy, zejména nestrávené v tenkém střevě, stimuluje peristaltiku a zvyšuje tvorbu výkalů. Nicméně strava bohatá na neškrobové polysacharidy a lignin je prospěšná pro mnoho střevních parazitů, zejména těch, kteří mají převážně anaerobní metabolismus, jako jsou hlístice *Oesophagostomum* spp. (Johansen et al., 1997).

### 3.3.3. Bílkoviny a tuky

Bílkoviny v potravě zvířat mají také vliv na parazity. Ovce krmené potravou s nízkým obsahem bílkovin byly schopné eliminovat výrazně nižší podíl larev zubovky jelení (*Oesophagostomum columbianum*) a měly také horší imunitu než zvířata, která byla krmena adekvátní potravou. Larvy *O. columbianum* produkovali méně vajíček u ovcí krmených adekvátní potravou ve srovnání s ovcemi krmenými na nižší úrovni. Jehňata krmená vojteškou byla odolnější vůči *Oesophagostomum columbianum*, než jehňata krmená slámou (Dobson and Bawden, 1974).

Kelley et al. (1958) zjistili, že larvy škrkavky prasečí (*Ascaris suum*) se snadněji rozvíjí ve střevech prasat, která jsou krmena obilnou potravou než u prasat, která jsou krmena mléčnou výživou.

Knox and Steel (1996) zjistili, u mladých ovcí, že suplementace (doplňování - např. stravy deficitními elementy) močoviny snižuje účinky gastrointestinálních parazitárních infekcí zvýšením tělesné hmotnosti, produkcí vlny a snížením počtu vajíček ve výkalech a parazitické zátěže.

Jehňata, kterým byla doplňována rybí moučka, kostní moučka nebo sojová moučka byla odolnější vůči hlístici *Trichostrongylus colubriformis* (Petkevičius, 2007).

Nedostatek proteinů v potravě může v průběhu primární infekce zvýšit tvorbu a přežívání parazitů *Nippostrongylus muris*, *N. brasiliensis* a tenkohlavce *Trichuris muris* u hlodavců (Petkevičius, 2007).

Willingham et al. (1998) zjistili, že nízkoproteinová potrava zvyšuje výskyt motolice krevničky jaterní (*Schistosoma japonicum*), zvyšuje se počet vajíček v játrech a počet vajíček

vylučovaných výkaly, snižuje se hmotnost, dochází k anémii a hypoalbuminémie (snížená koncentrace albuminu v krvi). Dochází také k omezené tvorbě albuminu při těžším jaterním onemocnění či závažné proteinové malnutrici a katabolismu u mladých rostoucích prasat ve srovnání s prasaty, která jsou krmena vysokým obsahem proteinů. Koncentrace sérového albuminu u podvyživených prasat výrazně ovlivňuje infekce, které způsobuje *Shistosoma japonicum*. Nízkým obsahem bílkovin a energie v potravě se zvyšuje patogenita parazitů a snižuje plodnost zvířat.

Výživa s nízkým obsahem bílkovin má také za následek zvýšené přežívání parazitů a zvýšenou úmrtnost a nemocnost u potkanů infikovaných *Nippostrongylus brasiliensis*. Negativní účinky byly zmírněny po zvýšení množství bílkovin v dietě během několika dnů (Athanasiadou, 2012).

U březích myší napadených hlísticí *Nippostrongylus brasiliensis*, byla prokázána odolnost po nutriční suplementaci hostitele. Hlodavci jsou přirozeným hostitelem *N. brasiliensis*. Tato hlístice migruje přes plíce a dospívá v tenkém střevě. Přesto, že způsobí velké množství plicních a střevních problémů, tyto paraziti jsou hlodavci vyloučeni během několika týdnů po počáteční infekci. Mechanismy vyloučení parazita zahrnují kontrakci hladkých svalů, zvýšenou produkci hlenu a produkci protilátek při re-infekci. Dieta s větším množstvím bílkovin měla za následek snížení počtu hlístic, často až o 70%, získaných z tenkého střeva myší ve srovnání se zvířaty krměnými malým množstvím bílkovin (Athanasiadou, 2012).

Rezistence a odolnost vůči hlísticím *Trichostrongylus colubriformis* může být zlepšena pomocí doplnění bílkovin ve stravě. Ovce, kterým bylo podáváno více bílkovin, měly významně nižší počty vajíček *Trichostrongylus colubriformis* ve stolici, zbavování se parazitů bylo významně vyšší a zvířata vyvinula lepší odolnost proti těmto parazitům. Zvýšení bílkovin ve stravě snižuje počet vajíček *T. colubriformis* v době kolem porodu a zlepšuje odolnost proti *T. colubriformis* na začátku laktace (Petkevičius, 2007).

Abbott et al. (1986) prokázali, že jehňata krmena potravou na nízké úrovni byla méně schopná odolat infekci *Haemonchus contortus*. Použitím různých doplňků proteinu se ovce dostávají na vyšší úroveň, kdy je počet vajíček *H. contortus* nižší. Zvířata, která v minulosti dostávala lepší potravu měla vyšší protilátkovou odpověď na *H. contortus* a nižší počty vajíček nežli jehňata s nízkoproteinovou poravou.

Tuky v potravě zvířat mají na parazitární onemocnění také vliv. Například u myší krměných vysokým obsahem tuku ve formě oleje z bavlníkových semen se projevil výrazné

snížení růstu, plodnosti, obnovy parazitů a výskyt motolic *Echinostoma caproni* ve střevě, ve srovnání s myšmi krmenými standardní laboratorní potravou (Sudati et al., 1996).

Mettrick (1971) zjistil výraznou migraci tasemnice krysí (*Hymenolepis diminuta*) ve střevech u potkanů již 1 hodinu po jídle potravou obsahující tuk (olivový olej).

U hlístice *Litomosoides carinii* (Travassos, 1919) byl prokázán snížený růst a vývoj u potkanů krmených potravou s 10 % glycerolu (Kershaw et al., 1975).

Změna složení mastných kyselin může mít vliv na imunitní reakce a záněty. Klíčem ke spojení mezi nimi je skupina zánětlivých mediátorů nazývaných eikosanoidy, které jsou syntetizovány z polynenasycených mastných kyselin. Eikosanoidy se podílejí na intenzitě a trvání zánětu a imunitní odpovědi prostřednictvím regulace prostaglandinů a leukotrienů. Prostaglandin E2, který je produkován především žírnými buňkami potlačuje proliferaci lymfocytů. I když prostaglandin E2 neovlivňuje produkci, podporuje tvorbu Imunoglobulinu E pomocí B lymfocytů, které mají úlohu ve vylučování parazitů u savců. Produkce prostaglandinu E2 se zdá být ovlivněna i bílkoviny. Nedostatek bílkovin má za následek selhání bariérové funkce lymfatických uzlin u myši po infekci prvokem ničivka útrobní - *Leishmania donovani* (Athanasiadou, 2012).

### 3.3.4. Neorganické sloučeniny

I některé neorganické sloučeniny jako je například selen, zinek, kobalt, vitamín E a jiné mohou ovlivňovat parazitární onemocnění.

Athanasiadou (2012) zjistil, že nedostatek zinku poškozuje imunitní reakce na *Heligmosomoides bakeri*, jak bylo prokázáno sníženou úrovní Imunoglobulinu E, G1 a eosinofilů u myši. Také nedostatek selenu a vitamínu E snižuje odolnost myši proti *H. bakeri*, zpožděným vylučováním a zvýšenou plodností parazitů.

Přídavek síranu kobaltu do potravy zvyšuje vypuzení vajíček *Haemonchus contortus* u infikovaných jehňat (Athanasiadou, 2012).

Scott and Koski (2000) došli k závěru, že potravní nedostatek zinku může zlepšit přežití střevních parazitů hlístic ve zvířecích modelech za kontrolovaných experimentálních podmínek. U kuřat, přídavkem zinku a solí mědi do potravy se snižuje parazitární zátěž škrkavkou slepičí (*Ascaridia galli* – Schrank, 1788). Přidání selenu do krmiva, a to buď samostatně, nebo v kombinaci se zinkem se výrazně zvyšuje vypuzení vajíček *Fasciola hepatica* u bahnic. Nedostatek zinku v potravě, narušuje také vyhnání svalovce stočeného (*Trichinella spiralis*).

Laubach (1990) zjistil, že dávky zinku mají také vliv na larvy *Ascaris suum* při primární i sekundární infekce. U myši infikovaných *A. suum* po potravě s nízkou hladinou železa byly počty larev těchto škrkavek v plicích vyšší ve srovnání s myšmi, které dostávaly větší dávky zinku.

Akutní infekci *Nippostrongylus brasiliensis* u potkanů prokázaly, že nedostatek železa v potravě během primární infekce může zvýšit přežití a tvoření parazitů (Bolin et al., 1977).

Dále přidavek molybdenu k potravě jehňat vystavených infekci *Trichostrongylus vitrinus* a *Haemonchus contortus* snížil množství parazitů a délku dospělých parazitů (Petkevičius, 2007).

### 3.3.5. Vliv hladovění

Celkový nedostatek živin má špatný vliv na zdraví zvířat, která jsou napadena parazity. Krátkodobé omezení kalorií (až do 4 týdnů) neovlivnilo rychlost ustavení infekce *Heligmosomoides bakeri*, ale dlouhodobé omezení (nad 6 měsíců) má za následek zvýšenou citlivost na parazity (Athanasiadou, 2012).

Potrava s vysokým obsahem nerozpustné vlákniny významně zvyšuje účinnost perorálně podávaných anthelmintik. Účinnost anthelmintik je silně závislá na složení potravy. Po hladovění myši až 96 hodin se snížil obsah glykogenu u motolice *Shistosoma mansoni*, a to zejména u samčích parazitů. Při nedostatku potravy u potkanů bylo v plicích a střevech nalezeno více larev *Nippostrongylus brasiliensis* ve srovnání se skupinou krmnou odpovídajícím množstvím potravy. Ve stolecí domácích koní vyhladovělých po dobu deseti dnů, se počet strongylidních vajíček snížil, a bylo pozorováno snížené vypuzení dospělých parazitů a larev hlístic *Delafondia (Strongylus)*. V přirozených zimních podmínkách v Mongolsku, divocí koně mají velké potíže najít potravu, což má vliv na dospělé strongylidy. U potkanů nalačno po dobu dvou dnů, *Nippostrongylus brasiliensis* měl širší distribuci v tenkém střevě a mnoho jednotlivých parazitů (zejména samic), bylo přesunuto z tenkého střeva do slepého střeva. Účinnost anthelmintik je zvýšena tím, že se sníží množství krmiva, nebo dokonce hladověním zvířat na krátkou dobu před a po podání anthelmintik. Vysoký obsah vlákniny a dočasné hladovění může zvýšit průtok tráveniny a to by mohlo být považováno za prostředek ke zvýšení dostupnosti anthelmintických sloučenin u ovcí (Petkevičius, 2007).

## **4. MATERIÁL A METODY**

### **4.1. Původ ovcí**

Soukromý eko - chovatel má farmu na Berounsku, asi 60 km na západ od Prahy, kde chová ovce volně na pastvinách. Průměrně vlastní 11 kusů bahnic plemene Merinolandschaft a jeho kříženky. Dále 1 plemenného berana plemene Oxford Down. Odstavení jehňat provádí asi 3 - 4 měsíce po porodu, jehňata jsou určena většinou na maso. Za posledních asi 6 let chovatel provádí uzavřený obrat stáda.

### **4.2. Harmonogram pokusu**

Vyšetřování pastevního porostu probíhalo od května 2013 do května 2014. Vyšetřování podestýlky probíhalo pouze od ledna 2014 do května 2014, protože v ostatních měsících byly ovce chovány pouze na pastvině bez použití jakékoli podestýlky.

### **4.3. Baermannova metoda**

Zjednodušená metodika vyšetřování podestýlky / pastevního porostu (pastevní porost se musí odebírat vlhká – za rosy či za mrholení, ne po dešti).

#### **Pracovní postup:**

##### **Odběr**

- Podestýlku odebíráme náhodně z několika míst boxů či stání tak, aby vzorek obsahoval vlhkou již použitou podestýlku (ne čistou slámu).
- Pastevní porost odebíráme náhodně také z několika míst
- Vzorek dopravíme, co nejrychleji dopravíme do laboratoře, nebo dáme do lednice (vzorky se nesmí zapařit)

##### **Postup**

- Podestýlku / pastevní porost zvážíme
- zváženou podestýlku / pastevní porost vložíme do Baermannova aparátu (obr. 8), do sítka s tenkou vrstvou buničiny či gázy
- dolijeme vodou (voda musí dosahovat minimálně do 1/3 podestýlky)
- necháme 24 hodin
- druhý den stočíme larvy do špičaté šampusky nebo zkumavky



## Uchování

- larvy strongylidů uchováváme při 4°C (teploměr do lednice a vyzkoušet optimální nastavení)

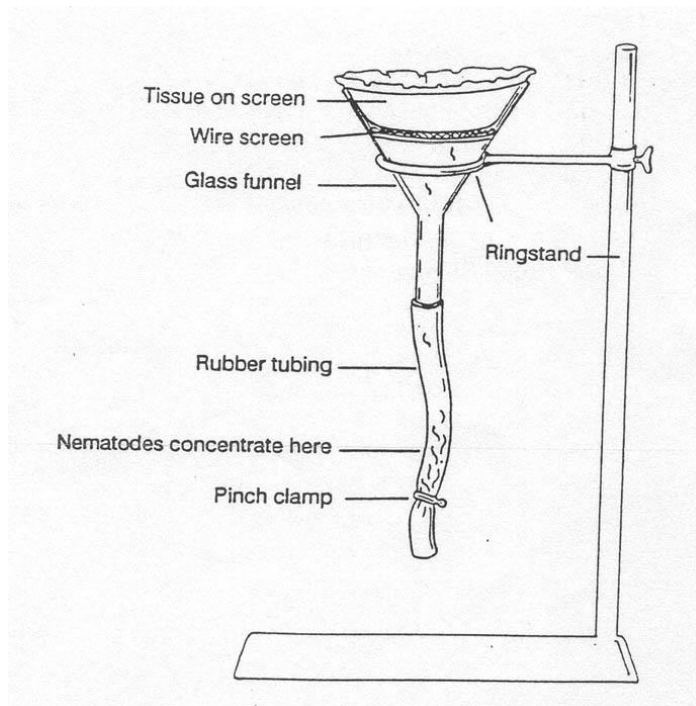
## Prohlížení larev pod mikroskopem

- larvy (obr. 9., 10., 11.) prohlížíme druhý den po sedimentaci
- ze dna použité nádoby (1,5 ml) odsajeme několik ml (cca 2 ml) a naplníme 1 komůrku
- larvy usmrtíme Lugolovým roztokem
- určíme a počítáme larvy
- odsáváme tak dlouho, až nezjistíme žádnou larvu

## Přepočet LPG (“larvae per gram“):

- celkový počet larev každého druhu (rodu) přepočteme na 100 gramů podestýlky nebo pastevního porostu
- hodnota byla zapsána do protokolu (hostitel, kategorie hostitele, datum odběru)

(zdroj: Česká zemědělská univerzita - katedra zoologie a rybářství)



Obr. 8. Baermannův aparát. Tissue on screen - gáza, wire screen - sítko, glass funnel – skleněná nálevka, ringstand - stojan, rubber tubing – gumová hadička, nematodes concentrate here – místo koncentrace infekčních larev hlístic, pinch clamp – tlačka (Baermann, 1917)

#### 4.4. Použité anthelmintikum

28. 2. 2014 ovce byly odčerveny přípravkem cydectin s účinnou látkou moxidectin. Cydectin je perorální světle žlutý roztok pro ovce. Jeden ml obsahuje 1 mg léčivé látky Moxidectin Solid. Pomocnými látkami jsou: benzyl alkohol (E1519) 40 mg, butylovaný hydroxytoluen 2,5 mg, edetát disodný 0,27 mg, polysorbát 80, propylenglykol, hydrogenfosforečnan sodný (dodekahydrát), dihydrogenfosforečnan sodný (dihydrát), voda, kyselina fosforečná (jako pH pufr) a hydroxid sodný (jako pufr pH). Přípravek se používá pro parazitární infekce ovci citlivých na moxidectin. Pro léčbu a prevenci infekcí způsobených dospělci a vývojovými stádii gastrointestinálních hlístic: *Haemonchus contortus* (včetně larev), *Ostertagia circumcincta* (včetně larev), *Ostertagia trifurcata*, *Trichostrongylus axei* (včetně larev), *Trichostrongylus colubriformis*, *Trichostrongylus vitrinus*, *Nematodirus Battus*, *Nematodirus spathiger*, *Nematodirus filicolis* (pouze dospělí), *Strongyloides papillosus* (pouze larvální stádia), *Cooperia curticei* (pouze dospělí), *Cooperia oncophora*, *Oesophagostomum columbianum*, *Oesophagostomum venulosum* (pouze dospělí), *Chabertia ovina*, *Trichuris ovis* (pouze dospělí). Dále dospělé hlístice dýchacích cest: *Dictyocaulus filaria*. Přípravek má trvalý účinek v prevenci reinfekce: 5 týdnů pro *Ostertagia circumcincta* a *Haemonchus contortus*, po dobu 4 týdnů u *Oesophagostomum columbianum*. Klinické studie, po experimentální a přirozené infekci, ukázaly, že přípravek je účinný oproti určitým benzimidazolům, rezistentní kmeny: *Haemonchus contortus*, *Ostertagia circumcincta*, *Trichostrongylus colubriformis*, *Cooperia curticei*.

Při používání přípravku je třeba dbát, aby nedošlo k následujícím postupům, protože zvyšují riziko vzniku rezistence a v konečném důsledku vedou k neúčinné terapii: Příliš časté a opakované používání anthelmintik ze stejné třídy po delší dobu. Poddávkování, což může být způsobeno nižší živou hmotností, chybným podáváním přípravku, nebo nedostatkem kalibrace dávkovacího zařízení (pokud existuje). Případy podezření na rezistenci by měly být dále zkoumány vhodnými testy anthelmintik (například počtu vajíček ve výkalech). V případě, že výsledky zkoušky (zkoušek) potvrzují rezistenci k určitému anthelmintiku, anthelmintikum patřící do jiné farmakologické třídy a měl by být použit odlišný způsob účinku.

Odolnost proti makrocyclickým laktonům byla hlášena u rodu *Teladorsagia* v řadě zemí. V celé Evropě je rezistence moxidectinu velmi vzácná; byla zjištěna u levamisolu, benzimidazolu a ivermectinu (rezistentní kmen - *Teladorsagia circumcincta*).

Použití moxidectinu je bezpečné i pro použití v době březosti, kojení a u chovných

zvířat. Používané množství je 1 ml / 5 kg živé hmotnosti, ekvivalent 200 µg moxidectinu / kg živé tělesné hmotnosti. Pro zajištění podání správné dávky by měla být hmotnost zvířete stanovena co nejpřesněji; přesnost dávkování by měla být kontrolována. Při předávkování se příznaky obvykle vyskytují u více než 5 - ti násobku doporučené dávky. Ty se projevují jako přechodné slinění, deprese, ospalost a ataxie 8 - 12 hodin po léčbě. Léčba není obecně nutná, a obnovení je obvykle kompletní během 24 až 48 hodin.

Ochranné lhůty jsou pro maso 14 dní a mléko 5 dní (Irish Medicines Board, CRN 7016380, Date Printed 10/12/2013)

#### **4.5. Statistické zpracování dat**

Statistické zpracování získaných dat včetně grafického zpracování bylo uskutečněno v programu Microsoft Office Excel a statistickém programu Statistica komplet CZ (StatSoft, USA). Pro výpočty statistik byla použita jednofaktorová a dvoufaktorová ANOVA a následný POST-HOC Tuckeyho test.

## 5. VÝSLEDKY

Na pastevním porostu a podestýlce v chovu ovcí soukromého chovatele byly zjišťovány infekční larvy (L3) hlístic pomocí Baermanovy larvoskopické metody, během roku před a po odčervení. Ovce byly odčerveny přípravkem cydectin s účinnou látkou moxidectin 28. 2. 2014. Tráva byla vyšetřována každý měsíc od května 2013 do května 2014. Podestýlka byla vyšetřována pouze od ledna 2014 do května 2014, protože po zbytek roku byly ovce chovány pouze na pastvě bez podestýlky.

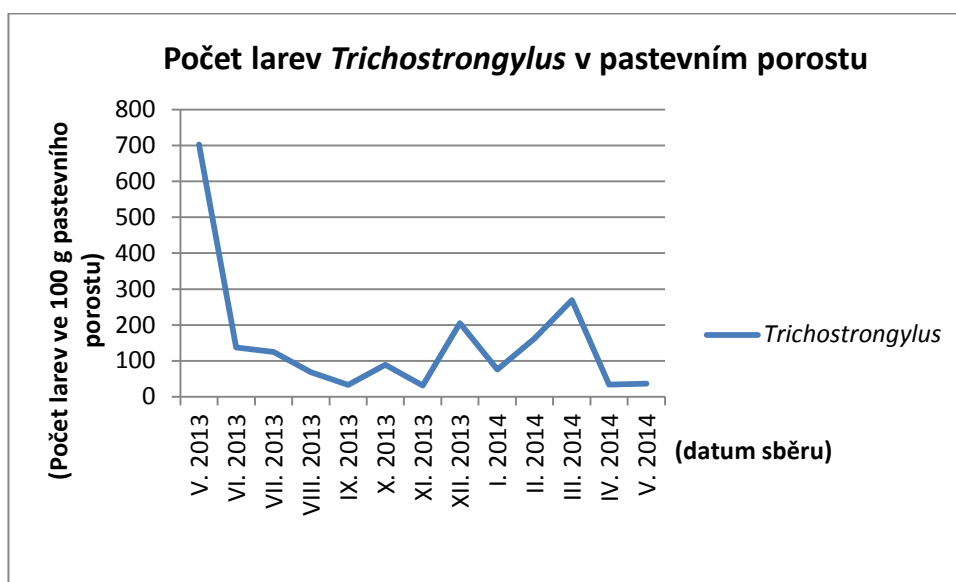
Nejvíce zastoupeným rodem byl rod *Trichostrongylus* (graf 5). Nejvíce infekčních larev (L3) rodu *Trichostrongylus* bylo v květnu 2013 a poté počet výrazně klesal (graf 1). Počet L3 rodu *Teladorsagia* měl vrchol v květnu a srpnu 2013, od listopadu 2013 nebyly nalezeny žádné L3 (graf 2). Počet L3 rodu *Oesophagostomum* byl velice proměnlivý, nejvíce L3 bylo nalezeno v květnu 2013 a březnu 2014. Nejvíce L3 rodu *Haemonchus* bylo v květnu 2013 a poté počet výrazně klesal.

V květnu 2013 bylo nalezeno nejvíce infekčních larev (L3) hlístic ve 100 gramech pastevního porostu rodu *Trichostrongylus* (703 L3), poté rodu *Haemonchus* (63 L3), *Oesophagostomum* (43 L3), *Teladorsagia* (28 L3). L3 rodu *Cooperia* při vyšetřování nalezeny nebyly žádný měsíc. Červnové výsledky (2013) dopadly následovně: rod *Trichostrongylus* (137 L3), *Haemonchus* (42 L3), *Teladorsagia* (21 L3). V Červenci 2013 byly nalezeny pouze larvy rodu *Trichostrongylus* (125 L3). Srpnové vzorky (2013) obsahovaly larvy rodu *Trichostrongylus* (69 L3), *Teladorsagia* a *Haemonchus* (28 L3), *Oesophagostomum* (14 L3). V září 2013 byly nalezeny larvy rodu *Trichostrongylus* (33 L3), *Haemonchus* (10 L3), *Teladorsagia* (5 L3). V říjnu (2013) bylo nejvíce larev rodu *Trichostrongylus* a *Haemonchus* (89 L3), dále *Oesophagostomum* (13 L3), *Teladorsagia* (9 L3). V listopadu a prosinci 2013 byly nalezeny pouze infekční larvy L3 rodu *Trichostrongylus* (31 a 205 L3 ve 100 gramech pastevního porostu). V dalších měsících se objevovaly pouze L3 rodu *Trichostrongylus* a *Oesophagostomum*. V podestýlce byly nalezeny pouze L3 rodu *Trichostrongylus* (graf 6, 7). V Lednu 2014 bylo larev rodu *Trichostrongylus* nalezeno 76 L3 ve 100 gramech pastevního porostu a 21 L3 ve 100 gramech podestýlky, rodu *Oesophagostomum* 13 L3 ve 100 gramech pastevního porostu. Únorové výsledky (2014) obsahovaly rod *Trichostrongylus* (162 L3 ve 100 gramech pastevního porostu, 29 ve 100 gramech podestýlky), *Oesophagostomum* (32 L3 ve 100 gramech pastevního porostu). V březnu 2014 bylo nalezeno 269 L3 rodu *Trichostrongylus* ve 100 gramech pastevního porostu, 10 L3 ve 100

gramech podestýlky a 38 L3 rodu *Oesophagostomum* ve 100 gramech pastevního porostu. Dubnové výsledky (2014) obsahovaly 34 L3 rodu *Trichostrongylus* ve 100 gramech pastevního porostu, 8 L3 v podestýlce a 25 L3 rodu *Oesophagostomum* ve 100 gramech pastevního porostu. V květnu 2014 bylo nalezeno 34 L3 rodu *Trichostrongylus* v gramech pastevního porostu, 13 L3 ve 100 gramech podestýlky a 12 L3 rodu *Oesophagostomum* ve 100 gramech pastevního porostu.

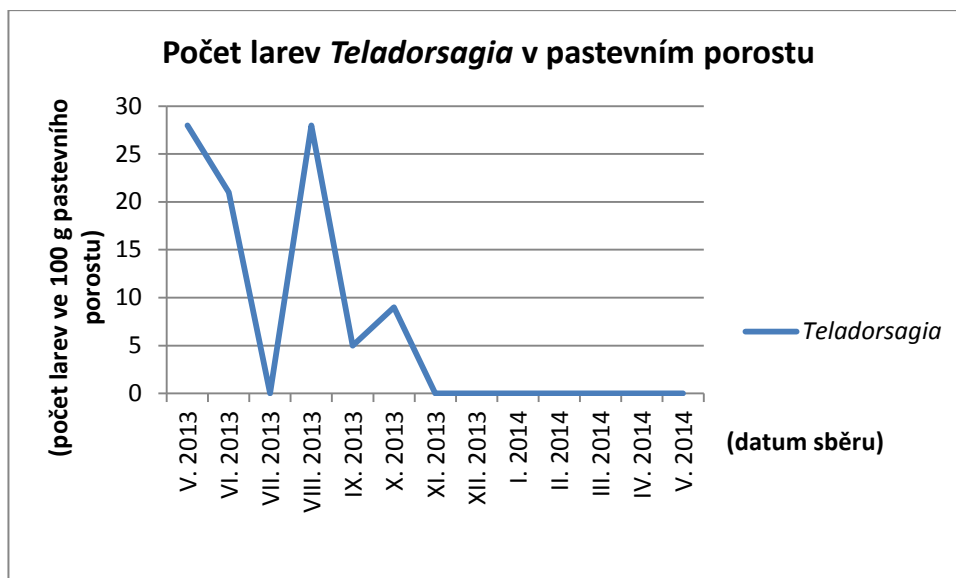
### Pastevní porost

Pastevní porost byl vyšetřován každý měsíc od května 2013 do května 2014.



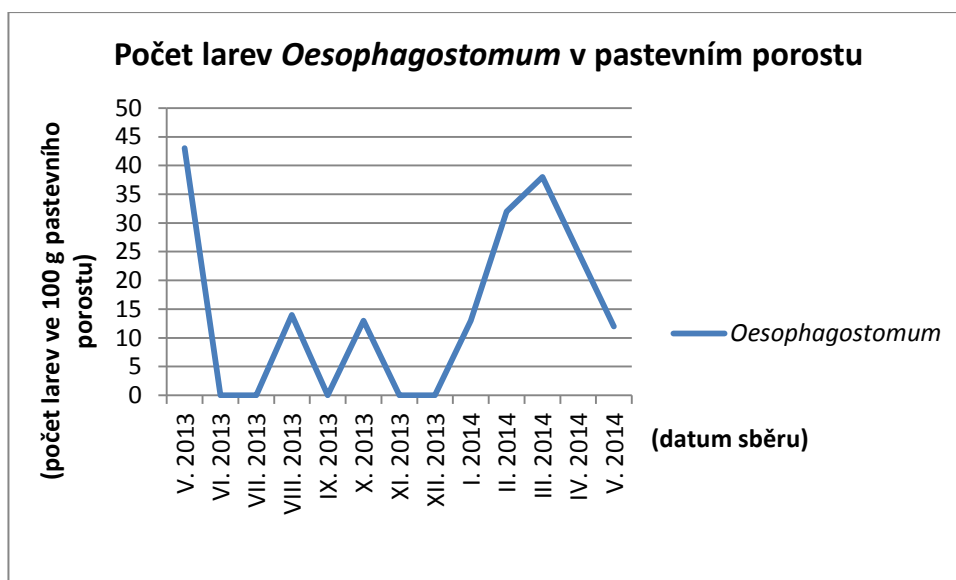
Graf 1. Nález larev rodu *Trichostrongylus* v pastevním porostu ovcí v období květen 2013 – květen 2014

Na farmě soukromého chovatele bylo nalezeno nejvíce larev hlístic rodu *Trichostrongylus* v květnu 2013 (703 larev ve 100 gramech pastevního porostu) a poté počet výrazně klesal (graf 1.).



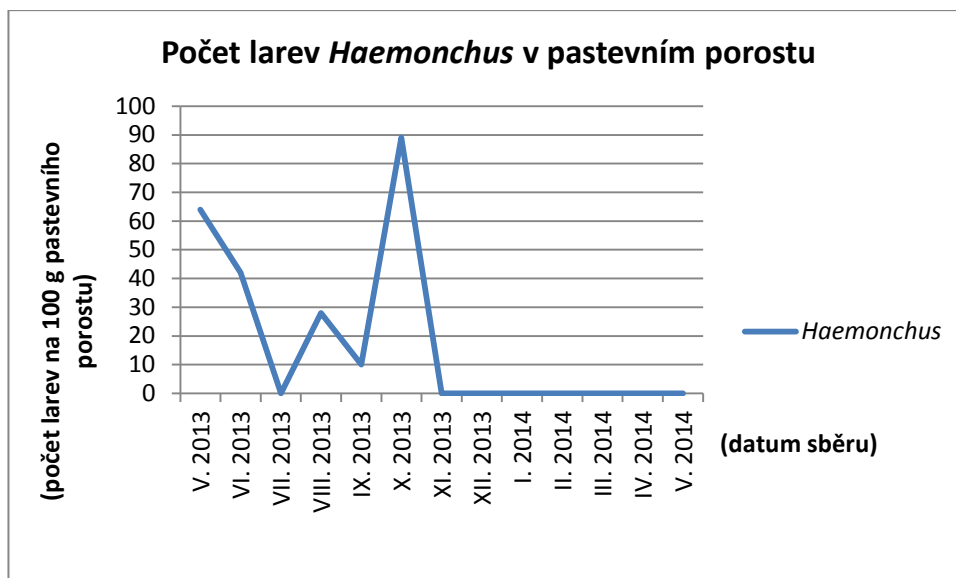
Graf 2. Nález larev rodu *Teladorsagia* v pastevním porostu ovcí květen 2013 – květen 2014

Infekční larvy hlístic rodu *Teladorsagia* byly na pastevním porostu ovcí nejvíce nalezeny v květnu a srpnu 2013 (28 larev ve 100 gramech pastevního porostu). Od listopadu 2013 nebyly nalezeny žádné larvy (graf 2.).



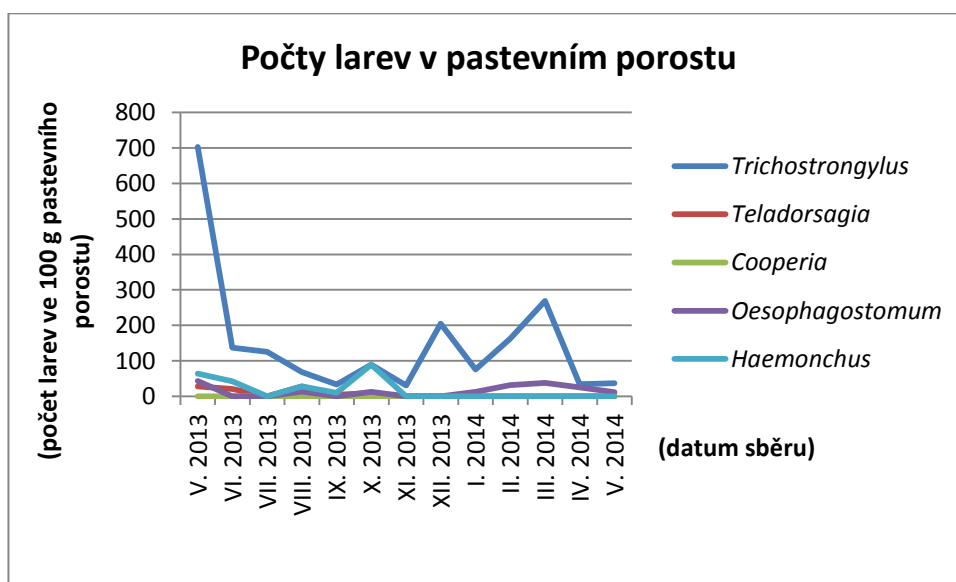
Graf 3. Nález larev rodu *Oesophagostomum* v pastevním porostu ovcí květen 2013 – květen 2014

Počet infekčních larev hlístic rodu *Oesophagostomum* na pastevním porostu ovcí byl velice proměnlivý. Nejvíce larev bylo nalezeno v květnu 2013 (43 larev ve 100 gramech trávy) a březnu 2014 – 38 larev (graf 3.).



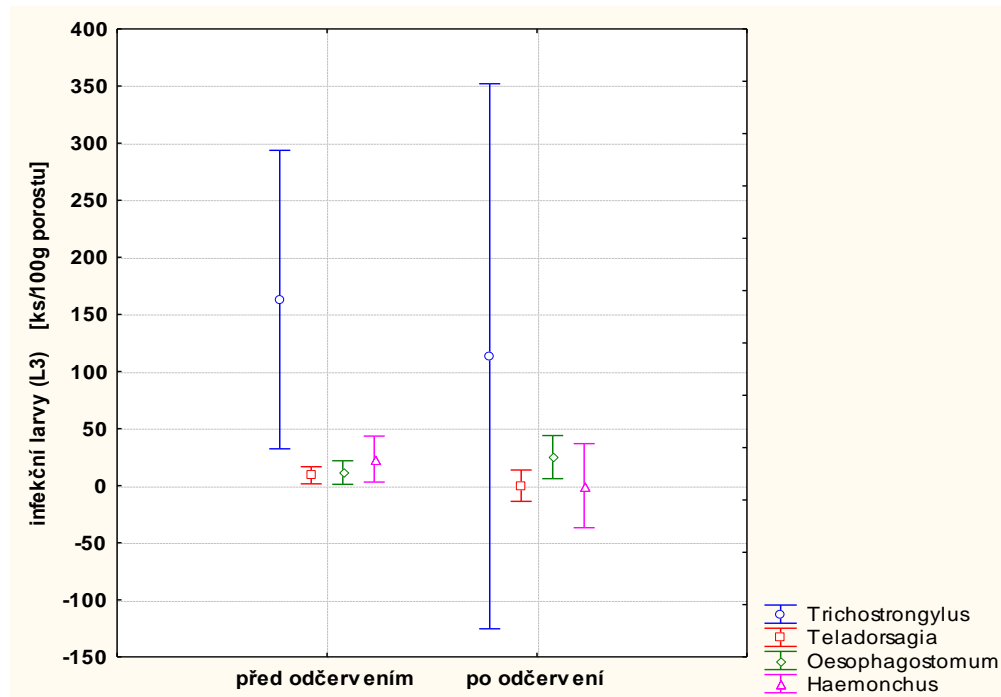
Graf 4. Nález larev rodu *Haemonchus* v pastevním porostu ovcí květen 2013 – květen 2014

Na farmě soukromého chovatele bylo na pastevním porostu nalezeno nejvíce larev rodu *Haemonchus* v květnu 2013 (64 larev ve 100 gramech pastevního porostu) a říjnu 2013 (89 larev). Od prosince 2013 nebyly nalezeny žádné larvy tohoto rodu (graf 4.).



Graf 5. Výsledky vyšetřování pastevního porostu ovcí květen 2013 – květen 2014

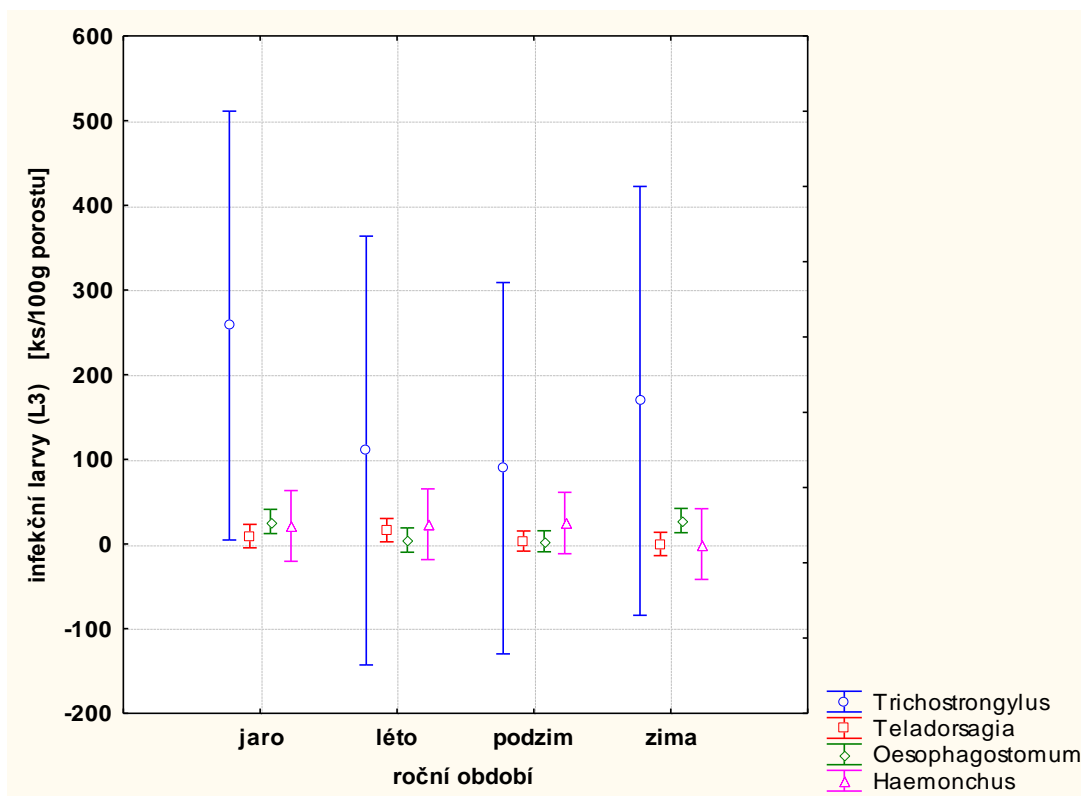
Na farmě soukromého chovatele bylo na pastevním porostu nalezeno nejvíce larev rodu *Trichostrongylus* (31 až 703 larev ve 100 gramech pastevního porostu). U ostatních rodů byl prokázán nízký počet larev - 0 až 89 larev (graf 5.).



Graf 6. Výskyt infekčních larev všech druhů zjištěných hlístic před a po odčervení (28. 2. 2014) v pastevním porostu ovcí

Graf 6. uvádí výskyt infekčních larev všech druhů hlístic v pastevním porostu před a po odčervení. Z grafu je zřejmé, že po odčervení statisticky neprůkazně poklesly larvy druhu *Trichostrongylus*, u druhů *Teladorsagia* a *Haemonchus* byl zjištěn nulový výskyt po odčervení, nicméně rozdíl před a po odčervení nebyl i v tomto případě statisticky významný. Naopak u druh *Oesophagostomum* došlo k statisticky nevýznamnému vzestupu počtu larev po odčervení.



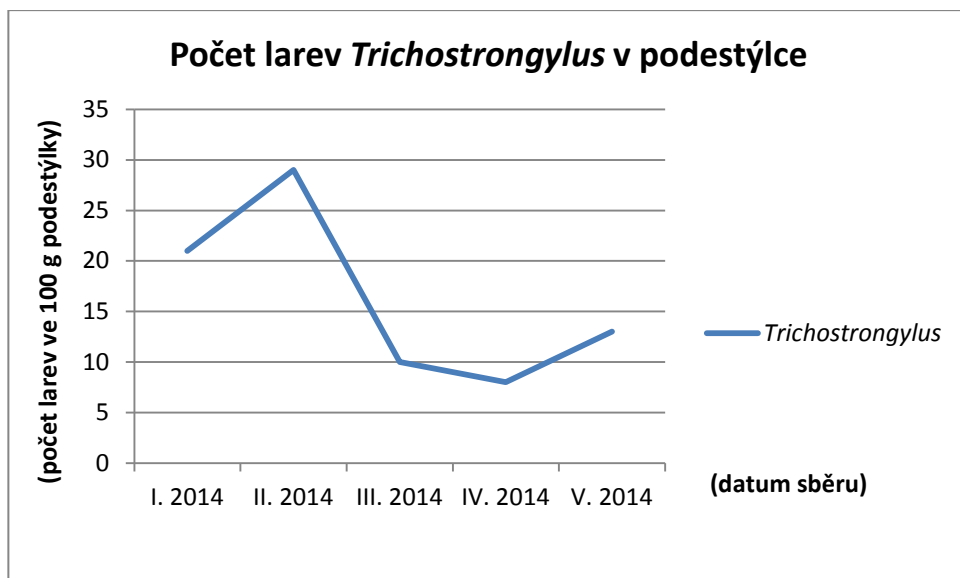


Graf 7. Průměrný počet infekčních larev (L3) sledovaných hlístic v jednotlivých ročních obdobích

Graf 7. znázorňuje průměrný počet larev sledovaných parazitů v jednotlivých ročních obdobích na pastvině. Z grafu je patrné, že nejčetnější byly larvy *Trichostrongylus* a to ve všech sledovaných obdobích, které statisticky nevýznamně převládaly v průměrném počtu kusů nad ostatními druhy hlístic. Ani rozdíly ve výskytu sledovaných druhů hlístic mezi jednotlivými ročními obdobími nebyly statisticky významné.

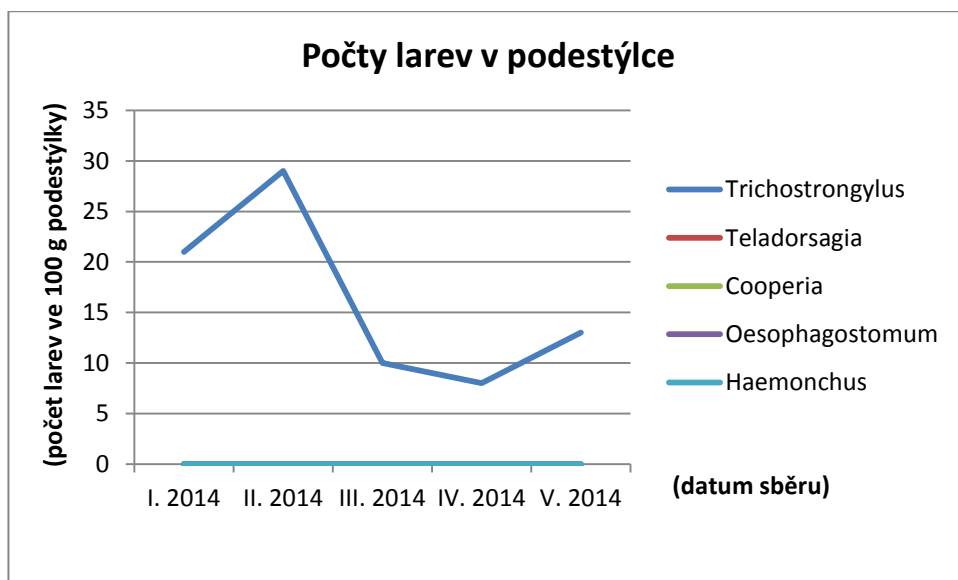
### Podestýlka

Podestýlka ovčí byla vyšetřována pouze od ledna 2014 do května 2014, protože ovce byly zbytek roku chovány pouze venku na pastevním porostu.



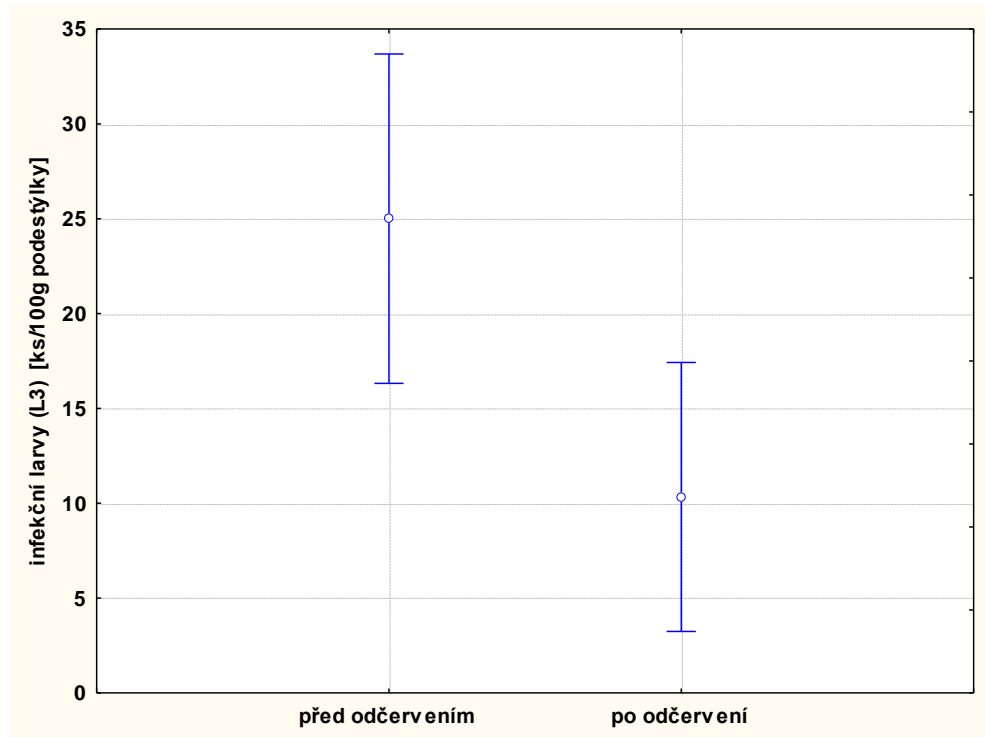
Graf 8. Nález larev rodu *Trichostrongylus* v podestýlce ovcí v období leden 2014 – květen 2014

Nejvíce infekčních larev rodu *Trichostrongylus* v podestýlce ovcí bylo nalezeno v únoru 2014 (29 larev ve 100 gramech podestýlky). Poté počet larev klesal (graf 8.).



Graf 9. Výsledky vyšetřování podestýlky ovcí v období leden 2014 – květen 2014

Ve sledovaném chovu ovcí byly nalezeny v podestýlce pouze infekční larvy rodu *Trichostrongylus*. Larvy ostatních rodů hlístic nebyly v podestýlce zjištěny (graf 9.).



Graf 10. Výskyt larev (L3) *Trichostrongylus* v podestýlce před a po odčervení (28. 2 . 2014) ovčí

Graf 10. znázorňuje výskyt infekčních larev (L3) hlístic rodu *Trichostrongylus* v podestýlce stáje před a po odčervení. Před odčervení byl průměrný počet L3  $25,00 \pm 5,66$  ks na 100 g podestýlky, po odčervení pak  $10,33 \pm 2,52$  ks na 100 g podestýlky. Rozdíl v počtu L3 před a po odčervení byl statisticky významný ( $P < 0.05$ ).

Mezi infekčními larvami ostatních druhů hlístic nebyly v podestýlce zjištěny statisticky významné rozdíly před a po odčervení přípravkem Cydectin (moxidectin).

## 6. DISKUSE

V této práci bylo pomocí larvoskopické Baermanovy metody zjišťováno zastoupení infekčních larev (L3) gastrointestinálních hlístic v podestýlce a pastevním porostu v chovu ovcí soukromého ekochovatele od května 2013 do května 2014. Byl zjišťován počet L3 ve 100 gramech podestýlky a pastevního porostu před a po odčervení přípravkem cydectin, který má účinnou látku moxidectin.

Bosco et al. (2013) zjišťovali přítomnost gastrointestinálních parazitů u 98 ovcí v Itálii. Nejčastějšími hlísticemi byly gastrointestinální hlístice z řádu Strongylida (91,8%), zejména *Haemonchus* (76,9 %), *Trichostrongylus* (91,8 %), *Teladorsagia* (88,8 %), *Cooperia* (77,6 %), a *Oesophagostomum* (72,5 %).

V námi sledovaném chovu bylo nalezeno nejvíce larev hlístic z řádu Strongylida, rod *Trichostrongylus*, *Haemonchus*, *Oesophagostomum*, a *Teladorsagia*.

Kudrnáčová et Langrová (2012) studovali v jedné vesnici na severu České republiky od března 2009 do února 2010 výskyt parazitů ve stádě romanovských ovcí (u 15 beranů a 15 bahnic). Nejčastějším parazitem byly hlístice rodu *Trichostrongylus* (58 % u bahnic a 69 % u beranů). U beranů se nejvyšší hodnoty rodu *Trichostrongylus* vyskytovaly v květnu a říjnu 2009. U ovcí, byla nejvyšší prevalence v dubnu 2009.

V námi sledovaném chovu se také vyskytovalo nejvíce hlístic rodu *Trichostrongylus*. Nejvyšší hodnoty těchto hlístic byly zjištěny v květnu 2013, poté hodnoty výrazně klesaly.

Perveen et al. (2012) zjišťovali výskyt gastrointestinálních hlístic parazitů ovcí v průběhu září až prosince 2010. Nejvyšší zatížení zjistili u hlístic rodu *Haemonchus* (53,37 %) a hlístic rodu *Trichostrongylus* (12,9 %)

V námi sledovaném chovu byly zjištěny larvy hlístic rodu *Trichostrongylus*, *Haemonchus*, *Oesophagostomum*, a *Teladorsagia*. Nejvíce larev rodu *Trichostrongylus* bylo v květnu 2013 (703 larev ve 100 gramech pastevního porostu), dále v březnu 2014 (269 larev) a prosinci 2013 - 205 larev (graf 1.). U rodu *Haemonchus* byl nejvyšší počet larev v říjnu 2013 (89 larev ve 100 gramech pastevního porostu), květnu 2013 (64 larev) a červnu 2013 - 42 larev (graf 5.). Nejvíce larev rodu *Oesophagostomum* bylo v květnu 2013 (43 larev ve 100 gramech pastevního porostu), březnu 2014 (38 larev) a únoru 2014 - 32 larev (graf 4.).

Martínez-Valladares et al. (2013) zjistili, že hodnoty larev parazitů v pastevním porostu jsou přímo ovlivněny vlhkostí. V roce 2008, kdy byly nejvyšší průměrné a maximální hodnoty vlhkosti (78,5 % a 95,3 %) našli v pastevním porostu nejvíce infekčních larev. Z toho vyplývá, že parazitární vývoj se zvyšuje s teplotou. Pokud jde o sluneční záření,

zjistili, že největší nárůst počtu infekčních larev v pastevním porostu byl od listopadu 2007 do února 2008, kdy byl počet hodin slunečního záření nejnižší.

V námi sledovaném chovu ovcí bylo nalezeno nejvíce infekčních larev hlístic rodu *Trichostrongylus* v květnu 2013 (703 L3 ve 100 gramech pastevního porostu), březnu 2014 (279 L3) a prosinci 2014 (205 L3).

Van den Brom et al. (2013) zjišťovali rezistenci hlístic *Haemonchus contortus* na anthelmintika s účinnou látkou moxidectin. Larvy v kontrolní skupině (100 %) byly identifikovány jako *Haemonchus contortus*. Ve skupině, která byla léčena účinnou látkou moxidectin bylo larev hlístic *H. contortus* 99 %, což poukazuje na rezistenci této hlístice na tato anthelmintika.

Také Fortes et al. (2013) zjišťovali a porovnávali účinek anthelmintik s účinnou látkou ivermectin a moxidectin pomocí testu larvální migrace in vitro. Infekční larvy L3 hlístice *Haemonchus contortus* snižovali u obou látek svou migraci.

V námi sledovaném chovu byly ovce odčerveny přípravkem cydectin s účinnou látkou moxidectin 28. 2. 2014. U rodu *Haemonchus* bylo nalezeno nejvíce larev v říjnu 2013 (89 L3 ve 100 gramech pastevního porostu. Poté se počet snižoval, po odčervení látkou moxidectin nebyly nalezeny žádné larvy (graf 4.). U rodu *Trichostrongylus* se počet infekčních larev od března 2014 (269 L3 ve 100 gramech pastevního porostu) do května 2014 (37 L3 ve 100 gramech pastevního porostu) snižoval (graf 1.). Stejně tomu bylo u rodu *Oesophagostomum* (graf 3.). V březnu 2014 bylo zjištěno 37 larev ve 100 gramech pastevního porostu, v květnu 2014 již pouze 12 larev ve 100 gramech pastevního porostu.

Domke et al. (2012) zjišťovali v období 2008-2009 účinnost benzimidazolu proti gastrointestinálním hlísticím ovcí pomocí fekálního testu snížení počtu vajíček a identifikaci larev L3 po léčbě. U osmi z deseti (80 %) náhodně vybraných stád ovcí se ukázala rezistenci na benzimidazol. Po ošetření koprokultur vybraných stád byly hlavními hlísticemi rody *Teladorsagia*, *Trichostrongylus* a *Haemonchus*.

V námi sledovaném chovu se nejvíce objevovaly larvy rodu *Trichostrongylus* a *Oesophagostomum*, u kterých se po podání anthelmintika cydectin s účinnou látkou moxidectin počet larev ve 100 gramech pastevního porostu snižoval (graf 1. a 3.).

Helmintologické výsledky získané z 24 přirozeně infikovaných ovcí, které byly následně pitvány ukazují, že Aurixazol dosáhl účinnosti 96,11 % proti *Haemonchus contortus*. Účinek 24% Aurixazolu proti dospělým *H. contortus* a larvám L4 u experimentálně infikovaných ovcí byl 7 a 14 dní po ošetření 80% (Sakamoto et al., 2013).

V námi sledovaném chovu byly ovce odčerveny přípravkem cydectin s účinnou látkou moxidectin 28. 2. 2014. U rodu *Trichostrongylus* a *Oesophagostomum* byl pozorován pokles počtu L3 ve 100 gramech pastevního porostu.

Vnitřní parazité jsou zodpovědní za zvýšenou úmrtnost a snížení živočišné produkce u ovcí. To také souvisí se zvýšením ekonomických ztrát. Regulace parazitů v hostitelském gastrointestinálním traktu je složitý proces, který ovlivňuje hostitelská imunita, stav výživy, věk a plemeno zvířete. Z toho důvodu je nutné udržovat co nejlepší zoohygienu chovu a celkový zdravotní stav ovcí.

Jak bylo zmíněno na parazitární zatížení má také vliv výživa ovcí. Celkový nedostatek živin má špatný vliv na zdraví ovcí. Dlouhodobé omezení způsobuje zvýšenou citlivost na parazity. Například nízkým obsahem bílkovin a energie v potravě se zvyšuje patogenita parazitů a snižuje plodnost zvířat. Zvýšeným množstvím sacharidů v krmivu roste parazitární zátěž. Naopak při snížené dostupnosti sacharidů je parazitární zátěž nižší. Vyšší obsah tuků v potravě způsobuje snížení růstu a plodnosti parazitů. Některé prvky mohou také ovlivnit onemocnění parazity. Například nedostatek zinku, selenu a vitamínu E snižuje imunitní reakce proti parazitům. Nedostatek železa zvyšuje přežívání a tvorbu parazitů.

Z důvodu zvyšující se rezistence parazitů na anthelmintika je nutné používat anthelmintika cíleně. Anthelmintika by se měla také často měnit. Účinnost anthelmintik je silně závislá na složení potravy. Jejich účinnost je mimo jiné zvýšena tím, že se sníží množství krmiva, nebo dokonce hladověním zvířat na krátkou dobu před a po podání anthelmintik. Dále také potrava s vysokým obsahem nerozpustné vlákniny významně zvyšuje účinnost perorálně podávaných anthelmintik.

## 7. ZÁVĚR

Regulace parazitů v hostitelském gastrointestinálním traktu je složitý proces, který ovlivňuje hostitelská imunita, stav výživy, věk a plemeno zvířete. Gastrointestinální paraziti mají velmi specifické fyzikálně-chemické požadavky na jejich hostitelské střevní prostředí a nutričně zprostředkované změny mají přímý vliv na populace parazitů. Interakce mezi helmintózami a výživou lze považovat za dvě vzájemně propojená hlediska: Vliv parazitární infekce na fyziologii a výživu hostitele a vliv výživy na parazity hostitele, tedy jejich životaschopnost, vytrvalost a reprodukční schopnosti. Například nízký obsah bílkovin a energie v potravě zvyšuje patogenitu parazitů a snižuje plodnost zvířat. Potrava s vysokým obsahem nerozpustné vlákniny významně zvyšuje účinnost perorálně podávaných anthelmintik. Účinnost anthelmintik je silně závislá na složení potravy. Účinnost anthelmintik je zvýšena tím, že se sníží množství krmiva, nebo dokonce hladověním zvířat na krátkou dobu před a po podání anthelmintik.

Hypotéou této práce bylo, že zastoupení infekčních larev jednotlivých druhů parazitických hlístic se během roku mění. Tuto hypotézu lze díky výsledkům potvrdit.

## 8. SEZNAM LITERATURY

Abbott, E. M., Parkins, J. J., Holmes, P. H. (1986). The effect of dietary protein on the pathophysiology of acute ovine haemonchosis. *Veterinary parasitology*, 20 (4), 291 - 306.

About, A. R. J. (1989). Effect of dietary sodium chloride and energy levels on the local chicks infected with *Heterakis gallinarum*. *International Journal for Parasitology*, 14 (5), 521 - 526.

Ahmed, M., Laing, M. D., Nsahlai, I. V. (2014). In vivo effect of selected medicinal plants against gastrointestinal nematodes of sheep. *Tropical animal health and production*, 46 (2), 411 - 417.

Athanasiadou, S. (2012). Nutritional deficiencies and parasitic disease: Lessons and advancements from rodent models. *Veterinary parasitology*, 189 (1), 97 - 103.

Baermann, G. (1917). Eine einfache Methode zur Auffindung von Ankylostomum (Nematoden) Larven in Erdproben. *Geneeskundig Tijdschrift voor Nederlandsch-Indië* 57:131-137.

Bashtar, A. R., Hassanein, M., Abdel – Ghaffar, F., Al-Rasheid K., Hassan, S., Mehlhorn H., AL-Mahdi, M., Morsy, K., Al-Ghamdi, A. (2011). Studies on monieziasis of sheep I. Prevalence and anthelmintic effects of some plant extracts, a light and electron microscopic study. *Parasitol Res* 108. 177 – 186.

Baker, K. E., George, S. D., Stein, P. A., Seewald, W., Rolfe, P. F., Hosking, B. C. (2012). Efficacy of monepantel and anthelmintic combinations against multiple-resistant *Haemonchus contortus* in sheep, including characterisation of the nematode isolate. *Veterinary parasitology*, 186 (3), 513 - 517.

Bianchi, A. E., Macedo, V. P., Duarte, M. M. M. F., Lopes, L. S., Stefani, L. M., Rossett, J., Da Silva, A. S. (2014). The effect of palm oil addition to the diet of dairy sheep on the immune response. *Journal of animal physiology and animal nutrition*, 98 (3), 446 - 452.

Bednář, M. 2011. *Lékařská mikrobiologie*. Triton. Praha. p. 560. ISBN: 859431505280

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.



Borji, H., Raji, A. R., Naghibi, A. G. (2011). The comparative morphology of *Marshallagia marshalli* and *Ostertagia occidentalis* (Nematoda: Strongylida, Trichostrongylidae) by scanning electron microscopy. *Parasitol Res* 108. 1391 – 1395.

Bosco, A., Rinaldi, L., Musella, V., Pintus, D., Santaniello, M., Morgoglione, M. E., Cringoli, G. (2013). Helminths in Sheep on Farms of the Basilicata Region of Southern Italy. In *Trends in Veterinary Sciences* (91-94). Springer Berlin Heidelberg.

Bott, N. J., Campbell, B. E., Beveridge, I., Chilton, N. B., Rees, D., Hunt, P. W., Gasser, R. B. (2009). A combined microscopic-molecular method for the diagnosis of strongylid infections in sheep. *International journal for parasitology* 39 (11). 1277-1287.

Cala, A. C., Chagas, A. C. S., Oliveira, M. C. S., Matos, A. P., Borges, L. M. F., Sousa, L. A. D., Oliveira, G. P. (2012). In vitro Anthelmintic effect of *Melia azedarach* L. and *Trichilia clausenii* C. against sheep gastrointestinal nematodes. *Experimental parasitology*, 130 (2), 98 - 102.

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

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

Cornet, S., Bichet, C., Larcombe, S., Faivre, B., Sorci, G. (2014). Impact of host nutritional status on infection dynamics and parasite virulence in a bird-malaria system. *Journal of Animal Ecology*, 83 (1), 256 - 265.

Craig, P. S., McManus, D. P., Lightowers, M. W., Chabalgoity, J. A., Garcia, H. H., Gavidia, C. M., Gilman, R. H., Gonzalez, A. E., Lorca, M., NaquiraC., Nieto, A., Schantz, P. M. (2007). Prevention and control of cystic echinococcosis. *Lancet infections diseases*, 7 (6). 385 – 394.

Crompton, D. W. T., Nesheim, M. C. (1982). Commentary: nutritional science and parasitology: a case for collaboration. *Bioscience*, 32 (8). 677 - 680.

de Aquino Mesquita, M., Panassol, A. M., de Oliveira, E. F., Vasconcelos, A. L. C. F., de Paula, H. C. B., Bevilacqua, C. M. L. (2013). Anthelmintic activity of *Eucalyptus staigeriana* encapsulated oil on sheep gastrointestinal nematodes. *Parasitology research*, 112 (9), 3161 - 3165.

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 the gut. *Parasitology*, 69 (02), 239 - 255.

Domke, A. V. M., Chartier, C., Gjerde, B., Höglund, J., Leine, N., Vatn, S., Stuenkel, S. (2012). Prevalence of anthelmintic resistance in gastrointestinal nematodes of sheep and goats in Norway. *Parasitology research*, 111 (1), 185 - 193.

Fortes, F. S., Kloster, F. S., Schafer, A. S., Bier, D., Buzatti, A., Yoshitani, U. Y., Molento, M. B. (2013). Evaluation of resistance in a selected field strain of *Haemonchus contortus* to ivermectin and moxidectin using the Larval Migration on Agar Test. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 33(2), 183-187.

Githigia, S. M., Thamsborg, S. M., Larsen, M., Kyvsgaard, N. C., Nansen, P. (1997). The preventive effect of the fungus *Duddingtonia flagrans* on trichostrongyle infections of lambs on pasture. *International Journal for Parasitology* 27. 931 – 939.

Gunn, A., Pitt, S. J. (2012). *Parasitology: An Integrated Approach*. John Wiley & Sons. p. 456. ISBN: 9780470684245

Grønvold, J., Saa, H., Larsen, M., Nansen, P., Wolstrup, J. (1996). Biological control: aspects of biological control-with special reference to arthropods, protozoans and helminths of domesticated animals. *Veterinary Parasitology* 64. 47 – 64.

Hoberg, E. P., Jenkins, E. J., Rosenthal, B., Wong, M., Erbe, E. F., Kutz, S. J., Polley, L. (2009). Caudal polymorphism and cephalic morphology among first-stage larvae of *Parelaphostrongylus odocoilei* (*Protostrongylidae: Elaphostrongylinae*) in dall's sheep from the Mackenzie Mountains, Canada. *Journal of parasitology* 91 (6). 1318-1325.

Hunt, P. W., Kijas, J., Ingham, A. (2013). Understanding parasitic infection in sheep to design more efficient animal selection strategies. *The Veterinary Journal*, 197(2), 143-152.

Chartier, CH., Paraud, C. 2012. Coccidiosis due to *Eimeria* in sheep and goats, a review. *Small Ruminant Research* 103. 84 – 92.

Johansen, H. N., Bach Knudsen, K. E., Wood, P. J., Fulcher, R. G. (1997). Physico-Chemical Properties and the Degradation of Oat Bran Polysaccharides in the Gut of Pigs. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 73 (1), 81 - 92.

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

Karlsson, L. J. E., Greeff, J. C. (2012). Genetic aspects of sheep parasitic diseases. *Veterinary parasitology*, 189 (1), 104 - 112.

Kaufmann, H. (1996). Parasitic Infections of Domestic Animals: A Diagnostic Manual. ILRI. Berlin. p. 423. ISBN: 9783764351151.

Kelley, G. W., Olsen, L. S., Hoerlein, A. B. (1958). The influence of diet on the development of *Ascaris suum* in the small intestines of pigs. American journal of veterinary research, 19 (71), 401.

Kershaw, W. E., Storey, D. M., Wells, P. D., Alexander, J. B., Van der Zeil, P., Al-Baldawi, F. A., Sinniah, B. (1975). 1. The effect of dietary fat on the host-parasite relations in cotton rat filariasis. 2. Host-parasite relations in the progeny of cotton rats fed protein deficient diets and infected with filariasis-a preliminary report. 3. Immunoglobulin levels in the early stages of infection with filariasis in cotton rats with and without dietary protein deficiency. 4. Action of aliphatic alcohols on aquatic stages of mosquitoes. Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene, 69 (1), 11.

Kidane, A., Houdijk, J., Athanasiadou, S., Tolkamp, B., Kyriazakis, I. (2010). Nutritional sensitivity of periparturient resistance to nematode parasites in two breeds of sheep with different nutrient demands. British journal of nutrition, 104 (10), 1477 - 1486.

Knox, M., Steel, J. (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), 963 - 970.

Koinari, M., Karl, S., Ryan, U., & Lymbery, A. J. (2013). Infection levels of gastrointestinal parasites in sheep and goats in Papua New Guinea. Journal of helminthology, 87 (04), 409 - 415.

Kotpal, R. L. (2009). Modern Text Book of Zoology: Invertebrates. Rastogi Publications. p. 885. ISBN: 9788171339037

Kudrnacova, M., Langrova, I. (2012). Occurrence and seasonality of domestic sheep gastro-intestinal parasites. Scientia Agriculturae Bohemica (Czech Republic). 43 (3).

Kuerpick, B., Fiedor, Ch., von Samson-Himmelstjerna, G., Schnieder, T., Strube, Ch. (2012). Bulk milk-estimated seroprevalence of *Fasciola hepatica* in dairy herds and collecting of risk factor data in East Frisia, Northern Germany. Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift. 125 (7/8). 345 – 350.

Kuchai, J. A., Ahmad, F., Chishti, M. Z., Dar, J. A., Tak, H. (2013). On Morphology and Morphometry of *Trichuris ovis* Abildgaard, 1795 Recovered from Ruminants of Ladakh, India. Journal of Buffalo Science, 2 (1), 49 - 52.

Laubach, H. E. (1990). Effect of dietary zinc on larval burdens, tissue eosinophil numbers, and lysophospholipase activity of *Ascaris suum* infected mice. *Acta tropica*, 47 (4), 205 - 211.

Laurenson, Y. C., Bishop, S. C., Kyriazakis, I. (2011). In silico exploration of the mechanisms that underlie parasite-induced anorexia in sheep. *British Journal of Nutrition*, 106 (07), 1023 - 1039.

Leathwick, D. M. (2014). Sustainable control of nematode parasites – A New Zealand perspective. *Small Ruminant Research*, 118 (1), 31 - 34.

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* and *Elephantorrhiza elephantina* against *Haemonchus contortus*. *Tropical animal health and production*, 42 (2), 301 - 307.

Martínez-Valladares, M., Robles-Pérez, D., Martínez-Pérez, J. M., Cordero-Pérez, C., del Rosario Famularo, M., Fernández-Pato, N., Rojo-Vázquez, F. A. (2013). Prevalence of gastrointestinal nematodes and *Fasciola hepatica* in sheep in the northwest of Spain: relation to climatic conditions and/or man-made environmental modifications. *Parasites & vectors*, 6 (1), 282.

McMahon, C., McCoy, M., Ellison, S. E., Barley, J. P., Edgar, H. W. J., Hanna, R. E. B., Fairweather, I. (2013). Anthelmintic resistance in Northern Ireland (III): Uptake of ‘SCOPS’(Sustainable Control of Parasites in Sheep) recommendations by sheep farmers. *Veterinary parasitology*, 193 (1), 179 - 184.

Mehlhorn, H., Al-Quraishy, S., Al-Rasheid, K. A., Jatzlau, A., Abdel-Ghaffar, F. (2011). Addition of a combination of onion (*Allium cepa*) and coconut (*Cocos nucifera*) to food of sheep stops gastrointestinal helminthic infections. *Parasitology research*, 108 (4), 1041 - 1046.

Menon, R., Gasser, R. B., Mitreva, M., Ranganathan, S. (2012). An analysis of the transcriptome of *Teladorsagia circumcincta*: its biological and biotechnological implications. *BMC genomics* 13 (7). 7 - 10.

Mettrick, D. F. (1971). Effect of host dietary constituents on intestinal pH and the migrational behavior of the rat tapeworm *Hymenolepis diminuta*. *Canadian journal of zoology*, 49 (12), 1513 - 1525.

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

Molento, M. B., Fortes, F. S., Pondelek, D. A. S., Borges, F. A., Chagas, A. C. S., Torres-Acosta, J. F. J., Geldhof, P. (2011). Challenges of nematode control in ruminants: Focus on Latin America. *Veterinary Parasitology* 180. 126 – 132.

Morgan, E. R., Hosking, B. C., Burston, S., Carder, K. M., Hyslop, A. C., Pritchard, L. J., Whitmarsh, A. K., Coles, G. C. (2012). A survey of helminth control practices on sheep farms in Great Britain and Ireland. *The Veterinary Journal* 192. 390 – 397.

Morgan, E. R., Van Dijk, J. (2012). Climate and the epidemiology of gastrointestinal nematode infections of sheep in Europe. *Veterinary parasitology*, 189 (1), 8 - 14.

Našincová, V. (1992). Trematode developmental stages in Czech aquatic snails and life-cycles of selected species of the family Omphalometridae and Echinostomatidae. Ceske Budejovice: Czekoslovak Academy of Sciences.

Nisbet, A. J., Bell, N. E. V., McNeilly, T. N., Knox, D. P., Maizels, R. M., Meikle, L. I., Matthews, J. B. (2010). A macrophage migration inhibitory factor-like tautomerase from *Teladorsagia circumcincta* (Nematoda: Strongylida). *Parasite immunology* 32 (7). 503-511.

Oliveira, L. M. B., Macedo, I. T. F., Vieira, L. S., Camurça-Vasconcelos, A. L. F., Tomé, A. R., Sampaio, R. A., Bevilaqua, C. M. L. (2013). Effects of *Mimosa tenuiflora* on larval establishment of *Haemonchus contortus* in sheep. *Veterinary parasitology*, 196 (3), 341 - 346.

Olsen, O. W. 1986. *Animal Parasites: Their Life Cycles and Ecology*. Courier Dover Publications. New York. p. 562. ISBN: 9780486651262.

Ortiz, P., Scarcella, S., Cerna, C., Rosales, C., Cabrera, M., Guzmán, M., Solana, H. (2013). Resistance of *Fasciola hepatica* against Triclabendazole in cattle in Cajamarca (Peru): A clinical trial and an in vivo efficacy test in sheep. *Veterinary parasitology*, 195 (1), 118 - 121.

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

Perveen, F., Ullah, N., Shabbir, I., Shah, R. (2012). Infestation of gastrointestinal nematode parasites in sheep, *Ovis aries* Linnaeus in Peshawar, Pakistan. *Proceedings of Parasitology*, (53), 25-36.

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

Piedrafita, D., Preston, S., Kemp, J., De Veer, M., Sherrard, J., Kraska, T., Meeusen, E. (2013). The effect of different adjuvants on immune parameters and protection following

vaccination of sheep with a larval-specific antigen of the gastrointestinal nematode, *Haemonchus contortus*. PloS one, 8 (10), 78357.

Pleasance, J., Wiedosari, E., Raadsma, H. W., Meeusen, E., Piedrafita, D. (2011). Resistance to liver fluke infection in the natural sheep host is correlated with a type-1 cytokine response. *Parasite Immunology* 33. 495 – 505.

Quijada, J., Bethencourt, A., Sulbaran, D., Salcedo, P., Aguirre, A., Vivas, I., Perez, A. (2012). Digestive Strongylids in Caprines: Fecal Egg Counts and FAMACHA (R) Score Values in a Naturally Infected Herd. *Revista científica - facultad de ciencias veterinarias* 22 (5). 418-425.

Ribeiro, J. C., Ribeiro, W. L. C., Camurça-Vasconcelos, A. L. F., Macedo, I. T. F., Santos, J. M. L., Paula, H. C. B., Bevilaqua, C. M. L. (2014). Efficacy of free and nanoencapsulated *Eucalyptus citriodora* essential oils on sheep gastrointestinal nematodes and toxicity for mice. *Veterinary Parasitology*. (3-4), 243 – 248.

Roberts, L. S., Arai, H. P. (1980). Development of *Hymenolepis diminuta* in its definitive host. *Biology of the tapeworm Hymenolepis diminuta*. 357-423.

Rollinson, D., Hay, S. I. 2012. *Advances in Parasitology*. Academic Press. Oxford. p. 326. ISBN: 9780124017016.

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

Sandoval - Castro, C. A., Torres-Acosta, J. F. J., Hoste, H., Salem, A. Z. M., Chan-Pérez, J. I. (2012). Using plant bioactive materials to control gastrointestinal tract helminths in livestock. *Animal Feed Science and Technology*, 176 (1), 192 - 201.

Sakamoto, C. A. M., Lopes, W. D. Z., Buzzulini, C., Cruz, B. C., Felippelli, G., de Lima, R. C. A., 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), 336 - 344.

Sargison, N. D., Baird, G. J., Sotiraki, S., Gilleard, J. S., Busin, V. (2012). Hepatogenous photosensitisation in Scottish sheep caused by *Dicrocoelium dendriticum*. *Veterinary parasitology*, 189(2), 233-237.

Sagués, M. F., Fusé, L. A., Fernández, A. S., Iglesias, L. E., Moreno, F. C., Saumell, C. A. 2011. Efficacy of an energy block containing *Duddingtonia flagrans* in the control of gastrointestinal nematodes of sheep. *Parasitol Res* 109. 707 - 713.

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

Scott, I., Pomroy, W. E., Kenyon, P. R., Smith, G., Adlington, B., Moss, A. (2013). Lack of efficacy of monepantel against *Teladorsagia circumcincta* and *Trichostrongylus colubriformis*. *Veterinary parasitology*, 198 (1), 166 - 171.

Sudati, J. E., Reddy, A., Fried, B. (1996). Effects of high fat diets on worm recovery, growth and distribution of *Echinostoma caproni* in ICR mice. *Journal of helminthology*, 70 (04), 351 - 354.

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), 103 - 108.

Taylor, M. A. (2012). Emerging parasitic diseases of sheep. *Veterinary parasitology*, 189 (1), 2 - 7.

Tenter, A. M., Heckeroth, A. R., Weiss, L. M. 2000. *Toxoplasma gondii*: from animals to humans. *Int J Parasitol.* 30 (12-13). 1217 – 1258.

Terrill, T. H., Miller, J. E., Burke, J. M., Mosjidis, J. A., Kaplan, R. M. (2012). Experiences with integrated concepts for the control of *Haemonchus contortus* in sheep and goats in the United States. *Veterinary parasitology*, 186 (1), 28 - 37.

Torres-Acosta, J. F. J., Sandoval-Castro, C. A., Hoste, H., Aguilar-Caballero, A. J., Cámara-Sarmiento, R., Alonso-Díaz, M. A. (2012). Nutritional manipulation of sheep and goats for the control of gastrointestinal nematodes under hot humid and subhumid tropical conditions. *Small Ruminant Research*, 103 (1), 28 - 40.

Van den Brom, R., Moll, L., Borgsteede, F. H. M., Van Doorn, D. C. K., Lievaart-Peterson, K., Dercksen, D. P., Vellema, P. (2013). Short communication: Multiple anthelmintic resistance of *Haemonchus contortus*, including a case of moxidectin resistance, in a Dutch sheep flock. *The Veterinary record*, 173(22), 552.

Van Wyk, J. A., Cabaret, J., Michael, L. M. (2004). Morphological identification of nematode larvae of small ruminants and cattle simplified. *Veterinary Parasitology*, 119 (4), 277 - 306.

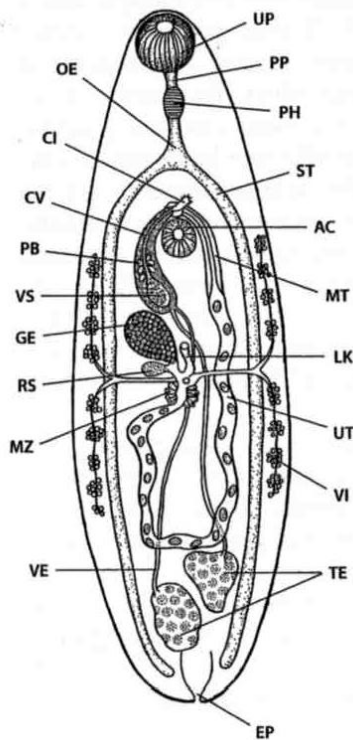
Viney, M. E., Lok, J. B. 2011. *Strongyloides* spp. *WormBook*. May 23. 1 – 15.

Voigt, K., Scheuerle, M., Hamel, D. (2012). Triple anthelmintic resistance in *Trichostrongylus* spp. in a German sheep flock. *Small Ruminant Research*, 106 (1), 30 - 32.

Willingham, A. L., Hurst, M., Bøgh, H. O., Johansen, M. V., Lindberg, R., Christensen, N. O., Nansen, P. (1998). *Schistosoma japonicum* in the pig: the host-parasite relationship as influenced by the intensity and duration of experimental infection. *The American journal of tropical medicine and hygiene*, 58 (2), 248 - 25.

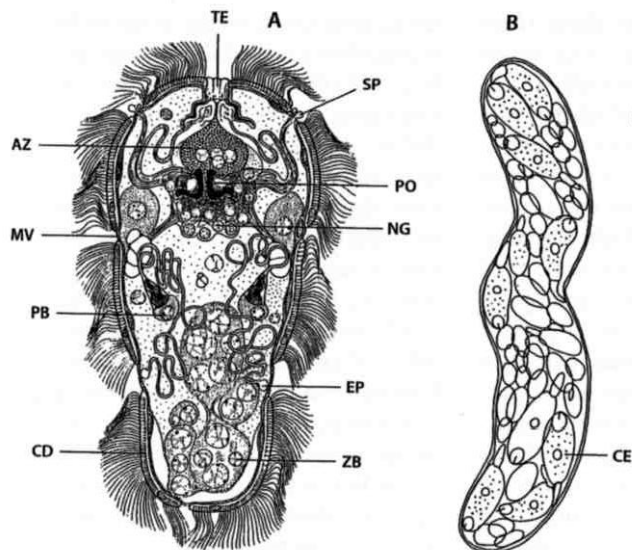


## 9. SAMOSTATNÉ PŘÍLOHY

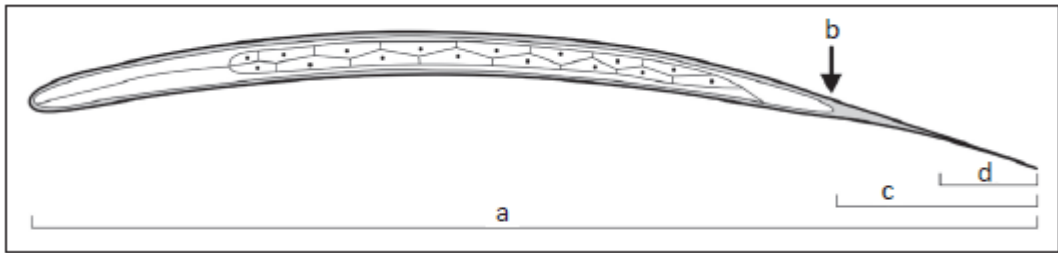


EP – exkreční pór, TE – testes, VI – vitelária, UT – uterus, LK – laurerův kanál, MT – meteaterm, AC – retabulum, ST – střevo, PH – larynx, UP – ústní přísavka, PP – prefarynx, OE – esofagus, CI – cirrus, CV – cirrový váček, PB – prostatické buňky, VS – vesicula seminalis, GE germanium, RS – receptaculum seminis, MZ – Mehlisova žláza, VE – vas efferens

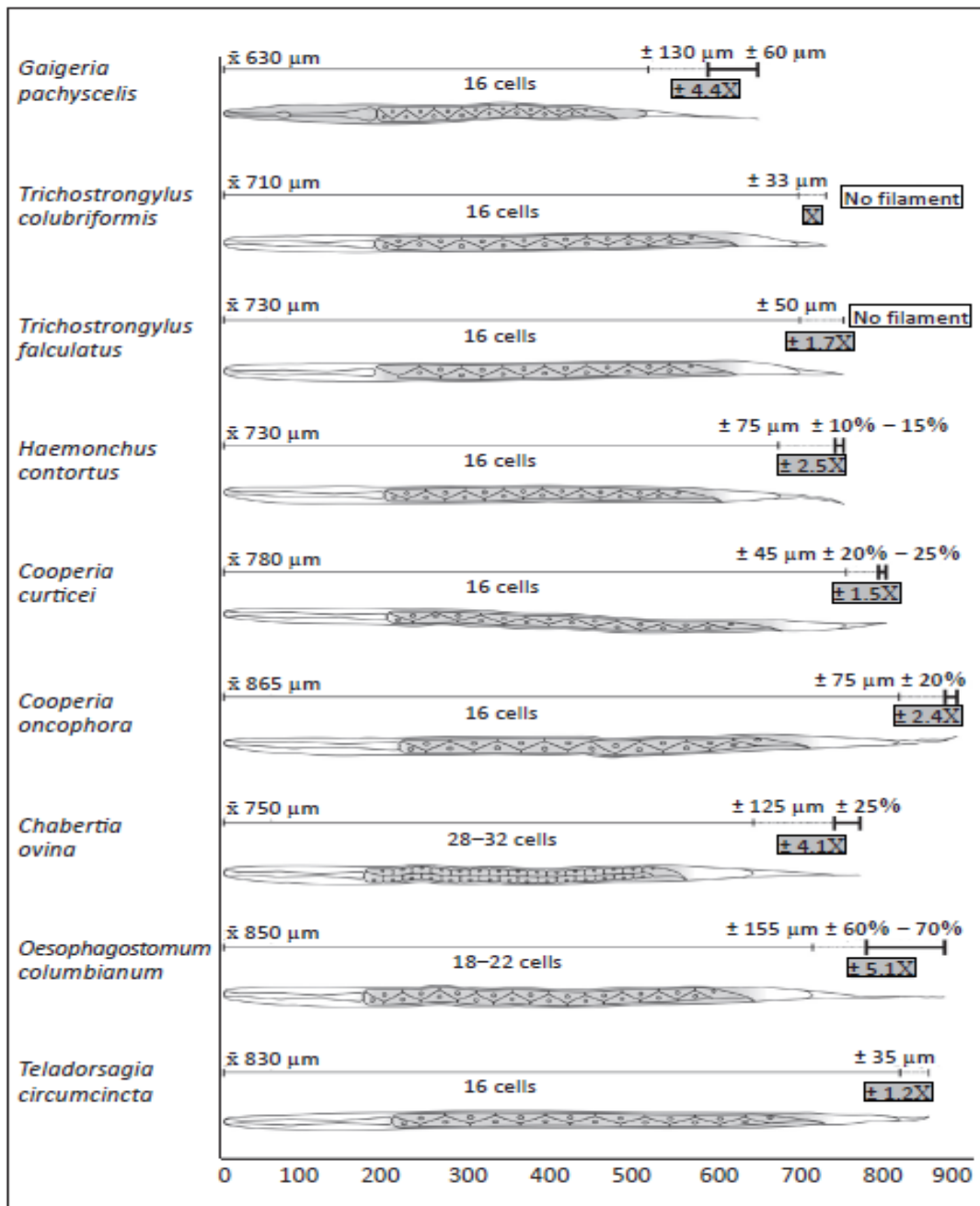
Obr. 3. Základní anatomie dospělé motolice (Volf et al., 2007).



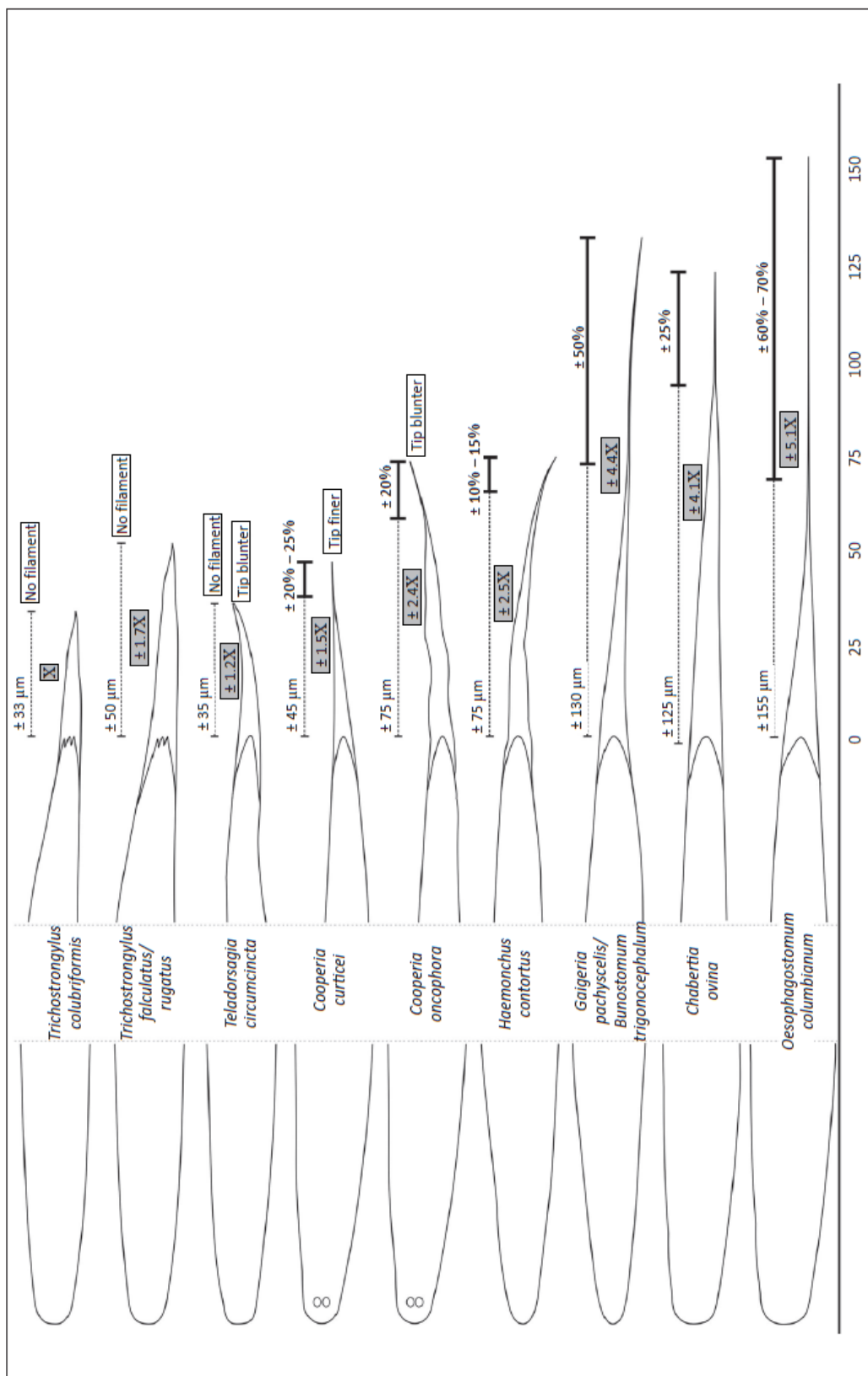
Obr. 4. Časná larvální stádia motolic. A – miracidium (ZB – zárodečné buňky, EP – exkreční pór, NG – nervové ganglium, PO – pigmentovaná oční skvrna, SP senzorické papily, TE – terebratorium v zataženém stavu, AZ – apikální žláza, MV – mezibuněčný val, PB – plaménková buňka, CD – ciliární destička), B – dceřiná sporocysta (CE – cercárie) – převzato z Našincová (1992).



Obr. 9. Schéma L3 hlístice - (a) celková délka, (b) Špička ocasu larva, (c) plášť rozšíření ocas, (d) filament  
(van Wyk et al., 2011)



Obr. 10. Třetí stádia larev (L3) hlístic malých přežvýkaveců, měřeno v mikrometrech - µm (van Wyk et al., 2011).



Obr. 11. Přední a ocasní část hlístic malých přežvýkavců, měřeno v mikrometrech (van Wyk et al., 2011).

<b>Název parazita</b>	<b>Autor popisu</b>	<b>Rok popisu</b>
<i>Ascaris suum</i>	Goeze	1782
<i>Bunostomum trionocephelum</i>	Rudolphi	1808
<i>Cooperia curticei</i>	Giles	1892
<i>Cooperia oncophora</i>	Railliet	1898
<i>Delafondia</i>	Railliet	1923
<i>Dicrocoelium dendriticum</i>	Rudolphi	1819
<i>Dictyocaulus filaria</i>	Rudolphi	1809
<i>Echinococcus granulosus</i>	Batsch	1786
<i>Echinostoma caproni</i>	Richard	1964
<i>Eimeria ashata</i>	Honess	1942
<i>Eimeria bakuensis</i>	Musaev	1970
<i>Eimeria fauerei</i>	Moussu & Marotel	1902
<i>Eimeria intricata</i>	Spiegl	1925
<i>Fasciola hepatica</i>	Linnaeus	1758
<i>Haemonchus contortus</i>	Rudolphi	1803
<i>Heligmosomoides bakeri</i>	Hall	1916
<i>Heterakis gallinarum</i>	Shrank	1788
<i>Hymenolepis diminuta</i>	Rudolphi	1819
<i>Chabertia ovina</i>	Fabricius	1788
<i>Litomosoides carinii</i>	Travassos	1919
<i>Marshallagia marshalli</i>	Ransom	1907
<i>Meriones unguiculatus</i>	Milne-Edwards	1867
<i>Microphallus pygmeus</i>	Levinsen	1881
<i>Moniezia benedeni</i>	Blanchard	1891
<i>Moniezia denticulata</i>	Olsson	1876
<i>Moniezia expansa</i>	Rudolphi	1805
<i>Moniezia trigonophora</i>	Stiles & Hassall	1805
<i>Moniliformis dubius</i>	Meyer	1933
<i>Muellerius capillaris</i>	Müller	1889
<i>Nematodirus battus</i>	Crofton & Thomas	1951
<i>Nematodirus filicolis</i>	Rudolphi	1802
<i>Nematodirus spathiger</i>	Railliet	1896
<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</i>	Ransom	1907
<i>Plasmodium</i>	Marchiafava & Celli	1885
<i>Plasmodium relictum</i>	Grassi & Feletti	1891
<i>Schistosoma</i>	Weinland	1858
<i>Schistosoma japonicum</i>	Katsurada	1904
<i>Strongyloides papillosus</i>	Wedl	1856
<i>Taenia hydatigena</i>	Pallas	1766
<i>Taenia multiceps</i>	Leske	1780
<i>Taenia ovis</i>	Cobbold	1869
<i>Teladorsagia circumcincta</i>	Stadelman	1894
<i>Teladorsagia trifurcata</i>	Ransom	1907
<i>Thysaniezia giardi</i>	Moniez	1879

<i>Toxoplasma gondii</i>	Nicolle & Manceaux	1908
<i>Trichinella spiralis</i>	Owen	1835
<i>Trichostrongylus axei</i>	Cobbold	1879
<i>Trichostrongylus colubrifomis</i>	Giles	1892
<i>Trichostrongylus vitrinus</i>	Looss	1905
<i>Trichuris capreoli</i>	Artjuch	1948
<i>Trichuris globulosa</i>	Linstow	1901
<i>Trichuris muris</i>	Schrank	1788
<i>Trichuris ovis</i>	Abildgaard	1795
<i>Trichuris skrjabini</i>	Baskakov	1924

Tab. 1. Autor a rok popisu druhu.

## Seznam příloh

- Obr. 1. *Sarcocystis cruzi*. A – vývojový cyklus. B – sarkocyst (Volf et al., 2007).
- Obr. 2. Životní cyklus Kokcidie kočičí (*T. gondii*) – převzato z Volf et al., (2007).
- Obr. 3. Základní anatomie dospělé motolice (Volf et al., 2007).
- Obr. 4. Časná larvální stádia motolic
- Obr. 5. Vývojový cyklus motolice jaterní (*F. hepatica*) – převzato z Volf et al. (2007).
- Obr. 6. Vývojový cyklus motolice kopinaté (*Dicrocoelium dendriticum*) – převzato z Volf et al. (2007).
- Obr. 7. Vývojový cyklus měchožila zhoubného (*Echinococcus granulosus*) – převzato z Volf et al., (2007).
- Obr. 8. Baermannův aparát (Baermann, 1917).
- Obr. 9. Schéma L3 hlístice - (a) celková délka, (b) špička ocasu larva, (c) plášť rozšíření ocas, (d) filament (van Wyk et al., 2011).
- Obr. 10. Třetí stádia larev (L3) hlístic malých přežvýkavců, měřeno v mikrometrech -  $\mu\text{m}$  (van Wyk et al., 2011).
- Obr. 11. Přední a ocasní část hlístic malých přežvýkavců, měřeno v mikrometrech (van Wyk et al., 2011).
- Graf 1. Nález larev rodu *Trichostrongylus* v pastevním porostu ovcí květen 2013 – květen 2014.
- Graf 2. Nález larev rodu *Teladorsagia* v pastevním porostu ovcí květen 2013 – květen 2014.
- Graf 3. Nález larev rodu *Oesophagostomum* v pastevním porostu ovcí květen 2013 – květen 2014.
- Graf 4. Nález larev rodu *Haemonchus* v pastevním porostu ovcí květen 2013 – květen 2014.

Graf 5. Výsledky vyšetřování pastevního porostu ovcí květen 2013 – květen 2014.

Graf 6. Výskyt infekčních larev všech druhů zjištěných hlístic před a po odčervení (28. 2. 2014) v pastevním porostu

Graf 7. Průměrný počet infekčních larev (L3) sledovaných hlístic v jednotlivých ročních obdobích.

Graf 8. Nález larev rodu *Trichostrongylus* v podestýlce ovcí v období leden – květen 2014.

Graf 9. Výsledky vyšetřování podestýlky ovcí v období leden – květen 2014.

Graf 10. Výskyt larev (L3) *Trichostrongylus* v podestýlce před a po odčervení (28. 2. 2014) ovcí.

Tab. 1. Autor a rok popisu druhu.