

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra zoologie a rybářství**



**Lokalizace strongylidních hlístic v gastrointestinálním  
traktu ovce domácí**

**Diplomová práce**

Autor: Bc. Petra Bláhová

Vedoucí: Ing. Jaroslav Vadlejch, Ph.D.

**Praha 2009**

### **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: “Lokalizace strongylidních hlístic v gastrointestinálním traktu ovce domácí“ vypracovala samostatně a použila jen pramenů, které cituji a uvádím v příložené bibliografii.

V Praze dne: 16. 1. 2009

## **Poděkování**

V úvodu bych ráda poděkovala vedoucímu práce Ing. Jaroslavu Vadlejchovi, Ph.D. za poskytnutí materiálů, odbornou pomoc a ochotu při zpracování této diplomové práce. Dále Ing. Kateřině Makovcové za cenné rady a ochotný přístup během tohoto období. Poděkování patří i rodině, která mi byla po dobu studia vždy velkou oporou.

## **Autorský referát**

Gastrointestinální hlístice parazitující v traktu ovcí způsobují značné ztráty v produkci, projevující se úhynem zvířat, sníženou produkcí masa, mléka nebo vlny. Trvalá péče o dobrý zdravotní stav těchto malých přežvýkavců je jedním z hlavních předpokladů k dosažení požadované úrovně jejich užitkovosti. Je třeba si uvědomit rostoucí význam veterinární péče o ovce a především pak důležitost boje proti nežádoucí fauně trávicího traktu, která negativně ovlivňuje zdraví a produktivitu těchto hospodářských zvířat. Prevence proti parazitickým infekcím proto patří mezi základní péči o zdravotní stav chovaných ovcí.

Prioritním úkolem této práce byla determinace lokalizace a prevalence druhového zastoupení hlístic parazitujících v trávicím traktu ovce domácí. Během určování výskytu druhů v predilekčních částech trávicího traktu, byla prokázána abnormální lokalizace několika parazitických druhů. Důvody těchto odchylek lokalizace a vlivy, které tyto abnormality způsobují, představovaly další téma k zpracování a objasnění.

Na populace gastrointestinálních hlístic v traktu ovcí působí mnoho vlivů, jak ze strany hostitele, tak i ze vzájemných intradruhových a interdruhových interakcí. Konkurenční vztahy hlístic a následné změny v počtu a lokalizaci jednotlivých druhů ovlivňují utváření celkové populace hlístic v trávicím traktu ovcí. Imunitní reakce hostitele vytváří primární efektivní obranu ihned, jakmile se patogenní druh dostává do organismu.

Experimenty probíhaly ve dvou etapách v období mezi srpnem 2004 a dubnem 2007 na ovčí ekologické farmě u Hořovic v okrese Beroun s plemenným zastoupením Oxford down a Suffolk. První etapa probíhala během letního a podzimního pastevního období. Každý měsíc od dubna do prosince, byla vždy dvě pokusná jehňata vypuštěna na čtyři týdny se základním stádem na pastvu. Následně byla jehňata po dobu dvou týdnů ustájena v hlístic prostém prostředí a poté poražena. Druhá etapa experimentu probíhala obdobně, ale od podzimu do jara. Dvě jehňata byla poražena v únoru, dvě v březnu a dvě v dubnu v letech 2005, 2006 a 2007.

Abnormální lokalizace některých druhů gastrointestinálních hlístic v traktu byla prokázána pouze u několika pokusných jehňat a jen v malém množství. Z celkového zjištěného počtu sedmnácti parazitických druhů hlístic se jednalo o sedm druhů: *Nematodirus*

*battus*, *Nematodirus filicollis*, *Trichostrongylus axei*, *Trichostrongylus colubriformis*, *Trichostrongylus vitrinus*, *Teladorsagia circumcincta* a *Trichuris ovis*.

Populace hlístic vytváří hierarchii. U infekce několika druhů hlístic se vytváří konkurenční formování vnitřní populace z hlediska nutričního a rozmnožovacího. Interdruhové a intradruhové interakce gastrointestinálních hlístic ovlivňují jejich početní stav, změnu lokalizace a imunitní systém hostitele. Následkem jsou negativní vlivy na zdravotní stav a pokles užitkovosti ovcí.

Nejvyšší ekonomické ztráty v chovech ovcí jsou následkem infekcí, způsobených gastrointestinálními hlísticemi. Důslednější zpracování konkurenčních vztahů a následných negativních vlivů hlístic na hostitele, přispěje k řešení této problematiky, zlepšení užitkovosti a zároveň i zisku chovu.

Klíčová slova: Ovce domácí, gastrointestinální hlístice, lokalizace, mezidruhové a intradruhové interakce, imunita.

## Abstract

Gastrointestinal nematodes in a tract of the sheep, which cause large losses in production caused by mortality, reduction of meat, milk or pool efficiency. Permanent care for good health of these small ruminants is one of the main keys to achieving the required level of efficiency. It should be noted the growing importance of veterinary care for sheep and especially the importance of combating undesirable fauna digestive tract, which negatively affects the health and productivity of the livestock. Prevention of parasitic infections is one of the basic care of the health status of farmed sheep.

The main task of this work was determined localization and prevalence of species representation nematodes in the gastrointestinal tract of domestic sheep. During the determination of the species in common parts of the gastrointestinal tract, has been demonstrated abnormal localization of several parasitic species. The reasons for these deviations and localization effects that cause these abnormalities, were subject to further processing and clarification.

Experiments had been in progress during two stages between August 2004 and April 2007 on organic sheep farm in the district of Beroun Hořovic with breed representation of Oxford down and Suffolk. The first stage took place during the summer and autumn pasture period. Each month from April to December, was printed two experimental lambs removed to four weeks with the basic herd to pasture. Subsequently, lambs for two weeks housed in nematodes plain environment, and then slaughtered. The second stage of the experiment were similar, but from autumn to spring. Two lambs were slaughtered in February, two in March and two in April during the years 2005, 2006 and 2007.

Abnormal localization of couple species of nematodes in the gastrointestinal tract has been demonstrated only in few experimental lambs and only in small quantities. Of the total number of identified seventeen species of parasitic nematodes, it was by seven species: *Nematodirus battus*, *Nematodirus filicollis*, *Trichostrongylus axei*, *Trichostrongylus colubriformis*, *Trichostrongylus vitrinus*, *Teladorsagia circumcincta* and *Trichuris ovis*.

Populations of nematodes creates a hierarchy. The infection of several species of nematodes creating competitive formation of internal population in terms of nutrition and planting. Interspecific and intraspecific interaction gastrointestinal nematodes affect their

numerical status, change of location and host immune system. Consequently, the negative effects on health status and decline in performance of sheep.

Populations of nematodes creates a hierarchy. The infection of several species of nematodes creating competitive formation of internal population in terms of nutrition and planting. Interspecific and intraspecific interaction gastrointestinal nematodes affect their numerical status, change of location and host immune system. Consequently, the negative effects on health status and decline in performance of sheep.

The highest economic losses in the sheep as a result of infections caused by gastrointestinal nematodes. Consistent processing of competitive relations and the subsequent negative effects of nematodes on the host, contribute to the solution of this problem, improve performance and profit while fading.

**Keywords:** Domestic Sheep, gastrointestinal nematodes, localization, and interspecific and intraspecific interactions, immunity.

## **OBSAH:**

<b>1. ÚVOD .....</b>	<b>8</b>
<b>2. CÍL PRÁCE .....</b>	<b>9</b>
<b>3. PŘEHLED LITERATURY .....</b>	<b>10</b>
3.1. TAXONOMIE GASTROINTESTINÁLNÍCH HLÍSTIC PŘEŽVÝKAVCŮ .....	10
3.2. MORFOLOGIE A BIOLOGIE HLÍSTIC.....	14
3.2.1. Morfologie a biologie hlístic čeledi Trichostrongylidae.....	17
3.2.1.1. Rod <i>Trichostrongylus</i> (Loos, 1905) .....	18
3.2.1.2. Rod <i>Haemonchus</i> (Coob, 1898).....	19
3.2.1.3. Rod <i>Ostertagia</i> (Ransom, 1907) .....	19
3.2.1.4. Rod <i>Cooperia</i> (Ransom, 1907) .....	20
3.2.1.5. Rod <i>Nematodirus</i> (Ransom, 1907).....	21
3.2.2. Morfologie a biologie hlístic čeledi Oesophagostomidae.....	21
3.2.2.1. Rod <i>Chabertia</i> (Railliet, 1909) .....	22
3.2.2.2. Rod <i>Oesophagostomum</i> (Railliet, 1913).....	22
3.2.3. Morfologie a biologie hlístic čeledi Ancylostomatidae .....	23
3.2.3.1. Rod <i>Bunostomum</i> (Railliet, 1902).....	24
3.2.4. Morfologie a biologie hlístic čeledi Strongyloidea .....	24
3.2.4.1. Rod <i>Strongyloides</i> (Grassi, 1879).....	25
3.2.5. Morfologie a biologie hlístic čeledi Trichuridae .....	25
3.2.5.1. Rod <i>Trichuris</i> (Roederer, 1761).....	25
3.3. LOKALIZACE A PATOBIOLOGIE GASTROINTESTINÁLNÍCH HLÍSTIC.....	26
3.3.1. Interakce mezi parazitickými GI hlísticemi a výživou hostitele.....	30
3.3.2. Mezidruhové interakce GI hlístic .....	32
3.4. IMUNOPARAZITOLOGIE.....	33
3.4.1. Vliv predispozičních faktorů na imunitní systém hostitele .....	35
3.4.2. Imunitní reakce sliznice trávicího traktu ovcí.....	36
3.5. EPIZOOTOLOGIE .....	38
3.6. KONTROLA HELMINTÓZ .....	41
<b>4. MATERIÁL A METODIKA.....</b>	<b>44</b>
4.1. PARAZITOLOGICKÁ PITVA GIT BERÁNKŮ.....	45
4.2. VYŠETŘOVÁNÍ FIXOVANÝCH OBSAHŮ A SLIZNIC .....	46
<b>5. VÝSLEDKY .....</b>	<b>47</b>
<b>6. DISKUSE.....</b>	<b>54</b>



<b>7. ZÁVĚR .....</b>	<b>58</b>
<b>8. PŘÍLOHY .....</b>	<b>59</b>
<b>9. POUŽITÁ LITERATURA .....</b>	<b>60</b>

## 1. ÚVOD

Chov ovcí je jednou z priorit českého zemědělství při udržování horských a podhorských oblastí. Extenzivní technika chovu se vyznačuje pastvinou, jako základním zdrojem krmiva a vyšší hladinou ročních srážek (déšť a sníh), tudíž je nutností ustájení v zimním období. V současné době je tento chov orientován výhradně na plemena s masnou a kombinovanou užitkovostí a na plodná plemena.

Gastrointestinální paraziti jsou stále hlavním problémem užitkovosti v chovu ovcí na celém světě. Hlístice parazitující v traktu ovcí způsobují značné ztráty v produkci úhynem zvířat nebo sníženou produkcí masa, mléka nebo vlny.

Trvalá péče o dobrý zdravotní stav těchto malých přežvýkavců je jedním z hlavních předpokladů k dosažení požadované úrovně jejich užitkovosti. Je třeba si uvědomit rostoucí význam veterinární péče o ovce a především pak důležitost boje proti nežádoucí fauně trávicího traktu, jež negativně ovlivňuje zdraví a produktivitu těchto hospodářských zvířat. Prevence proti parazitickým infekcím proto patří mezi základní péči o zdravotní stav chovaných ovcí.

V oblasti tohoto zájmu, by se měl zvýšit důraz na znalosti druhového zastoupení hlístic v trávicím traktu ovcí, specifickou lokalizaci a jejich mezidruhové i intradruhové konkurenční interakce, za účelem pochopení biologických projevů těchto významných endoparazitů, jejich vývoje, vlivu na hostitele a naopak odezvy hostitelského organismu na jejich přítomnost.

Tato studie je zaměřena na determinaci predilekčních, ale i abnormálních lokalizací gastrointestinálních hlístic v traktu ovcí, vlivy, jež tyto odchylky způsobují a na následky, které endoparazitické infekce vyvolávají.

## 2. CÍL PRÁCE

Cílem této práce je determinace lokalizace a prevalence druhového zastoupení hlístic parazitujících v gastrointestinálním traktu ovce domácí (*Ovis aries*).

Určení běžného výskytu druhů ve specifických částech trávicího traktu a prokázání abnormální lokalizace gastrointestinálních hlístic je prioritním úkolem této studie. Objasnění důvodů odchylek lokalizace druhů v nespecifických částech gastrointestinálního traktu a vlivy, které tyto abnormality způsobují, představují další neméně důležité cíle k vypracování.

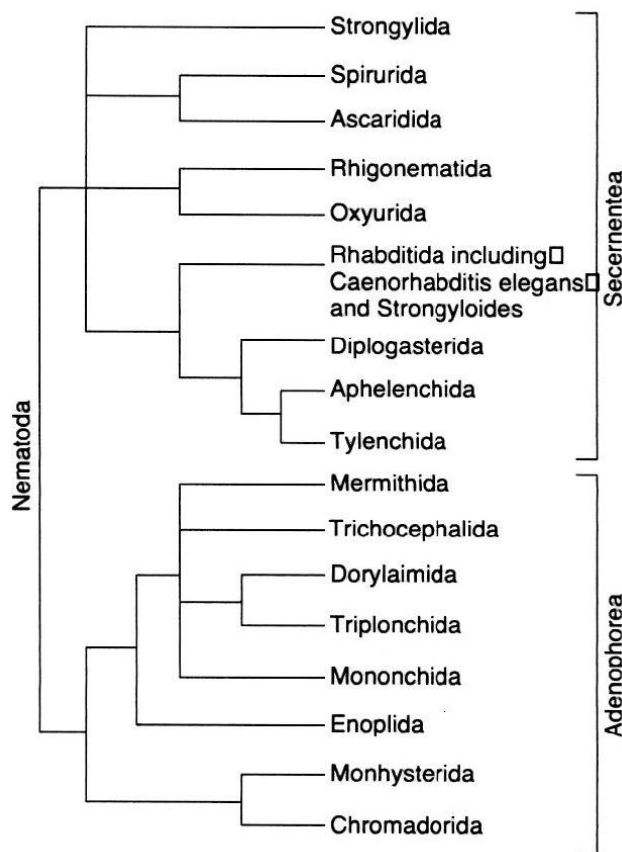
Z důvodu omezenosti literatury zabývající se touto problematikou, má tato práce přispět k objasnění vyskytujících se abnormálních lokalizací hlístic v trávicím traktu ovcí.

### 3. PŘEHLED LITERATURY

#### 3.1. Taxonomie gastrointestinálních hlístic přežvýkavců

Postavení hlístic v živočišném systému ani vnitřní rozdělení této skupiny není jednotné. Hlístice jsou zastoupeny dvěma třídami a větším počtem řádů. Na celém světě je popsáno asi 30 000 druhů, v ČR je jich známo více, než 5 000. Vzhledem k velkému počtu těchto paraziticky žijících organismů vyžaduje jejich registrace v systematice přesnost nomenklatury, která je stanovena národními kodexy. Základem nomenklatury živých organismů je Linného (1758) binomický systém založen na druhovém a rodovém jméně (Nolan, 2002)

Taxonomie hlístic se zpočátku posuzovala a sestavovala především podle specifických morfologických a anatomických znaků. Mezi tyto znaky byly považovány struktura ústního otvoru a hltanu, kutikula, oblast pysků, střevo, reprodukční systém, smyslové orgány a ocas (Anderson, 2000). Dosud klasifikace kmene Nematoda byla založena na morfologických a ekologických zvláštěnostech. Chitwood a Chitwood (1933) a Chitwood (1937) rozdělili kmen na dvě třídy. Secernentea („secretors - mající exkreční systém s laterálními kanálky) a Adenophorea („gland bearers“ - s přítomností očních žláz), jako modifikace termínu vytvořeného von Linstowem. Adenophorea, zahrnovala širokou škálu mořských, sladkovodních a půdních hlístic, ale jen málo parazitů zvířat a rostlin. Druhá třída, Secernentea, pak zahrnovala zejména suchozemské organismy (Dorris a kol., 1999), (Obr. 1).



Obr. 1 Konsensus kmene Nematoda dle Dorris (1999)

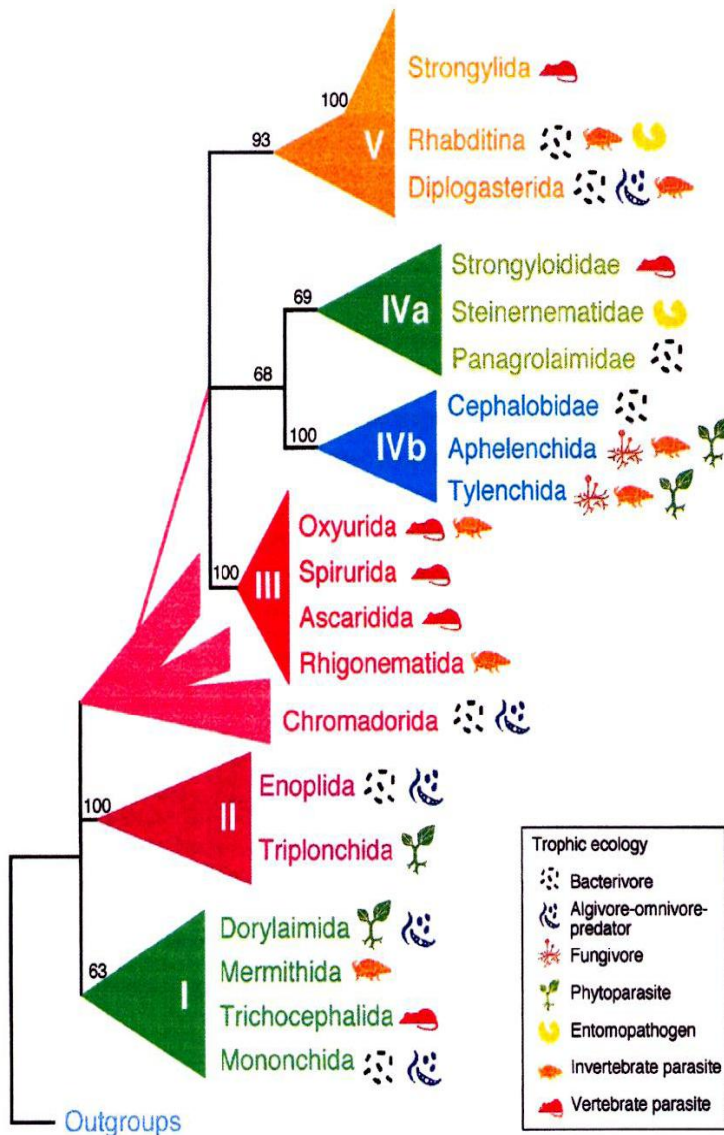
Molekulární biologie rozšířila a prohloubila, díky genetickým markerům, evoluční historii nematod. Sekvence DNA lépe vysvětluje evoluci hlístic, než doposud pouhé používání diference morfologických znaků. Blaxter (1998) vytvořil první molekulárně fylogenetický systém nematod a použil k tomu SSU rDNA (small subunit ribosomal DNA) sekvence, která

je nejdůležitějším zdrojem molekulární charakteristiky pro zhodnocování vzájemných vztahů mezi taxony organismu (Obr. 2). Tento systém předpokládá 5 hlavních kládů, z nichž dva náležejí do třídy Adenophorea (klád I a II).

Oba obsahují fytoparazitické taxony a klád I navíc obsahuje řády Trichocephalida (*Trichinella* spp. a *Trichuris* spp.) a Mermithida (paraziti hmyzu).

Třídě Secernentea náležejí klády III - V, které ovšem neodpovídají klasickému rozdělení a jsou seskupeny primárně podle trofické ekologie.

Paraziti živočichů řádů Ascaridida, Oxyurida, Spirurida a Rhigonematida tvoří klád III.



Obr. 2 Fylogenetická struktura dle Blaxtera (1998)

Druhé 2 klády zahrnují volně žijící taxony odpovídající v klasické taxonomii podřádům Cephalobina (klád IV) a Rhabditina/Diplogasterina (klád V). Klád V spojuje mnoho čeledí volně žijících rhabditid s parazity živočichů řádu Strongylida.

## Taxonomie hlístic parazitujících u ovcí dle Nollana (2002)

kmen: Nematoda (Potts, 1932)

nadčeleď: TRICHOSTRONGYLOIDEA

čeleď: Trichostrongylidae

rod: *Trichostrongylus* (Loos, 1905)

druh: *Trichostrongylus axei* (Cobbold, 1879)

*Trichostrongylus colubriformis* (Giles, 1892)

*Trichostrongylus vitrinus* (Looss, 1905)

rod: *Haemonchus* (Cobb, 1898)

druh: *Haemonchus contortus* (Rudolphi, 1803)

rod: *Ostertagia* (Ransom, 1907)

druh: *Teladorsagia circumcincta* (Stadelman, 1894)

rod: *Cooperia* (Ransom, 1907)

druh: *Cooperia curticei* (Giles, 1892)

rod: *Nematodirus* (Ransom, 1907)

druh: *Nematodirus battus* (Crofton & Thomas, 1951)

*Nematodirus filicollis* (Rudolphi, 1802)

nadčeleď: STRONGYLOIDEA

čeleď: Oesophagostomidae

rod: *Chabertia* (Railliet & Henry, 1909)

druh: *Chabertia ovina* (Fabricius, 1788)

rod: *Oesophagostomum* (Railliet & Henry, 1913)

druh: *Oesophagostomum venulosum* (Rudolphi, 1809)

čeled': Ancylostomatidae

rod: *Bunostomum* (Railliet, 1902)

druh: *Bunostomum trigonocephalum* (Rudolphi, 1808)

nadčeled': RHABDITOIDEA

čeled': Strongyloididae

rod: *Strongyloides* (Grassi, 1879)

druh: *Strongyloides papillosus* (Wedl, 1856)

nadčeled': TRICHUROIDEA

čeled': Trichuridae

rod: *Trichuris* (Roederer, 1761)

druh: *Trichuris ovis* (Abildgaard, 1795)

*Trichuris globulosa* (Linstow, 1901)

*Trichuris skrjabini* (Baskakov, 1924)

### 3.2. Morfologie a biologie hlístic

Morfologie hlístic je současně s využitím genetické vědy stále nezbytnou součástí jejich identifikace a taxonomie. Tato skupina parazitů je velmi početná a biologicky i morfologicky různorodá, ale i přes to, se vyznačuje společnými charakteristickými znaky (Anderson a kol., 1992).

Tělo je protáhlé, až nitřovité, válcovitého průřezu s kutikulou vylučovanou z hypodermis, která směrem dovnitř vytváří podélné lišty a na povrchu rýhy, boční křídla, trny a papily. Pod kutikulou se nachází podpovrchová svalovina, tvořená podélnými svalovými vlákny (Gibbons, 2002). Podle jejich uspořádání na příčném průřezu jsou hlístice děleny na polymerní, meromyární a holomyární typ. Polymerní typ představuje rod *Ascaris* s mnoha vrstvami svalových buněk, meromyární typ s dvěma, až pěti vrstvami svalových buněk zastupuje rod *Oxyuris* a holomyární typ s velkým počtem svalových buněk, které k sobě těsně přiléhají, tvoří jednu až dvě vrstvy a je typický pro rod *Trichuris* (Gibbons, 2002).

Nervová soustava je u všech hlístic obdobná. Tvoří ji obhltnový prstenec, který má hlavní funkci a podélné anteriorní a posteriorní nervové provazce (Smyth, 1994). Anteriorní nervové provazce tvoří šest nervů a každý z nich je třemi hlavními distálními větvemi spojen s hlavovými senzoryckými orgány (Gibbons, 2002). Bird a Bird (1991) uvážili, že nejvhodnější termín pro senzorycké orgány hlístic představuje sensillum. Posteriorní nervové provazce tvoří dorsální, ventrální, čtyři submediální a jeden, až tři páry laterálních nervů s řetězcovým uspořádáním ganglií v epidermis (Gibbons, 2002).

Bird a Bird (1991) navrhli rozdělení trávicího traktu do třech hlavních částí. První část tvoří stomodeum, které je tvořeno ústním aparátem a jícnem, druhou část tvoří trubicovité střevo a třetí část proctodeum zahrnuje samičí rektum a samčí kloaku. Ústní aparát se zpravidla vyskytuje na předním konci těla. Stavba ústního otvoru, přítomnost a tvar obklopujících pysků, trnů, dalších sklerotizovaných útvarů a papil různého počtu, jsou identifikačními znaky mezi jednotlivými skupinami hlístic (Gibbons, 2002). Ústní otvor a specificky přítomné pysky pokrývá kutikula totožného složení kutikule celého těla (Bird a Bird, 1991). Za ústním aparátem následuje jícnem, který je také jeden z nejdůležitějších



charakteristických rysů morfologie hlístic. Většinou mívá svalnatou a žláznatou část, u některých skupin hlístic je tvořen velkými buňkami stichocyty (Smyth, 1994).

Gibbons (2002) uvádí, že přední část trubicovitého střeva může mít odlišnou výstelku a bývá označovaná jako žaludek (ventriculus). Dále zmiňuje, že ventriculus může, ale i nemusí, být opatřen slepým výběžkem. Typy jícnů slouží k identifikaci hlístic (rhabditoidní, oxyuroidní, strongyloidní, trichuroidní). Gibbons (2002) uvádí, že trávicí soustava hlístic je zakončena nejčastěji v zadní části těla análním otvorem. V místě spojení střeva a rekta se nachází svěrač nebo tkáňová příklopka. Rektum je pokryto kutikulou a ústí do něj tři žlázy, jedna dorsální a dvě subventrální. U samic se rektum otevírá prostřednictvím jednoduchého otvoru zvaného anus. U opačného pohlaví céva chámovodu ústí do rekta a tento vývod je označován jako kloaka (Gibbons, 2002).

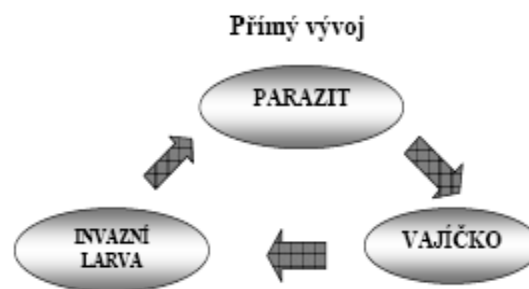
Vylučovací soustava, exkrece a sekrece patří mezi neméně důležité produkty mnoha hlístic. Životní cyklus je tvořen několika vývojovými stádii, která migrují přes tkáň hostitele. Tato stádia uvolňují enzymy, které jim usnadňují tuto cestu. Enzymy štěpí stavební molekuly hostitele, které jinak migraci tkáněmi zamezují (Dubremetz a McKerrow, 1995). Tyto produkty hrají klíčovou roli v invazi parazita, jeho výživě, obranných reakcích proti imunitnímu systému hostitele a mnoha jiných činnostech, které jsou nezbytné pro přežití parazita (Tort a kol., 1999; Thompson a kol., 2002).

Většina hlístic je odděleného pohlaví. Nejčastěji se jedná tedy o gonochoristy s pohlavním dimorfismem. U některých skupin se ale setkáváme s partenogenetickými generacemi nebo s hermafrodity. Hlístice jsou většinou oviparní, vzácně ovoviviparní, kdy se z vajíček již v děloze samičky líhnou larvy prvního stádia (Jurášek a kol., 1993).

Pohlavní soustava samice je tvořena jedním, až dvěma vaječníky válcovitého tvaru. Gibbons (2002) popisuje vaječník jako slepě končící měchýřkovitý váček, který je spojen s trubicovitou dělohou. Dělohu ukončuje vaginální otvor, který na ventrální straně samice vytváří vulvu. Pozice vulvy na těle samice může být kdekoliv a je dalším důležitým identifikačním prvkem pro systematiku hlístic. Rommel a kol. (2000) charakterizovali dělohu trubicovitého tvaru, v níž se formují a dozrávají vajíčka. Za dělohou je uložena svalnatá vagína, která na povrch těla vyúsťuje vulvou.

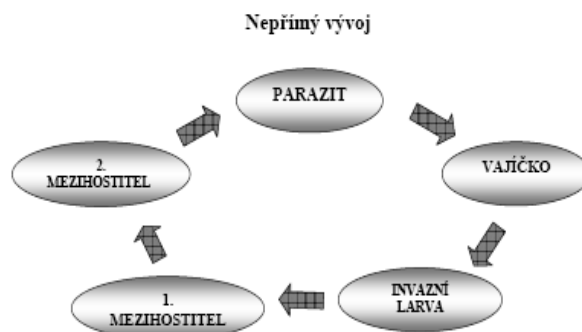
Jíra (1998) popisuje pohlavní soustavu samce jako jedno nepárové varle, velké a malé ejakulární žlázy a kloaku. Konec těla samce většinou tvoří kopulační burza (bursa copulatrix), která usnadňuje kopulaci a přídatné kopulační sklerotizované spikuly, které samec vsunuje do pochvy samice. K ovládání spikul slouží gubernákulum a telamon (Rommel a kol., 2000). Smyth (1994) označuje kopulační burzu jako *caudal alae*, která je tvořena devíti páry genitálních papil.

Hlístice se vyznačují dvěma typy vývojových cyklů a to přímým (geohelmini) a nepřímým (biohelmini). Pro parazity s přímým vývojovým cyklem bez mezihostitele jsou charakteristické ochranné cysty, ztloustlá vajíčka v ochranné schránce a hypobióza larev za nepříznivých podmínek (Levine, 1980). Jurášek a kol. (1993) charakterizovali životní cyklus geohelminů jako přímý vývojový cyklus, jehož část probíhá jednak v hostiteli (endogenní fáze), ve druhé fázi (exogenní) pak v životním prostředí hostitele. V těchto životních cyklech vajíčka nebo larvy vycházejí z těla hostitele s jeho exkrementy. Ve vnějším prostředí se pak vajíčka vyvíjejí, vzniká z nich larva I. stádia. Tyto larvy se dvakrát svlékají, tj. pod starou kutikulou vzniká nová kutikula, přičemž stará kutikula zůstává a tvoří larvu II. stádia. Larva III. stádia má tedy tři kutikuly a stává se infekční. Tato infekční larva přichází do hostitele buď pasívně s potravou, nebo aktivně, kdy proniká pokožkou hostitele a vniká do krevního systému, kterým je zanesena do místa další lokalizace (Obr. 3).



Obr. 3 Schéma výv. cyklu geohelminů dle Kořínkové (2006)

Biohelmini se liší tím, že vývoj larev I. - III. stadia probíhá v mezihostiteli, kterého představují různé druhy bezobratlých živočichů i obratlovců (Obr. 4). Hostitel se zpravidla nakazí pozřením napadeného mezihostitele, u některých hlístic (vlasovci) se infekční larvy vyvíjejí



Obr. 4 Schéma výv. cyklu biohelminů dle Kořínkové (2006)

u různých druhů hmyzu sajících krev (komáři, ovádi, muchničky) a jsou jimi přenášeny při sání krve do těla hostitele (Jurášek a kol., 1993).

### 3.2.1. Morfologie a biologie hlístic čeledi *Trichostrongylidae*

Skupina těchto parazitů se řadí mezi menší a tenké druhy hlístic, jejichž ústní kapsula chybí nebo je jen slabě vyvinuta. Vývoj je přímý bez mezihostitele, hostitel se tedy nakazí přímo pozřením infekční larvy. Do této čeledě patří mnoho druhů patřící do zhruba třiceti rodů parazitujících u domestikovaných zvířat i lidí (Levine, 1980).

Tato čeleď patří mezi geohelmintry a prochází tedy přímým vývojem bez mezihostitele. Rommel a kol (2000) popsali embryonální vývoj začínající dělením zygoty již v děloze samice. Nakladená vajíčka odcházejí z hostitele společně s faeces ve stádiu moruly a obsahují 8 - 16 zárodečných buněk, blastomer. Z vajíček se vyvíjejí 300 $\mu$ m rhabditoidní larvy prvního stádia (L1), které se živí fekálními bakteriemi (Coyne a kol., 1994; Rommel a kol., 2000).

Zhruba den po vylíhnutí dochází k prvnímu svlékání, jehož výsledkem je larva druhého stádia (L2), která se velmi podobá předchozímu stádiu. Po 60 hodinách dohází ke druhému svlékání a vzniká larva třetího stádia (L3), která je pro hostitele infekční. Infekční larvy jsou 674 - 846  $\mu$ m dlouhé a 26 - 30  $\mu$ m široké. Uvnitř těla jsou zřetelné střevní buňky přecházející v úzké rektum. L3 mají filariformní (syn. strongyloidní) typ jícnu a nepřijímají potravu (Coyne a Smith, 1994). Larva je obklopena volnou kutikulou, která je výsledkem druhého svlékání. L3 buď aktivně migrují z faeces nebo jsou z něj pasivně odstraněny na přilehlou vegetaci, po které aktivně migrují horizontálním směrem (Coyne a Smith, 1994), méně často migrují na povrchu půdy nebo přímo v půdě, a přetrvávají bez potravy dny nebo měsíce (Levine, 1980). Vývoj larev se odehrává zejména ve faeces a existuje množství faktorů, které ho ovlivňují, včetně mikroklimatu vegetace, rychlosti degradace faeces a jeho kolonizace mikroorganismy (Niezen a kol., 1998).

Další vývoj probíhá uvnitř hostitele. L3 pozřené společně s vegetací procházejí žaludkem do tenkého střeva, kde se usazují v Lieberkühnových kryptách. Zde se za dva až čtyři dny svlékají do čtvrtého larválního stádia (L4). Dochází k růstu a diferenciaci pohlavních orgánů.

U samců se vyvíjejí spikuly a gubernákulum. Spikuly jsou zpočátku nepigmentované, od 16. dne lehce nažloutlé a 22. den se zbarvují do hněda. Mezi šestým a dvanáctým dnem se vyvíjí preadultní stádium L5 (Kotrlá a kol., 1984; Rommel a kol., 2000).

Douvres (1957) uvádí, že prepatentní perioda *Trichostrongylus colubriformis* u skotu a ovcí je 21 dní, ale její délku může ovlivnit inhibice larev.

### **3.2.1.1. Rod *Trichostrongylus* (Loos, 1905)**

Skupina hlístic parazitujících v gastrointestinálním traktu malých, velkých, volně žijících přežvýkavců, koní, prasat a zajíců. Některé druhy parazitují také u volně žijících ptáků, domácí drůbeže a člověka (Drudge a kol., 1955).

Délka těchto vláskovitých hlístic se pohybuje u samců v rozmezí 2,3 - 6,0  $\mu\text{m}$ , šířka v rozmezí 50 - 60  $\mu\text{m}$ . Kopulační burza samců je tvořena velkými laterálními žebry. Tmavě hnědé spikuly jsou rovné, poměrně silné a dosahují délky 0,13 - 0,18  $\mu\text{m}$ . Gubernákulum je přítomné a měří 52 - 61  $\mu\text{m}$  (Levine, 1980).

Samice bývají 3,2 - 8,0  $\mu\text{m}$  dlouhé a 55 - 70  $\mu\text{m}$  široké. Vulva samic vyúsťuje v zadní polovině těla a je bez kutikulární chlopně. Vajíčka jsou trichostrongylidního typu o velikosti 70 - 90  $\mu\text{m}$  x 35 - 45  $\mu\text{m}$  (Levine, 1980).

Ve slezu ovcí, koz a dalších přežvýkavců se běžně vyskytuje druh *Trichostrongylus axei* (Cobbold, 1871), ojediněle i v tenkém střevě. Ransom (1911) popisuje výskyt druhu *Trichostrongylus colubriformis* (Giles, 1892) v přední části tenkého střeva, částečně ve slezu ovcí, koz, skotu, velbloudů a mnoha divokých přežvýkavců.

Druh *Trichostrongylus vitrinus* (Loos, 1905) se vyskytuje především v duodenu, občasně i ve slezu přežvýkavců (Levine, 1980).

*Trichostrongylus colubriformis* (Giles, 1892) Ransom (1911) parazituje v přední části tenkého střeva, příležitostně ve slezu ovcí, koz, skotu, velbloudů a mnoho divokých přežvýkavců (Levine, 1980), (Obr. 5).

### 3.2.1.2. Rod *Haemonchus* (Coob, 1898)

Paraziti slezu, kteří způsobují onemocnění hovězího dobytka, ovcí, koz a dalších volně žijících přežvýkavců. Přímý vývoj bez mezihostitele, patří mezi geohelmintry (Ghadirian a Arffa, 1973). Vývojový cyklus je již výše popsán u nadřazené čeledě Trichostrongylidae.

Dospělé hlístice se živí krví, kterou vysávají ze žaludečních kapilár. Napadena jsou převážně jehňata a kůzlata, která se nakazí pozřením infekčních larev a jejich obranný systém není zcela dostatečně vyvinut.

Vývoj, kterým prochází, je přímý a z vajíček se líhnou ve vlhké zemi larvy velké 0,3 mm, které jsou velice odolné vůči suchu i zimě a po dvojnásobném svlékání dorůstají velikosti 0,7 mm (vydrží na suchu až 14 dní). Pohlavně zralé hlístice se volně pohybují na sliznici a teprve při sání krve se přichycují (Jurášek a kol, 1993).

Velikost samců druhu *Haemonchus contortus* se pohybuje v rozmezí 10 až 20 mm a u samic 28 - 30 mm. Jsou hnědočerveně zbarvení a v rudimentální ústní kapsle je přítomen jeden kyjovitý zub. Kopulační burza samců je dobře vyvinutá. Má dlouhý laterální lalok a malý asymetrický dorzální lalok. Spikuly jsou krátké, od 0,460 do 0,506 mm, masívní a v distální části někdy až nitkovité (Levine, 1980).

Vulva samic vyúsťuje v zadní pětině těla a často bývá překryta kutikulární chlopní. (Levine, 1980). Whitlock (1958) zaznamenal přítomnost kutikulárních chlopní pouze u několika málo samic *H. contortus* nalezených u ovcí sledovaných v New Yorku.

### 3.2.1.3. Rod *Ostertagia* (Ransom, 1907)

Hlístice parazitující ve slezu skotu, ovcí, koz a volně žijících přežvýkavců (Levine, 1980). Tito geohelminty s přímým vývojem, bez mezihostitele, mají charakteristický vývojový cyklus pro čeleď Trichostrongylidae. Hlava ústní aparát těchto hlístic jsou malé a nevýrazné (Levine, 1980).

Samci dosahují délky 5 až 9 mm a samice 8 až 12 mm. Kopulační burza se skládá ze dvou laterálních a jednoho dorsálního lalůčku. Gubernákulum je přítomné. Spikuly jsou rovné, krátké a měří 0,2 až 0,3 mm a v distální části rozdělené na dvě až tři části (Levine, 1980).

Vulva samic vyúsťuje 1,3 - 1,5 mm od ocasního konce a je překryta kutikulární chlopní. Vajíčka jsou velká 90 - 110 x 30 - 60  $\mu\text{m}$  (Jíra, 1998).

Levine (1980) uvádí, že se ve slezu ovcí vyskytuje druh *Ostertagia ostertagi* (Stiles, 1892, Ransom, 1907). Druh *Ostertagia* (syn. *Teladorsagia*) *circumcincta* (Stadelmann, 1894, Ransom, 1907) parazituje také ve slezu, příležitostně v tenkém střevě přežvýkavců. Druhy *Ostertagia trifurcata* (Ransom, 1907) a *Ostertagia skrjabini* (Kamensky, 1929) se lokalizují ve slezu, příležitostně i v tenkém střevě malých přežvýkavců (Levine, 1980).

#### **3.2.1.4. Rod *Cooperia* (Ransom, 1907)**

Malé hlístice načervenalé barvy parazitující ve sliznici tenkého střeva, výjimečně ve slezu, ovcí, koz, skotu a divokých přežvýkavců (Levine, 1980). Geohelminté, s přímým vývojem, mají rovněž obdobný vývojový cyklus jako nadřazená čeleď Trichostrongylidae (Obr. 5).

Samci měří 4,5 až 5,4 mm a samice 5,7 až 9 mm (Jurášek a kol., 1993). Hlavový konec je u obou pohlaví tenký, s nevýraznými ústy. Spikuly samců jsou silné, krátké a hnědě pigmentované o délce 120, až 150  $\mu\text{m}$ . Gubernákulum se nevyskytuje. Vulva samic je umístěna v zadní části poloviny těla a může být překryta kutikulární chlopní (Levine, 1980).

Nejběžnější druhy tohoto rodu *Cooperia curticei* a *Cooperia oncophora* parazitují v tenkém střevě a příležitostně se objevují ve slezu ovcí a malých přežvýkavců (Levine, 1980).

### 3.2.1.5. Rod *Nematodirus* (Ransom, 1907)

Drobní parazité tenkého střeva ovcí, koz, skotu a mnoha druhů volně žijících přežvýkavců (Levine, 1980). Geohelminté s přímým vývojem a s obdobným vývojovým cyklem čeledě Trichostrongylidae.

Samci dosahují délky 10 - 15 mm, samice 15 - 23 mm. Ústní otvor je malý a tegument, který je kolem něho rozšířený, vytváří vezikulu. Jurášek a kol. (1993) popisují nitkovité spikuly samců dlouhé 0,7 - 1,21  $\mu\text{m}$  a vzájemně spojené membránou. Gubernákulum chybí (Levine, 1980). Základním rozpoznávacím znakem mezi jednotlivými rody jsou spikuly, které výrazně přesahují pářící plachetku (Jurášek a kol., 1993).

Vulva samic ústí v zadní třetině těla a může být pokryta kutikulární chlopní. Elipsovité vajíčka jsou nápadně velká a dosahují velikosti v rozmezí 140 - 230  $\mu\text{m}$  x 70 - 130  $\mu\text{m}$  (Jurášek a kol., 1993).

Nejčastěji bývají u ovcí diagnostikovány druhy *Nematodirus battus* (Crofton a Thomas, 1951), *Nematodirus filicolis* (Rudolphi, 1802) dále *Nematodirus helvetianus* (May, 1920) a *Nematodirus spathiger* (Railliet, 1896; Railliet a Henry, 1909) vyskytující se v tenkém střevě ovcí, koz, skotu a dromedárů (Levine, 1980). Becklund a Walker (1967) popsali přítomnost tohoto rodu u 80 - 90 % u ovcí sledovaných v Americe.

### 3.2.2. Morfologie a biologie hlístic čeledi Oesophagostomidae

Tato čeleď je charakterizována bílými silnými hlísticemi s krátkou cylindrickou nebo prstencovitou ústní kapsulou. Krátké dorzální žlábký nedosahují ani k přednímu okraji ústní kapsuly, která je ohraničená věncem malých kutikulárních lístkovitých útvarů. Hlístice se řadí způsobem svého vývoje mezi geohelmintry tj. mezi helminty, kteří určitou část svého vývoje prodělávají ve vnějším prostředí, bez závislosti na hostiteli. Endogenní vývoj zahrnuje parazitickou část života hlístice v těle hostitele.

Pohlavně dospělé hlístice jsou lokalizovány v lumenu tlustého a slepého střeva. Zde dochází k páření samic a samců. Vajíčka opouští hostitele ve výkalech a po příslušné době se

z těchto vajíček líhne larva I. stádia (L1). Za příznivých podmínek vnějšího prostředí dochází k prvnímu svlékání kutikuly a vzniká tak larva II. stádia (L2). Po určité době dochází opět k svlékání kutikuly i u larvy L2 a vzniká tak infekční larvální stádium (L3). Touto infekční larvou 3. stádia se per orálně nakazí hostitel. Larva vniká do sliznice tlustého střeva (larvální stádium L4) a způsobuje tak typické uzlíčky. Odtud se po uplynutí určité časové doby larvy vracejí do lumenu střeva a zde dospívají (Jurášek a kol., 1993).

### **3.2.2.1. Rod *Chabertia* (Railliet, 1909)**

Rod těchto endoparazitů se vyskytuje v tenkém, slepém a příležitostně v tlustém střevě velbloudů, skotu, kamzíků, vysoké zvěře, gazel, ovcí a koz. Lze ho snadno rozpoznat podle velké ústní kapsuly široce otevřené ve směru antero - ventrálním (Jurášek a kol., 1993). Jedná se o geohelminty s vývojovým cyklem popsaným u nadřazené čeledi Oesophagostomidae.

Dospělí samci druhu *Chabertia ovina* mají délku 13 - 14 mm a jejich kopulační burza je dobře vyvinuta se spikuly dlouhými 1,3 - 1,7 mm. Gubernákulum je přítomné.

Dospělé samice dorůstají délky 17 - 20 mm a jejich vulva vyúsťuje asi 0,4 mm od zadního konce těla. Vajíčka široce oválného tvaru dosahují velikosti 90 - 105 x 50 - 55  $\mu\text{m}$ . Přední konec těla se rozšiřuje a je mírně ventrálně zahnutý, což způsobuje velká zvonovitá ústní kapsula. Otvor kapsuly je ohraničen dvojitým věncem malých kutikulárních lístků. Obě pohlaví mají bílou barvu (Jurášek a kol., 1993).

Samice kladou vajíčka ve fázi šestnácti blastomer, ale ve výkalech jsou diagnostikovány nejčastěji ve fázi moruly (Crofton, 1963).

### **3.2.2.2. Rod *Oesophagostomum* (Railliet, 1913)**

Geohelminty s identickým vývojovým cyklem nadřazené čeledě. Zástupci tohoto rodu, známí jako nodulární hlístice, jsou běžní parazité tlustého střeva prasat, přežvýkavců, primátů a hlodavců (Lichtenfels, 1980).



Dospělci dosahují velikosti 10 - 20 mm. Pohlaví lze rozlišit pomocí tvaru konce ocasu. Samci mají silnější krátký ocas a samice pozvolna se zužující a dlouhý. Larva čtvrtého stádia migruje z tenkého do tlustého střeva, kde se svléká a vyvíjí v dospělé. Finální svlékání probíhá 2 týdny po infekci hostitele, ale samičky začínají produkovat vajíčka až po měsíci. Po této době je možné diagnostikovat vajíčka ve faeces hostitele (Anderson, 1992).

Kopulační burza samců je dobře vyvinutá se dvěma křídlatými spikulami. Vajíčka jsou strongyloidního typu, s tenkými obaly, dosahují velikosti 73 - 89  $\mu\text{m}$  x 34 - 45  $\mu\text{m}$  (Jurášek a kol., 1993).

Druh *Oesophagostomum venulosum* parazituje převážně ve slepém střevě ovcí, koz, srnčí zvěře a velbloudů a podle některých autorů nevyvolává, na rozdíl od ostatních druhů tohoto rodu, tvorbu nodulů (Jurášek a kol., 1993). Je hojně rozšířen v mírném pásu a středozemní oblasti (Van Wyk, 2004).

### 3.2.3. Morfologie a biologie hlístic čeledi Ancylostomatidae

Zástupci této čeledě jsou charakterizováni jako hlístice šedobílé až červené barvy s charakteristickou ústní kapsulou se zuby (Smyth, 1994).

Tato čeleď patří do skupiny geohelmintů, vajíčka se tedy rýhují v půdě a k nákaze dochází požitím nebo proniknutím infekční larvy L3 přes kůži. Larvy putují cévním systémem, kde se svlékají do larvy čtvrtého stádia L4. Pokračují přes mízní uzliny, srdeční komoru a malým krevním oběhem se dostávají do průdušek, z nichž jsou vykašlány a následně polknuty. Hltanem postupují do trávicí soustavy, konkrétně do tenkého střeva, kde dospívají do stádia L5. U těchto hlístic je možná i kongenitální nákaza tj. přenos placentou z matky na plod. Dospělé hlístice parazitují v tenkém střevě, kde napadají sliznici a živí se krví a tkání hostitele. Samice produkuje denně až 20 000 vajíček, která jsou vyloučena společně s faeces z těla ven (Smyth, 1994).

### 3.2.3.1. Rod *Bunostomum* (Railliet, 1902)

Samci dorůstají velikosti 12 - 17 mm a jejich kopulační burza je dobře vyvinutá s asymetrickým dorzálním lalokem. Spikuly mají tenké a dlouhé 0,6 - 0,64 mm. Gubernákulum chybí (Jurášek a kol., 1993).

Samice dosahují délky 19 - 26 mm. Vulva samic vyústuje před střední částí těla a produkovaná vajíčka jsou oválného tvaru (Jírovec, 1948).

Druh *Bunostomum trigonocephalum* (Rudolphi, 1808) se vyskytuje v tenkém střevě malých přežvýkavců (Jurášek a kol., 1993).

### 3.2.4. Morfologie a biologie hlístic čeledi Strongyloididae

Tato čeleď je zástupcem hlístic, jenž jsou poměrně často diagnostikována na různých místech Evropy především u savců, ptáků a obojživelníků. U přežvýkavců nejčastěji parazituje druh *S. papillosus* (Smyth, 1994). Velikost dospělců se pohybuje v rozmezí 4,5 - 6,3 mm (Jurášek a kol., 1993).

Dawkins a kol. (1983) popsali samice těchto parazitů jako hlístice zanořené do sliznice tenkého střeva. Grove a kol. (1987) upřesňují, že dospělé samice ve střevní sliznici putují a zanechávají chodbičky s nakladenými vajíčky. Vajíčka zjištěná v čerstvých faeces obsahují pohyblivou larvu, která velmi rychle vajíčko opouští, velikostně se pohybuje v rozmezí 45 - 54  $\mu\text{m}$  x 25 - 33  $\mu\text{m}$  (Jurášek a kol., 1993).

Vajíčka ovulované parazitickými samicemi jsou partenogenetické a s jedním kompletním chromozómem (1n) se za několik hodin líhnou rhabditoidní larvy L<sub>1</sub>, které se opakovaně svlékají a vzniká infekční larva L<sub>3</sub>. Z vajíček s vyšším počtem chromozómů (2n, 3n) se líhnou larvy, ze kterých se vyvinou volně žijící samci a samice. Ve vhodném prostředí larvy vertikálně migrují na stěny stáje a následně penetrují přes kůži nebo jsou přijaty perorálně. V organismu migrují přes krev do průdušek, po vykašlání a následném polknutí se z nich vyvinou v trávicím traktu pohlavně zralé samice (Jíra, 1998).

### 3.2.4.1. Rod *Strongyloides* (Grassi, 1879)

Pro rod *Strongyloides spp.* je charakteristický výskyt jak parazitické, tak volně žijící generace. Parazitický druh *Strongyloides papillosus* se vyskytuje v tenkém střevě ovcí (Jurášek a kol., 1993)

Parazitická samice je 2 mm dlouhá se slepě zakončenou ocasní částí a obvykle se koncentruje v proximální části tenkého střeva. Charakteristický je typ jícnu, který je filariformní a prodloužený až do třetiny těla (Speare, 1989).

### 3.2.5. Morfologie a biologie hlístic čeledi Trichuridae

Podle Skrjabina a kol. (1957) patří 60 až 70 druhů rodu *Trichuris* mezi nejčastější a nejrozšířenější parazitické hlístice bičovitého tvaru v tlustém a slepém střevě savců.

Jedná se o vývojovou skupinu geohelmintů s přímým vývojem. Stádium L1 dospívá do infekčního stádia L3 za příznivých podmínek během 1 - 2 měsíců. Po pozření hostitelem dojde v trávicím traktu k penetraci mukózy, kde se larvy čtyřikrát svlékají. Přední vlasovitý konec těla je zanořen do epitelu a kaudální se volně pohybuje v lumenu střeva (Jurášek a kol., 1993). Jíra (1998) odhaduje délku života dospělců na šest let.

### 3.2.5.1. Rod *Trichuris* (Roederer, 1761)

Ve slepém a tlustém střevě ovcí, koz a skotu se vyskytují tři druhy - *Trichuris ovis*, *Trichuris globulosa* a *Trichuris skrjabini*. Hlístice dorůstají velikosti 35 - 80 mm (Jurášek a kol., 1993). Přední část těla (2/3) je tenká, až nitkovitá a touto částí je hlístice zavrtána do epitelu mukózy střevní stěny hostitele a zadní část, která je tlustá a válcovitá je volně v lumenu střeva (Jurášek a kol., 1993). Ústní otvor není ohraničen pysky a jícnová část zaujímá až dvě třetiny těla dospělého (Smyth, 1994).

Na silném zadním konci těla samců je spikula chráněná vysouvatelnou pochvou pokrytou trny. Délka spikuly, tvar pochvy spikul a umístění trnů je diferenciativně diagnostickým znakem druhů tohoto rodu (Jurášek a kol., 1993).

Samice se vyznačují silnějším koncem těla, který je mírně zahnutý a vulvou vyústující na přechodu nitkovité a válcovité části těla (Grove, 1990).

Vajíčka mají citrónkovitý tvar s prominujícími zátkami na obou pólech. Zárodečná buňka je chráněna silnými tmavě hnědými obaly. Vajíčka trichuridů parazitujících v trávicím traktu zvířat jsou velká 60 - 80 x 30 - 42  $\mu\text{m}$  (Jurášek a kol., 1993).

Druh *Trichuris ovis* (Abildgard, 1795) je běžný, kosmopolitně rozšířený parazit slepého a tlustého střeva ovcí, skotu, velbloudů, srn, žiraf, antilop a dikobrazů (Skrjabin a kol., 1957). Puhkov (1939) udává prepatentní periodu v délce 46 až 52 dní.

*Trichuris skrjabini* (Baskakov, 1924) je parazit slepého a tlustého střeva velbloudů, ovcí, koz, skotu, vysoké zvěře a kozorožců (Skrjabin a kol., 1957). Deo (1960) udává prepatentní periodu 85 až 135 dní.

Tělo samce *Trichuris globulosa* (Linstow, 1901) je dlouhé 58,0 - 72,0 mm a 0,68 - 0,86 mm široké. Samice dorůstá délky 60,0 - 78,0 mm a šířky 0,63 - 1,0 mm (Jurášek a kol., 1993).

### 3.3. Lokalizace a patobiologie gastrointestinálních hlístic

Gastrointestinální trakt domestikovaných přežvýkavců osidluje mnoho rodů a druhů patogenních hlístic, které jsou specificky lokalizovány. Základní lokalizace hlístic tvoří několik částí gastrointestinálního traktu (Holmes, 1993). Podle Holmse (1993) se ve slezu ovcí nejčastěji vyskytují rody *Haemonchus* a *Ostertagia*. V tenkém střevě rody *Trichostrongylus*, *Cooperia*, *Bunostomum* a v tlustém střevě rody *Oesophagostomum* a *Chabertia*.

Vlassoff a kol. (1994) popsali lokalizaci jednotlivých druhů v částech trávicího traktu u ovcí sledovaných na Novém Zélandě následovně. Abomasum je osazováno druhy *Haemonchus contortus*, *Teladorsagia circumcincta*, *Teladorsagia trifurcata*, *Ostertagia pineta*, *Ostertagia crimensis*, *Ostertagia ostertagi*, *Trichostrongylus axei*.

Tenké střevo druhy *Bunostomum trigonocephalum*, *Capillaria bovis*, *Cooperia curticei*, *Cooperia mcmaster*, *Cooperia oncophora*, *Cooperia punctata*, *Nematodirus abnormalis*,

*Nematodirus filicollis*, *Nematodirus furcatus*, *Nematodirus helveticus*, *Nematodirus spathiger*, *Strongyloides papillosus*, *Trichostrongylus capricola*, *Trichostrongylus colubriformis*, *Trichostrongylus vitrinus*.

Tlusté střevo druhy *Chabertia ovina*, *Trichuris ovis*, *Oesophagostomum columbianum*, *Oesophagostomum venulosum*.

Nejvyšších počtů hlístic lokalizovaných ve slezu malých přežvýkavců dosahují druhy *Haemonchus contortus*, *Teladorsagia circumcincta* a *Trichostrongylus axei* (Thomas a kol., 2007). Thomas a kol., (2007) ve svých experimentech udávají specifickou míru prevalence 81,1 % pro *Haemonchus* spp., 47,2 % pro *Trichostrongylus axei*, a 19,4 % pro *Teladorsagia* spp. u ovcí chovaných v Etiopii.

Rod *Haemonchus* je patogenní již ve čtvrtém larválním stádiu a jako dospělci, kteří sají krev. Průměrná ztráta krve se odhaduje na 0,05 ml na parazita a den. Při silné intenzitě nákazy se kromě anémie zjišťuje výrazná abomazitida. Sekundárně vznikají poruchy kostní dřeně, parenchymatozních orgánů a žláz s vnitřní sekrecí. Zvířata ve vnímavém věku mohou hromadně hynout. Chronická haemonchóza se projevuje anémií a výraznými změnami v počtu erytrocytů (Jurášek a kol., 1993).

Rod *Ostertagia* způsobuje změny v gastrointestinální funkci, proteinovém, energetickém a minerálním metabolismu hostitelů (Fox, 1993). Taylor a kol. (1989) ve svých studiích uvádějí 20 % ztrátu hmotnosti při napadení rodem *Ostertagia*. Onemocnění se vyznačuje vodnatými průjmy, anémií a hypoproteinémií, která se projevuje klinickými edémy (Jurášek a kol., 1983).

Tenké střevo ovcí je charakteristickou částí trávicího traktu pro výskyt mnoha druhů hlístic. V duodenu jsou nejčastěji lokalizovány druhy *Trichostrongylus colubriformis*, *Trichostrongylus vitrinus*, *Nematodirus battus*, *Nematodirus filicollis*, *Strongyloides papillosus*. V prostřední části (jejunum) a koncové části (ileum) tenkého střeva se lokalizují druhy *Bunostomum trigonocephalum*, *Cooperia curticei*, *Nematodirus battus*, *Nematodirus filicollis*, *Trichostrongylus colubriformis*, *Trichostrongylus vitrinus* a *Strongyloides papillosus* (Levine, 1980).

Infikované larvy rodu *Trichostrongylus* se usazují v Lieberkühnových kryptách tenkého střeva a pronikají mezi epitelové žlázy mukózy, kde vytvářejí tunely pod epitelem nad lamina propria. Při uvolňování mladých hlístic vznikají edémy, hemoragie a poškozením epitelu se snižuje absorpční plocha (Levine, 1980). Douvres (1957) orálně infikoval telata druhem *Trichostrongylus colubriformis* a sledoval jejich proměnlivý vývoj. Mnoho hlístic bylo nalezeno v proplachu tenkých střev a jen malé množství v tlustém střevě.

Rod *Nematodirus* patří mezi hlístice, které mohou proniknout do střevní sliznice, kde dráždí klky tenkého střeva a jsou schopné vyvolat rozsáhlou atrofii lumenu. Napadení se projevuje anorexií, průjmy a následnou dehydratací (Jurášek a kol., 1993).

Způsobují anémii a změny krevního obrazu, hydrémii a edémy. Mladá zvířata hubnou, zaostávají ve vývinu, mají průjmy, při kterých je trus vodnatý s příměsí krve. U starších zvířat probíhá bunostomóza subklinicky (Jurášek a kol., 1993).

Parazitické larvy rodu *Strongyloides* mohou vstupovat přes kůži, v níž vyvolávají dermatitidu, dále způsobují pneumonii a poruchy trávení. Druh *Strongyloides papillosus* parazituje v tenkém střevě, nejčastěji velmi mladých zvířat a po překonání nákazy jsou tato zvířata již imunní. Diagnóza je založena na přetrvávajících žlutavých průjmech s velkým množstvím typických vajíček, až 50 000 na 1g faeces. Pitvy experimentálně nakažených zvířat dokázaly zánět, atrofii klků a zvýšený počet lymfocytů v lamina propria a v proximální části tenkého střeva (Duncan, 1958).

Patologie rodu *Cooperia* je způsobena larvami, které vytvářejí uzlíky ve stěně tenkého střeva, někdy i ve slezu. Tyto uzlíky se mohou přeměnit na vředy, jež způsobují časté průjmy a postupnou ztrátu hmotnosti (Jurášek a kol., 1993). Dimander (2003) uvádí, že infekce tímto rodem způsobují těžké infekce ve formě klinické gastroenteritidy, která je charakterizovaná průjmy, inapetencí a ztrátou tělesné hmotnosti.

Pohlavně dospělé hlístice jsou lokalizovány v lumenu tlustého a tenkého střeva. Zde dochází k páření samic a samců a vajíčka opouští hostitele ve výkalech. V části tlustého střeva jsou četně lokalizovány druhy *Chabertia ovina* a *Trichuris ovis* (Jurášek a kol., 1993). Gordon a Graham (1933) a Ross a Kauzal (1933) popisují, že se dospělci *Chabertia ovina* živí

pravděpodobně také krví hostitele. Threlkeld (1948) infikoval larvami několik jehňat a výsledky zachycoval v intervalech. Za 90 hodin našel aktivní larvy na stěně tlustého střeva. Za 96 hodin našel larvy v lumenu střeva. Za 6 dní se larvy vyvinuly do čtvrtého stádia L4. Za 23 dní došlo k finálnímu svlékání a 25. den dosáhly všechny hlístice subadultního stádia.

Podle Threlkelda (1948) je nejvyšší aktivita *Chabertia ovina* od 25. dne do dosažení dospělosti a způsobuje průjem s výskytem krvavého hlenu. Podle Wetzela (1931) se dospělí jedinci připevňují pomocí ústní kapsuly ke stěně tlustého a slepého střeva, přičemž dochází ke vtáhnutí části mukózy do kapsuly a k jejímu natrávení pomocí oesophageálních žláz před samotným průchodem do jícnu. V místě přichycení hlístice se zvyšuje aktivita pohárkových buněk a nastává infiltrace lymfocytů a eozinofilů. Stěna kolonu je edematózní, překrvená s početnými hemoragiemi v místě přichycení chabertií. Napadené ovce hubnou a je u nich diagnostikována hypoalbuminémie (Jurášek a kol., 1993).

Podle Skrjabina a kol. (1957) patří 60 až 70 druhů rodu *Trichuris* mezi nejčastější a nejrozšířenější parazitické hlístice v tlustém a slepém střevě savců. Vajíčka rodu *Trichuris* jsou kladena v tenkém střevě hostitele a larvy rychle migrují do tlustého a slepého střeva, kde se zavrtávají do epitelu mukózy a prodělávají vývoj. Leuckart (1875) jako první infikoval ovce, když jim podal infikovaná vajíčka *Trichuris ovis* a o 16 dní později našel v jejich slepých střevech mnoho nedospělých hlístic. Dospělci jsou přední vlasovitou částí těla zanořeny do epitelu a kaudální část těla se volně pohybuje v lumenu střeva (Jurášek a kol., 1993). Deo (1960) podával vajíčka jehňatům a kůzlatům a odebíral zpět z jejich slepého střeva hlístice v různých časových odstupech.

Sapozhnikov (1969) se zabýval studiem *Skrjabinema ovis* u ovcí a popsal dvě svlékání uvnitř vajíčka. Samice se přesouvaly z tlustého střeva hostitele, aby nakladly vajíčka do perianální oblasti. Hlístice dospívaly 24 dní po infikaci. Schad (1957) také odebíral dospělé samice druhu *Skrjabinema ovis* (Skrjabin, 1915) z oblasti rekta infikovaných hostitelů. Našel vajíčka v oblasti perianální kožní řasy u koz a potvrdil, že samice migrují do tohoto místa během noci. In vitro experimenty indikují, že ke kladení vajíček dochází pravděpodobně v tenkém střevě hostitele, protože se ukázalo, že trávicí a intestinální tekutiny jsou nezbytné pro úspěšný průchod zažívacím traktem a líhnutí. Většina hlístic dospěla za 25 dní (Jurášek a kol., 1993).

Dash (1973) zjistil dvě histotropické fáze během infekce rodu *Oesophagostomum* u jehňat. Během první infekce se larvy třetího stádia opouzdřily, většinou v přední části stěny tenkého střeva. 3. svlékání proběhlo 5 a 10 dní po infikaci. Potom se larvy vrátily do lumenu tenkého střeva a došlo k migraci do tlustého střeva. Několik larev dospělo do finálního stádia před druhou infikací. Některé zůstaly hypobiované v první histotropické fázi ve stěně tenkého střeva a zbytek v druhé histotropické fázi v tlustém střevě. Pohlavně dospělé hlístice jsou lokalizovány v lumenu colonu a caeka. Zde dochází k páření samic a samců.

Goldberg (1951) infikoval L3 larvami 10 jehňat a kozu. Již po 48 hodinách pozoroval v mukóze caeka a colonu početné hemoragie a každá takto poničená plocha byla vyvýšená nad okolní tkání. Tři dny po infikaci našel L3 stádia stočená a zapouzdřená (905  $\mu\text{m}$  délka) v mukóze tenkého střeva. Čtvrtý den po infekci byla většina larev nalezena v lumenu střeva v blízkosti mukózy. Spindler (1933) našel larvy třetího larválního stádia po 48 hodinách od umělé infekce. Malý počet L3 zjistil volně v lumenu tlustého střeva. Deset dní po infekci provedl další pitvu tlustého střeva a popsal uzlíčky o průměru 5 mm, které vyčnívaly 2 mm nad povrch mukózy. V těchto uzlíčcích byly cysty, v nichž se volně pohybovaly larvy pozdního 3. stádia. Goldberg (1951) uvádí, že po dosažení čtvrtého larválního stádia se hlístice dostávají do lumenu střeva a ztrácejí kutikulu třetího vývojového stádia. Pět dní po infekci migruje většina larev (95 %) do slepého a tlustého střeva a to do jeho přední části. Průměrně 98 % larev je ve fázi L4.

### 3.3.1. Interakce mezi parazitickými GI hlísticemi a výživou hostitele

Nutriční stav hostitele může mít vliv na patogenezi parazitických infekcí a obecně je uznáváno, že dobře živená zvířata odolávají parazitickému zatížení mnohem lépe, než zvířata krmená méně adekvátním krmivem (Whitlock, 1949; Gibson, 1963).

Strava zvířat nemusí mít pouze vliv na rezistenci hostitele a primární infekce nebo reinfekce, ale může také zefektivnit zdatnost hostitele k odolnosti patofyziologické infekce (Holmes, 1993). Tělo hlístic je pokryto kutikulou, která má důležitou roli ve fyziologii hostitelů, ale malý nebo žádný význam v absorpci živin (Lee, 2002).



Holmes (1993) provedl řadu extenzivních experimentů a uvádí, že všechny infekce byly provázeny značnou ztrátou proteinu v GI traktu hostitele. Proteiny představuje krevní plasma, erytrocyty, dlaždicové epiteliální buňky a střevní hlen. Parkins a Holmes (1989) pomocí radioizotopové analýzy a stanovovali přesné množství ztrát krevních proteinů v GI traktu, které frekvenčně zaznamenávali. Holmes (1993) studoval ovce infikované druhem *Haemonchus contortus*, běžně lokalizovaným ve slezu přežvýkavců a zjistil, že chybějící krevní proteiny ze slezu proudí do duodena a všechny byly absorbovány v ileu (Rowe a kol., 1982). U ovcí infikovaných druhem *Trichostrongylus colubriformis*, lokalizovaným v tenkém střevě, byla popsána poloviční ztráta proteinů a druhá polovina byla reabsorbována (Poppi a kol., 1981).

Parkins a kol. (1973) pozorovali infikované ovce druhem *Teladorsagia circumcincta* a zjistili také negativní proteinovou bilanci. Steel (1978) ve své práci uvádí, že konkurenční infekce druhami *Teladorsagia circumcincta* a *Trichostrongylus colubriformis* může být příčinou neúplné reabsorpce proteinů ve slezu a celková absorpce proteinů je mnohem vyšší, než při monoinfekci. Coop a kol. (1988) objevili pouze okrajové efekty kombinací druhů *Teladorsagia circumcincta* a *Trichostrongylus colubriformis* a to pokles intenzity růstu jehňat. Produkce vlny byla zeslabená ve větší míře, než při parazitární infekci pouze jedním druhem hlístic (Coop a kol., 1988). Bown a kol. (1984) zkoumal efekty infekcí, způsobených více druhy hlístic u ovcí v abomasu, duodenu a distální části ilea. Uvádí, že u ovcí se vyskytovala trvalá inapetence spojená se ztrátami proteinů v krevní plasmě.

Rowe a kol. (1988) použili infikované ovce druhem *H. contortus* a bylo prokázáno, že krevní proteiny nalezené ve slezu ovcí byly parazity přeměněny na amoniak. Metabolismus amoniaku v játrech má za následek vyšší syntézu močoviny. Proto přítomnost GI hlístic zvyšuje nenávratnou ztrátu aminokyselin ve střevě a zvyšuje potřebu těchto proteinů u ovcí (Holmes, 1993). Poppi a kol. (1986) popsali abomasální parazitickou infekci zvýšeným trávením a absorpcí objevenou v tenkém střevě. Nicméně tento jev může být prevencí v případě běžné infekce s mnoha druhy hlístic ovlivňující slez i střevo, kdy patologické efekty jsou podstatně zhoršené s porovnáním s monoinfekcí (Parkins a kol., 1990). Částečně může být také doprovázen redukcí absorpce krevních a ostatních proteinů (Holmes, 1993). Rozhodně v takovýchto případech jsou ztráty aminokyselin prostřednictvím faeces vysoké.

Celková retence aminokyselin je tedy značně redukována (Holmes, 1993). Symons (1985) své studie uzavírá tím, že následkem těchto redukcí nastává u ovcí inapetence, neboli omezená chuť přijímání potravy, zvýšení metabolismu proteinů v gastrointestinálním traktu a vyloučení aminokyselin ze svalů a kůže do jater. Gastrointestinální trakt tímto snižuje schopnost správného růstu a produkci mléka a vlny u ovcí.

Parkins a Holmes (1989) uvádějí, že infekce více druhů parazitických gastrointestinálních hlístic zasahují do metabolismu minerálních látek hostitele. Reveron a kol. (1974) ve své práci demonstrovali, že mineralizace a růst kostí jsou značně zhoršeny při infekci hlísticemi druhu *Trichostrongylus colubriformis*. Sykes a kol. (1979) rozšířili toto tvrzení o druhy *Trichostrongylus vitrinus* a *Teladorsagia circumcincta* a potvrdili ho experimentem, při kterém byla jehňata infikovaná soustavnými dávkami hlísticemi druhu *Teladorsagia circumcincta* a v porovnání s neinfikovanými jehňaty se minerály kostí (vápník a fosfor) ukládali z pouhých 35 %. Sykes a kol. (1976) uvádějí, že u jehňat infikovaných parazitickým druhem *Trichostrongylus colubriformis* docházelo k téměř úplnému potlačení skeletního růstu a mineralizace kostí.

### 3.3.2. Mezidruhové interakce GI hlístic

Bottomley a kol. (2006) uvádějí, že mezidruhové konkurence hlístic jsou předpokladem interakcí, prostřednictvím nichž paraziti navozují smrt hostitele. Ve svém experimentu pozorovali konkurenční chování na úrovni průkaznosti parazitů uvnitř hostitele a času produktivity vajíček dospělými samicemi hlístic. Ačkoli celkový význam mezidruhových interakcí ve formování populace hlístic není stále zcela objasněn (Kennedy, 1975), pravděpodobně využítí obojí konkurence, kdy jedinci působí negativně nepřímo prostřednictvím omezujícího zdroje na ostatní jedince a interferenční konkurence, kdy jedinci mají přímý negativní efekt na ostatní jedince, má největší význam v utváření struktur (Roberts, 2000).

Benke a kol. (2001) rozdělili mezidruhové interakce na antagonistické a synergické. Interakce jsou způsobeny prostřednictvím hustoty osazení dospělých hlístic, larválních stádií vlastních homologních druhů nebo jiných heterologních druhů (Bottomley a kol., 2006).

Tyto interakce mohou vznikat z důvodu přímých efektů, tj. využitím konkurence nebo mohou být imunologicky zprostředkovány. Bottomley a kol. (2006) se ve své práci soustředili na vzájemné synergické a vzájemné antagonistické vztahy. Antagonistické vztahy označili takové, ve kterých paraziti každého druhu redukuje vývoj konkurenčních parazitů jiného druhu. Tyto interakce tedy vyvolávají ochranu hostitele heterologickou infekcí.

Vzájemné synergické interakce jsou definovány jako interakce, ve kterých paraziti každého druhu zvýší rozvoj za účelem potlačení jiných druhů. Tyto interakce vyplývají ze zvýšení citlivosti náchylnosti k heterologním infekcím.

Simberloff (1990) představil čtyři možné konkurenční mechanismy uvnitř hostitele. První mechanismus konkurence v oblasti využití prostoru, druhý mechanismus představuje konkurenci ve využití živin. Třetím mechanismem je lokální zánět trávicího ústrojí a čtvrtým mechanismem konkurence v oblasti vzájemného působení specifické imunitní reakce. Jestliže parazitární infekce zvyšuje mortalitu hostitele, potom využití konkurence jako hostitelově vlastní se stává limitujícím faktorem (Bottomley a kol., 2006). Každý z těchto výše uvedených mechanismů během hostitelské konkurence může působit na jeden, či více parametrů ve vývojovém cyklu parazita. Parametry, které mohou být ovlivněny během konkurence, představují četnost výskytu dospělých hlístic a poměr vajíček produkovaných parazity (Bottomley a kol., 2006). Dobson (1985); Roberts a kol. (1995); Gatto a kol. (1998); Pugliese (2000) pomocí matematického modelování konkurence mezi druhy hlístic se středem zájmu o paraziticky vyvolanou smrt hostitele došli k závěru, že efekty konkurence hlístic na vývojové změny parametrů vzájemně mezi sebou, nebyly dostatečně prozkoumány.

### **3.4. Imunoparazitologie**

Imunobiologie parazitů je v dnešní době majoritní okruh v celém studiu parazitologie. Nejedná se pouze o vysvětlení interakcí mezi parazitem a hostitelem, ale zabývá se také vlastní imunologií hlístic.

Imunita a imunitní odpověď tvoří nejefektivnější formu obrany ihned, jakmile se patogen dostává do organismu. Tato reakce hostitele je však jen pomocný obranný manévr, který je parazitem přemožen. Hostitel vytváří mnoho strukturálních, biochemických a fyziologických

charakteristických bariér, již v raných stádiích infekce. Tímto napomáhá k vytvoření přirozené rezistence, která má význam před mnoha parazity, se kterými se dostane hostitel do kontaktu (Wakelin, 1978).

Jedná se o obranné mechanismy, pomocí nichž organismus omezuje, zneškodňuje a odstraňuje parazity. Z hlediska imunobiologie je reaktivita parazita charakterizována třemi vlastnostmi a to napadením, tj. schopností parazitů vniknout do hostitele, patogenitou a schopností úniku z imunitní reakce hostitele.

Chronický průběh parazitóz a dlouhodobé přežívání parazitů v hostitelově organismu souvisí s aktivními mechanismy, pomocí nichž parazit uniká z dosahu efektivních imunitních reakcí (Jurášek a kol., 1993).

Rychlost, kterou se imunita vyvíjí, závisí na počtu per orálně přijatých larev (Dobson a kol., 1990). Variabilita rychlosti je dána druhově, kdy například rod *Trichostrongylus* podmiňuje imunitu velice rapidně, na rozdíl od rodu *Haemonchus* (McClure, 2000). Obranný systém zvířat je postupně získáván následujícími schopnostmi imunitního systému. První schopností obrany je odmítnutí a nepřipuštění trichostrongylidních larev už po pěti až sedmi týdnech. Druhou schopností je po 10 - 12 týdnu potlačení plodnosti hlístic. Třetí schopnost představuje vypuzování dospělých hlístic po 16 - 20 týdnu. Mladá jehňata obvykle ze sebe nevyloučí prvotní infekci, dokonce se jejich imunitní systém musí znovu učit rozpoznávat larvální stádia (Emery, 1996).

Ovce, které mají již vyvinutou zcela funkční imunitu proti druhům hlístic, může rapidně potlačovat početní stav rodu *Haemonchus* L3 během 30 minut (Jackson a kol., 1988) a eliminovat rod *Trichostrongylus* z celých 15 metrů tenkého střeva během dvou hodin (Wagland a kol., 1996).

Nejvýznamnější je imunitní odpověď těch elementů, které překonávají v organismu hostitele migrační fázi. Touto fází je zabezpečen úzký kontakt larválních stádií s tkání hostitele. Antigenní stimulace hostitele a imunitní odpověď je nevýrazná u druhů s vývojovým cyklem přímo ve střevě. Presentaci antigenů v hostitelském organismu zabezpečují lymfocyty T a makrofágy, přičemž se aktivuje a uvolňuje velké množství

lymfokinů. Nejdůležitějšími projevy imunity při napadení hlísticemi jsou zvýšené počty eozinofilů, tvorba nespecifických, ale i specifických protilátek, nejvíce tříd IgE, IgG, a buněčné infiltrace v místě lokalizace a fixace hlístic (Jurášek a kol., 1993).

Imunitní reakce ovcí proti druhům hlístic parazitujících v trávicím traktu je provázena nárůstem specifických protilátek a koncentrace IgA v lokální odvodné lymfě (Smith a kol., 1984; 1985). McClure a kol. (1992); Pfeffer a kol. (1996); Shaw a kol. (1998) zaznamenali zvýšení hladiny ve všech měřených piktozimech protilátek v krevním séru. Rychlá ochrana je doprovázena dočasným snížením hladiny protilátek v krevním séru a následným vzestupem IgG hladiny ve střevním hlenu (McClure a kol., 2000). Miller (1996) uvedl, že IgG4 se váže na povrchové receptory žírných buněk tkání, kterými ničí parazity.

Imunitní systém ovcí po vyvolání odezvy zvyšuje koncentraci specifických protilátek ve střevní tkáni a střevním hlenu se všemi měřenými izotypy zasahující ihned, jakmile stoupne počet buněk s navázanými IgE (McClure a kol., 1992; Pfeffer a kol., 1996). McClure (1992) uvádí, že hladiny izotypů IgG a IgE ve střevním hlenu mají pozitivní vztah v obraně proti druhům rodu *Trichostrongylus*.

### 3.4.1. Vliv predispozičních faktorů na imunitní systém hostitele

Imunitní systém ovlivňuje řada faktorů. Fyziologické vlivy, vnější podmínky prostředí a prvotní metoda trvale udržitelné kontroly hlístic představuje identifikace a odstranění predispozičních faktorů, které brání získávání a rozvíjení imunity ovcí (McClure, 2000).

Prvním uváděným predispozičním faktorem je věk ovcí. U mladých jehňat (3 - 6 měsíců) byla zaznamenána menší schopnost imunitních reakcí, než u dospělých, rezistentních ovcí, které jsou schopné odstranit již existující parazitické zatížení druhu *T.colubriformis* (Gibson a Partiff, 1972; Dineen a kol., 1978), *T. circumcincta* (Smith a kol., 1985), *Nematodirus spp* (Brundson, 1962) a *H. contortus* (Manton a kol., 1962). Jehňata mladší šesti měsíců reagují méně na vakcinaci proti *T. colubriformis* a *H. contortus* (Urguhart a kol., 1966; Benitez - Usher a kol., 1977; Smith a Angus, 1980; Duncan a kol., 1978). Emery a kol. (1999) ve své studii uvádějí, že neonatální jehňata mají zvýšenou schopnost vývoje imunitního systému proti GI hlísticím. Druhým predispozičním faktorem je tělesná hmotnost ovcí.

Imunita vázaná k druhu *T. colubriformis* u dospělých ovcí je udržována i během snižování hmotnosti ovcí, která je doprovázena neadekvátní výživou (Houtert a kol., 1995b). Nicméně negativní korelace mezi počáteční hmotností a počtem hlístic druhu *T.colubriformis* byla pozorována u osmiměsíčních jehňat plemene Merino. Třetí predispoziční faktor představuje období bahnění a laktace. Příčinou mohou být hormonální změny nebo nutriční nevyrovnanost a v tomto směru jsou imunitní reakce méně úspěšné. Další důležité predispoziční faktory představují zdraví, pohlaví, genotyp a v neposlední řadě výživa a stres (McClure, 2000).

### 3.4.2. Imunitní reakce sliznice trávicího traktu ovcí

Parazitické gastroenteritidy způsobované rody *Bunostomum*, *Cooperia*, *Haemonchus*, *Nematodirus*, *Oesophagostomum*, *Ostertagia*, *Teladorsagia* a *Trichostrongylus* celosvětově snižují produkci, způsobují těžké infekce a mohou končit smrtí hostitele (Balic a kol., 2000; Claerebout a Vercruyse, 2000). Imunitní reakce sliznice trávicího traktu proti těmto gastrointestinálním hlísticím se může projevovat jako vypuzení dospělců z těla ven, čímž dochází k redukci zatížení organismu. Působí na morfologické změny GI hlístic, snížení plodnosti samic a proti infekčním larvám a larvám s pozastaveným vývojem (Onah, 2000). Rychlé vypuzení dospělců během primární infekce se objevuje nejvíce u hlodavců, ale i u velkých zvířat (Behnke a kol., 1992). U ovce domácí (*Ovis aries*) bylo vypuzení prokázáno pouze u rodu *Nematodirus*. Dospělci hlístic druhu *Nematodirus battus* byly vypuzeny v následujících periodách: od 18 - 21dne, 24 - 28 dne a od 72 dne po infikaci v závislosti na množství infekčních larev v podané dávce (Balic a kol., 2000).

Balic a kol.(2000) pozorovali morfologické změny GI hlístic a popsali je jako ukazatele imunitních obranných systémů. Popsali redukci tělesné délky dospělců tzv. stunting (zakrslost) a zánik kutikulární chlopně vulvy u několika dospělých samic. Zakrslost dospělých hlístic je výsledkem získané imunity a je přiřazována parazitickým druhům rodu *Cooperia* a *Trichostrongylus* a druhům *H. contortus* a *O. ostertagi* (Balic a kol. 2000; Claerebout a Vercruyse, 2000).

Imunitní reakce sliznice trávicího traktu zprostředkovávají redukci plodnosti samic GI hlístic. Tato důležitá obranná imunitní odpověď je velice důležitým epidemiologickým faktorem a u ovcí představuje prioritní regulační vliv na celou populaci těchto hlístic (Stear a kol., 1997). V závislosti na druhové variabilitě je redukce plodnosti samic výsledkem získané imunity. Je vyjádřena redukcí množství vajíček ve faeces hostitele, redukcí vajíček již v děloze samice nebo redukcí počtu nově vylíhlých samičích jedinců (Claerebout a Vercruyse, 2000). Stear a kol. (1995) uvádějí velice dobrou korelace mezi počtem vajíček ve faeces a množstvím vajíček v děloze u druhu *T. circumcincta* vyskytujícího se běžně u ovcí.

Hlavním projevem získané imunity proti larválním stádiím je zamezení vývoje infekčních larev v dospělém jedinci a larev s pozastaveným vývojem. Pozastavený vývoj larev L4 stádia GI hlístic ve sliznici hostitele je běžný fenomén přežvýkavců, který je doprovázen zvýšenou rezistencí hostitele na parazita. Mezi neopomenutelné, vzájemně se ovlivňující faktory, patří sezónnost a její proměny, hustota populace a zatížení hostitele GI hlísticemi (Balic a kol., 2000).

Obecně efektorové T - buňky působící proti GI hlísticím jsou schopné rozpoznat cizí antigen, narušit jejich membránu a vpustit do ní cytolytické podkuty. T - buňky vyvolávají antigenní reakci a zánětlivé změny (Befus, 1995). Vysoký počet eozinofilů v krvi v gastrointestinální sliznici, stejně tak zvýšení Th2 cytokinů (CD4+), které mají krátký poločas působení, ale jsou velice účinné a to především lokálně, jsou významnými rysy gastrointestinální infekce (Onah, 2000). Miller (1996b) charakterizoval infekci GI hlísticemi jako téměř stálou infekci doprovázenou slizničními žírnými buňkami (MMC - mucosal mast cells). Tyto střevní žírné buňky jsou považovány za efekторы buněk ve střevní mukóze působící proti GI hlísticím (Askenase, 1980; Miller, 1984). Hyperplazie pohárkovitých buněk je dalším z výrazných rysů obranných mechanismů proti GI hlísticím. Střevní imunitní efekторы mohou v hostiteli vyvolat takový fyziologický proces, kdy je mukózní sliznice schopna vypudit dospělce, nebo dokonce hlístice zlikvidovat.

Například zvyšováním střevních sekretů - vody a elektrolytů je běžný význačný rys primární i sekundární infekce (Castro a kol., 1979). Míra produkce střevní sekrece a transport elektrolytů jsou vlivy imunologických reakcí (Onah, 2000).

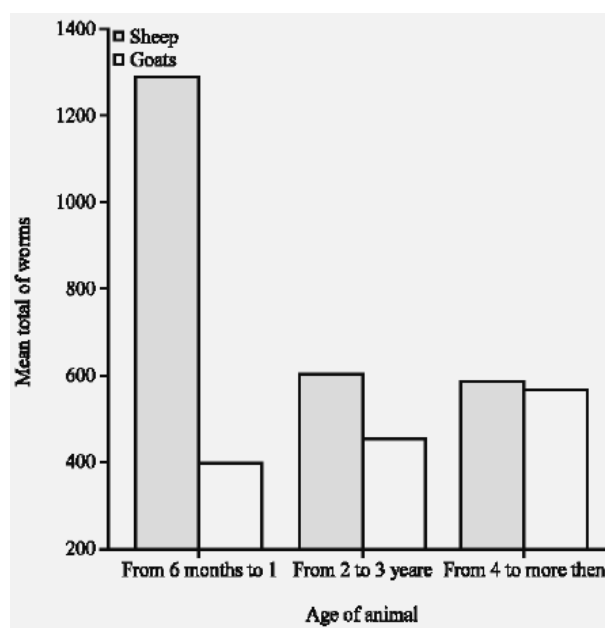
### 3.5. Epizootologie

Epizootologie parazitóz vysvětluje vznik, rozšíření, vývoj, průběh a zánik chorobného procesu vyvolaného parazitem (Jurášek a kol., 1993).

V prvotních infekcích mladých jehňat obvykle převažují populace rodu *Strongyloides* spp., časně z jara *Nematodirus* spp., následuje *Ostertagia* spp. a *Haemonchus contortus*. V pozdním létě a celý podzim pak převažují malé hlístice *Trichostrongylus* spp. Vysoké počty *Cooperia* spp. a *Trichostrongylus axei* se mohou také objevovat na podzim, ale infekce těmito druhy se obvykle protahují do zimy a vytváří hlavní část zatížení zvířat v druhém roce (Brundson, 1970).

Mladá jehňata mají malou přirozenou schopnost odolávat infekcím, ale protože mají zpočátku nízký příjem vegetace zatížené hlísticemi, probíhá vývoj v traktu pomaleji během jara i v časném létě a dosahuje vrcholu na podzim.

Rapidní pokles parazitárního zatížení v zimě je spojen s vývojem imunitního systému (Obr. 6). Ve věku 10 - 12 měsíců následuje vyloučení hlavního podílu hlístic z organismu a ovce zůstávají relativně rezistentní vůči těmto reinfekcím (Brundson, 1970). Schopnost ovcí získat vyšší stupeň plnohodnotné imunity může selhat během nutričního stresu, bahněním ovcí nebo proděláním nemoci (Brundson 1971).



Obr. 6 Věkové parazitární zatížení organismu (Almalaik, 2008)

Hlavní činitelé, kteří ovlivňují epizootologii všech hlístic, jsou teplota a vlhkost. Pro úspěšný vývoj vajíček a preinfekčních larev do infekčního stádia musí hlístice odolat řadě klimatických podmínek. Různé druhy hlístic upřednostňují různé podmínky, což se odráží v jejich rozšíření a relativním množství v sezónním období a v každém roce (Vlassoff, 1982).



Druh *Teladorsagia circumcincta* se objevuje v ročním období dříve, než druh *Trichostrongylus colubriformis*. Zatímco některý vývoj může nastat při teplotě v rozmezí 4 - 34 °C za odpovídající vlhkosti, tak optimální vývoj se uskutečňuje mezi 15 - 30 °C. Pod teplotu 10 °C je vývoj pomalý a většina vajíček se již nevylihne (Vlassoff a kol., 2001).

Familton a McAnulty (1994) zaznamenali vývoj druhů *Teladorsaiga circumcincta* a *Trichostrongylus colubriformis* i v zimním období. Vysoké teploty, zejména v létě, limitují úspěšnost vývoje, tak, jak jsou vajíčka vystavena teplotnímu stresu a vysychání (Vlassoff, 1982), teploty ve faeces dosahují mnohem vyšších stupňů, než teplota prostředí (Familton a McAnulty, 1994). Jakmile je dokončen vývoj do infekčního stádia, larvy jsou podstatně více odolnější vůči nepříznivým podmínkám. Doba, po kterou L3 přežívají, závisí na ročním období, ačkoliv poměrná část larev je schopna přežít i 12 měsíců, do následujícího léta, ale většina nepřežije déle než 2 - 3 měsíce (Vlassoff, 1982).

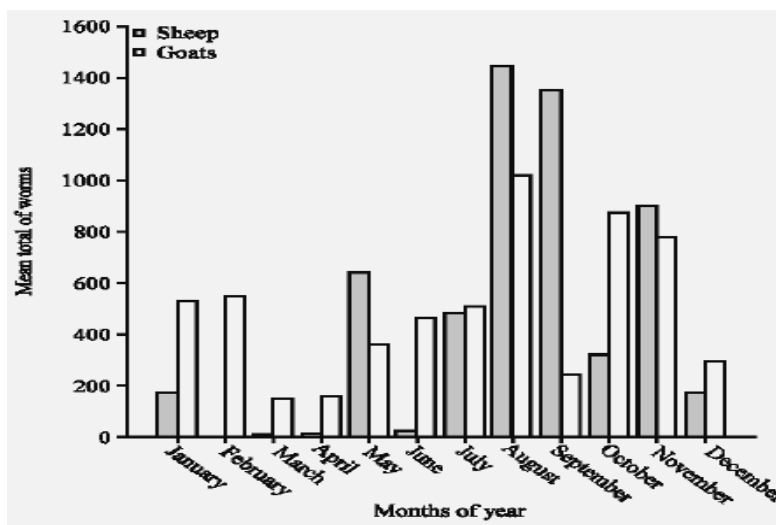
Důležitým faktorem, který významně ovlivňuje epizootologii hlístic, je pozastavení endogenního vývoje larev v hostiteli v období nepříznivých podmínek vnějšího prostředí, hypobióza. Michel (1974) definuje pozastavený larvální vývoj jako dočasné přerušení vývoje hlístic v přesném bodě jejich časného vývoje, kdy je toto přerušení udržováno jako fakultativní prvek pouze u části hostitelů, za určitých podmínek nebo v určité části roku a týká se jen určitého podílu larev. Pozastavení endogenního vývoje u hlístic představuje přinejmenším 2 různé typy vývojového chování, které mají různé příčiny, přestože nakonec mohou vyústit ve stejný typ (Gibbs, 1986). Eysker (1993) uvádí, že vývoj hostitelské imunity může způsobit vznik dvou oddělených populací inhibovaných larev v jednom hostiteli - sezónní a imunologické

K získání plnohodnotné imunity, potřebuje ovce stálé vystavení určitému stupni infekce, aby si zachovala svoji imunitní rezistenci. Tato schopnost udržet si imunitu na vysokém stupni může selhat v období nutričního stresu nebo onemocnění v jakémkoliv věku a zároveň klesá u ovcí kolem období bahnění (Brunsdon, 1971). Tento jev je znám jako poporodní vzestup počtu vajíček u laktujících ovcí, kdy je jejich imunitní systém potlačen stresem vyvolaným graviditou a bahněním, zejména při nevhodné stravě. Některé larvy přijaté hostitelem v období bahnění jsou schopné se uchytit a vyvinout se do dospělosti. Mohou se také přidat k dospívajícím inhibovaným larvám a je zvýšena také plodnost již existujících

dospělých hlístic. Podle Leathwicka (1999) se schopnost rezistence vůči pozřeným larvám vrací čtyři týdny po porodu.

Existují určité sezónní vzory v kolísání počtu infekčních larev na pastvině (Obr. 7). Malý vrchol na jaře nebo časně v létě tvoří larvy, které přežily zimu, dále následuje větší vrchol v pozdním létě a v časném podzimu, který je tvořen larvami z vajíček, která byla vyloučena jehňaty v létě a časně na podzim (Vlassoff, 1973). Načasování a velikost těchto vrcholů jsou proměnlivé a v některých letech se jarní vrchol nemusí vůbec vyskytnout (Vlassoff, 1976). Jehňata, která nejsou léčena, poskytují hlavní zdroj vajíček hlístic, které mají velký podíl na larvální populaci na pastvině.

I když jsou jehňata léčena, zůstávají hlavním zdrojem kontaminace pastviny, protože starší populace ovcí na pastvině mají obvykle vysoký stupeň získané imunity a vylučují jen malé počty vajíček, z nichž více, než polovina není životaschopná (Jorgensen a kol., 1998).



Obr. 7 Sezónní výskyt hlístic (Almaliak, 2008)

Teplota a vlhkost jsou hlavní vlivy působící na volně žijící stádia hlístic. Jakmile dosáhne larva infekčního stádia, vliv teploty a vlhkosti na jejich přežití je už méně významný, nicméně horko a suché podmínky, stejně jako extrémní chlad, mohou být pro L3 letální (O'Connor a kol., 2006). Embryovaná vajíčka jsou více odolná, než neembryovaná, L2 jsou odolnější, než L1 a to ve většině teplot. Andersen a Levine (1968) zjistili, že vysychání infekčních larev zlepšuje jejich přežití v teplotách pod bodem mrazu, ale nemá žádný efekt při 20 a 25 °C. Méně larev se vyvine, když teplota cykluje mezi 20 a 35 °C, než když je konstantní.

Sníh představuje další důležitý faktor. Roztátý sníh na horách je hlavním zdrojem vláh (až 75 % z celkové vlhkosti) pro louky a údolí v období jarních a letních měsíců. Podpovrchová voda je důležitým zdrojem vlhkosti významně ovlivňující přenos hlístic. Sněhová pokrývka poskytuje izolaci, která dovoluje přezimovat larvám na pastvině nebo v

půdě, ale zároveň jim v oblastech, kde je stálá sněhová pokrývka zamezuje přístup ke zvířatům. S postupujícím vysycháním vegetace pasoucí se zvířata migrují a soustředí se v nižších oblastech blízko zdrojů vody, kde se nachází kvalitnější vegetace, která umožňuje larválním stádiím přežít. Koncentrace pasoucích se zvířat v těchto oblastech umožňuje hlísticím přenos. Sněhová pokrývka poskytuje izolaci, která dovoluje přezimovat larvám na pastvině nebo v půdě, ale zároveň jim v oblastech, kde je stálá sněhová pokrývka zamezuje přístup ke zvířatům (Zimmerman a kol., 1993).

Mezi další neopomenutelné vlivy působící na vývoj helmintů patří intenzita a vlnová délka světla, UV záření a optimální pH pro líhnutí a vývin exogenních stádií. Ultrafialové záření obsažené ve slunečním světle larvy rychle zabíjí. Gupta (1961) zjistil, že krátkovlnné UV záření (280 nm a kratší) zabíjí infekční larvy rodu *Trichostrongylus* za méně než hodinu, zatímco středněvlnné UV světlo (280 - 320 nm) je méně účinné a dlouhovlnné UV záření (320 - 380 nm) nemá na L3 žádný vliv.

### **3.6. Kontrola helmintóz**

Kontrola helmintóz se považuje za snahu udržet cizopasníky na snesitelné hranici, neboť jejich úplné vyhlazení je zcela nemožné. Prevence proti parazitárním infekcím proto patří mezi základní péči o zdravotní stav hospodářských zvířat. Praxe ukázala, že likvidace parazitů může být úspěšná pouze při použití komplexních opatření. Hlavní asanační opatření v chovech ovcí je možné rozdělit na asanaci objektů a životního prostředí od zárodků, mezihostitelů a přenašečů parazitů ovcí a nepostradatelnou část podávání anthelmentik přímo ovcím (Jurášek a kol., 1993).

Zdrojem etiologických agens onemocnění na pastvinách jsou bahnitá místa nebo mokré pozemky, kde jsou nejlepší podmínky k tomu, aby ovce na pastvě byly napadeny parazity. Takové pozemky musí být od pastevních částí odděleny oplocením. Seno ze zamokřených luk by mělo být skladováno odděleně a doporučuje se jeho zkrmování po jednorocním uložení. Obdobně se musí postupovat i v případě travních porostů, které byly krátkodobě či dlouhodobě postiženy záplavami. Zamokřené pastviny se nesmí spásat, je možné je využít až po upravení vodních poměrů a odpovídající asanaci.

Zdrojem zamoření pastvin jsou v jarním období hlavně bahnice, které vylučují vajíčka parazitů, aktivovaných u nich vlivem porodního a laktačního stresu. Jehňata jsou zdrojem kontaminace hlavně v létě, poté co se nakazí na pastvě a dál infekci šíří (Novák, 2009). Uplatnění metodiky pastevního odchovu s posunem bahnění ovcí do jarních měsíců (konec března a duben) umožňuje při permanentním pobytu zvířat na pastvě úsporu zejména jaderného krmiva (Chroust, 1997). Výživa jehňat je zajištěna pouze mateřským mlékem a pastevními porosty a je proti tradičnímu způsobu odchovu výrazně rentabilnější (Skřivánek, 1991).

Účelem dehelmintizace je odstranění hypobiotických stádií hlístic a zmírnění průběhu jarního vzestupu vylučování vajíček, což má úzkou souvislost s březostí a bahněním a je příčinou rychlého a silného promořování pastvin. Optimální termín pro dehelmintizaci bahnic je před vyhnáním na pastvu, tj. do poloviny dubna (Chroust, 1997).

Ze zahraničí jsou známy studie prokazující pozitivní vliv společné pastvy ovcí a skotu proti výskytu parazitóz. V 70. letech byl v Anglii doporučen pro společnou pastvu systém čisté pastviny. Ten vycházel z následné pastvy ve dvouletých cyklech tak, že jeden druh se pase na pastvině první rok a druhý druh rok následující (Speedy a Gibson, 1983). Helle (1981) uvádí, že tento dvouletý střídavý cyklus snižuje celkovou promořenost pastvin. Speedy a Gibson (1983) tvrdí, že by se v pastevní sezóně měla provádět nejprve pastva mladých zvířat před zvířaty dospělými.

Donald a kol. (1987) prokazují, že společná pastva jehňat a skotu vykazuje lepší výsledky, než samostatná pastva ovcí a zároveň nedošlo k úhynům a snížení užitkovosti v důsledku infekce gastrointestinálními nematody rodů *Haemonchus*, *Ostertagia*, *Trichostrongylus* a *Nematodirus*. Jordan a kol. (1998) v USA rovněž zjistili, že u jehňat pasených společně se svými matkami a skotem byl nižší výskyt hlístic, než u skupiny jehňat pasených samostatně. Naopak u telat pasených společně s krávy a ovcemi pozorovali silnější promoření, než u skupiny telat pasených pouze s matkami. Nolan a Connolly (1990) prokázali nižší výskyt endoparazitů při společné pastvě skotu s ovcemi, než při pastvě jednodruhové.

Předpokladem efektivní konroly helmintů ovcí je podávání účinných, praktických a ekonomicky nenáročných anthelmintických přípravků. První skupina je vytvořena na bázi

phenothiazinu a je ze skupiny sedativních látek s antipsychotickou reakcí, která blokuje dopaminergní přenos (zprávy odeslané pomocí látky dopaminu) v mozku. Jedná se o dlouho používané anthelmintikum schopné odstranit významné procento dospělých helmintů a několik larválních stádií. Několikanásobné po sobě jdoucí použití však vede ke snižování efektivnosti. Nesmí být aplikováno březím a kojícím bahnicím a zanechává skvrny na vlně ovcí (Hartwig, 2000).

Druhou skupinu anthelmentik tvoří thiabendazoly, které jsou v nejpočetnější míře zastoupeny benzimidazoly (Hartwig, 2000). Benzimidazoly působí širokospektrálně a mají poměrně krátké ochranné lhůty. Do této skupiny patří febendazoly, mebendazoly, albendazoly, oxfendazoly, tiabendazoly, oxibendazoly, parabendazoly a kambendazoly. Účinnost této skupiny anthelmenik je prokázána hlavně na nepohlavně zralá stádia hlístic (Jurášek a kol., 1993).

Třetí skupinu tvoří imidazothiazoly, do které patří levamisol a tetramizol jako vysoce efektivní anthelmintikum. Hartwig (2000) udává 95 - 99 % účinek proti rozsáhlému spektru hlístic u ovcí. Při správném použití v doporučených dávkách je levamisol účinný jak proti dospělým hlísticím, tak i proti jejich larválním stádiím. Působí proti rodům lokalizovaným v trávicím traktu - *Haemonchus*, *Trichostrongylus*, *Cooperia*, *Nematodirus*, *Bunostomum* a *Oesophagostomum* a proti rodu *Dictyocaulus* lokalizovaném v plicích. Mechanismus působení levamizolu spočívá v interakci s cholinergickými receptory hladké a žíhané svaloviny parazita a inhibici acetylcholinesterázy, což následně vyvolá kompletní neuromuskulární blokádu, až paralýzu. Dá se tedy říci, že působení levamizolu je pro intestinální a pulmonální parazity u zvířat zcela fatální (Bubeníček, 2009). Předností této skupiny je bezpečné použití, jak pro březí, tak i pro laktující bahnice (Hartwig, 2000).

Anthelmentika ze skupiny avermektinů (ivermectin a mlybemycin) jsou používána pro svou efektivnost proti širokému druhovému spektru hlístic, ale nepůsobí proti plochým helmintům (Hartwig, 2000).

## 4. MATERIÁL A METODIKA

Tato studie probíhala v období mezi srpnem 2004 a dubnem 2007 na soukromé ekologické farmě u Hořovic v okrese Beroun (49°47'59''N, 13°52'24''E). Farmu sledovaných ovcí zastupovala plemena Oxford down a Suffolk, která nebyla nikdy léčena anthelmintiky. Stádo zahrnovalo 27 bahnic (2-5 let), 9 jehniček (1-2 roky) a 23 jehňat (6 měsíců). Pastvina, kterou stádo spásalo, zaujímala rozlohu 2,25 ha a bylo považováno za stádo základní. Tato pastvina byla určena jen pro ovce, tudíž žádná jiná zvířata s nimi pastvu nesdílela. Ovce s jehňaty zůstávaly nepřetržitě na pastvině až do zimního období, resp. do první sněhové pokrývky, poté byly přemístěny do chléva. Pro experimenty byla použita jehňata, která se narodila v pokusném roce a do začátku každého testovaného období byla udrožována bez infekce hlísticemi díky léčbě anthelmintiky (Ivomec®, Merial).

Experimentální období byla rozdělena na dvě etapy. První etapa probíhala během letního a podzimního pastevního období. Po dobu tří let, každý měsíc od dubna do prosince, byla vždy dvě pokusná jehňata vypuštěna na čtyři týdny se základním stádem na pastvu. Následně byla jehňata po dobu dvou týdnů ustájena v hlístic prostém prostředí a poté poražena.

Druhá etapa experimentu probíhala od podzimu do jara. V říjnu roku 2004, 2005 a 2006 bylo šest pokusných jehňat vypuštěno po dobu čtyř týdnů na pastvu společně se základním stádem. Po tomto období byla jehňata ustájena v prostředí prostém hlístic až do porážky. Dvě jehňata byla poražena v únoru, dvě v březnu a dvě v dubnu let 2005, 2006 a 2007.

Jednotlivé části trávicího traktu (abomasum; duodenum; tenké střevo-jejunum a ileum; kolon a cékum) všech poražených jehňat byly shromážděny a zpracovány pro získání hlístic a jejich následnou kvantifikaci a identifikaci dle metod Eysker a Kooyman (1993) a Capitini a kol. (1990) s výjimkou trávení mukózy.

Mukóza daných částí trávicího traktu byla seškrábnuta a trávena v HCl-pepsin roztoku při 39 °C po dobu čtyř hodin (Langrová a Jankovská, 2004).

## 4.1. Parazitologická pitva GIT beráneků

Vyjmutý trávicí trak pozorovaných beráneků byl rozdělen na pět základních částí: abomasum, duodenum, jejunum + ileum, caecum a colon. Z recta bylo odebráno formované faeces na koprologické vyšetření EPG (eggs per gramm) a na kultivaci larev provedené za stanovených podmínek v kultivátoru.

Abomasum bylo separováno od tenkého střeva a následně podélně otevřeno ze strany delšího zaoblení. Tenké střevo bylo zbaveno mezenteria a pomocí pitevních nůžek se otvírali jeho jednotlivé části. Obdobným způsobem se zpracovalo slepé i tlusté střevo.

Obsahy jednotlivých částí trávicího traktu byly postupně snímány do nesmyvatelně popsaných nádob, které se doplnily vodou až po okraj. Zhruba po 15 ti minutovém usazení sedimentu byly opatrně slity nejsvrchnější vrstvy a následně se nádoby doplnily čistou vodou opět po okraj. Tento postup se opakoval nejméně třikrát do té doby, než byl sediment zcela čistý. Do konečných, důkladně popsaných (datum/číslo berana/orgán/obsah), konzervačních nádob byl přelit čistý sediment, který se nafixoval roztokem Barbagalu (formaldehyd: HCl: voda, 30ml: 7,5ml: 1000ml).

Sliznice orgánů a jejich částí, kromě slezu, byly také uloženy do popsaných nádob (datum, číslo berana/orgán/sliznice) a zality trávicím roztokem složeným z 13 g pepsinu a 10,8 ml HCl na 1 000 ml destilované vody. Po zalití byly uloženy na 4 hodiny do termostatu o teplotě 37 °C. Slezy byly vloženy do třepací vodní lázně na 4 hodiny při teplotě 37°C.

Po uplynutí inkubační doby, se tekutý obsah oddělil od sliznic. Získané proplachy, byly slity do popsaných nádob a ponechány sedimentovat do druhého dne v lednici. Druhý den byl získaný sediment nafixován roztokem Barbagalu. Všechny sliznice byly nakonec fixovány roztokem Barbagalu.

## 4.2. Vyšetřování fixovaných obsahů a sliznic

Na základě morfologicko - anatomických znaků se pomocí určovacího klíče GI hlístic určovalo zastoupení a lokalizace jednotlivých parazitických druhů. Každému druhu, lokalizujícímu v běžné, ale i neobvyklé části trávicího traktu, bylo určeno pohlaví, množství výskytu a stádium vývoje jednotlivých hlístic. Tyto nálezy a výsledky byly zaznamenávány do formulářů, ze kterých se vyhodnotila souhrnná četnost a lokalizace jednotlivých druhů v gastrointestinálním traktu (Douvres, 1957, Levine, 1980).

Sledovaný objem cca 0,25ml hutné sedimenty se pomocí jednorázové pipety převedl do vyšetřovací komůrky a naředil destilovanou vodou na objem 1,5 ml. Takto připravený preparát byl systematicky vyšetřen pod světelným mikroskopem při zvětšení 100-450x. Nalezené hlístice byly určeny podle morfologického klíče a vloženy do trvale označených epruvet s roztokem Barbagalu. Z celkového objemu sedimentu bylo minimálně 20 % vyšetřeno.



## 5. VÝSLEDKY

Tato diplomová práce se zabývala určováním lokalizací hlístic v gastrointestinálním traktu ovcí. Každý druh hlístic je lokalizován ve specifické části trávicího traktu. Sledované změny lokalizací u několika druhů hlístic byly prokázány a vyhodnoceny.

Celkem bylo objeveno sedmnáct parazitických druhů hlístic - *Bunostomum trigonocephalum*, *Cooperia curticei*, *Haemonchus contortus*, *Chabertia ovina*, *Nematodirus battus*, *Nematodirus filicollis*, *Oesophagostomum venulosum*, *Teladorsagia circumcincta*, *Trichostrongylus axei*, *Trichostrongylus colubriformis*, *Trichostrongylus vitrinus*, *Strongyloides papillosus*, *Trichuris ovis*, *Trichuris globulosa*, *Trichuris skrjabini* a *Skrjabinema ovis*.

U sedmi druhů vyjmenovaných hlístic byla objevena abnormální lokalizace v gastrointestinálním traktu, pochopitelně jen v malém množství a u několika ze sledovaných jehňat. Prevalence těchto druhů je zaznamenána v tabulce č. 2.

První druh *Nematodirus battus*, který se obvykle vyskytuje v tenkém střevě, byl z 6,67 % objeven ve slezu. Druh *Nematodirus filicollis* běžně lokalizovaný v tenkém střevě byl nalezen ze 4 % ve slepém střevě a z 8 % ve střevě tlustém. Druh *Trichostrongylus axei*, který je nejpočetněji lokalizován ve slezu, se z 9,52 % vyskytoval v tlustém střevě. *Trichostrongylus colubriformis* je druh běžně lokalizovaný v tenkém střevě, v experimentu byla lokalizace tohoto druhu ze 13,89 % prokázána v tlustém střevě. Pro druh *Trichostrongylus vitrinus* je typická lokalizace v tenkém střevě, ale z 16,67 % byl prokázán výskyt ve střevě slepém, z 20 % ve střevě tlustém a z 3,33 % ve slezu. Druh *Teladorsagia circumcincta* se běžně vyskytuje ve slezu ovcí, v této studii byla z 16,67 % prokázána prevalence v duodenu sledovaných jehňat. Druh *Trichuris ovis* běžně lokalizovaný v tlustém střevě, byl z 5 % nalezen v tenkém střevě.

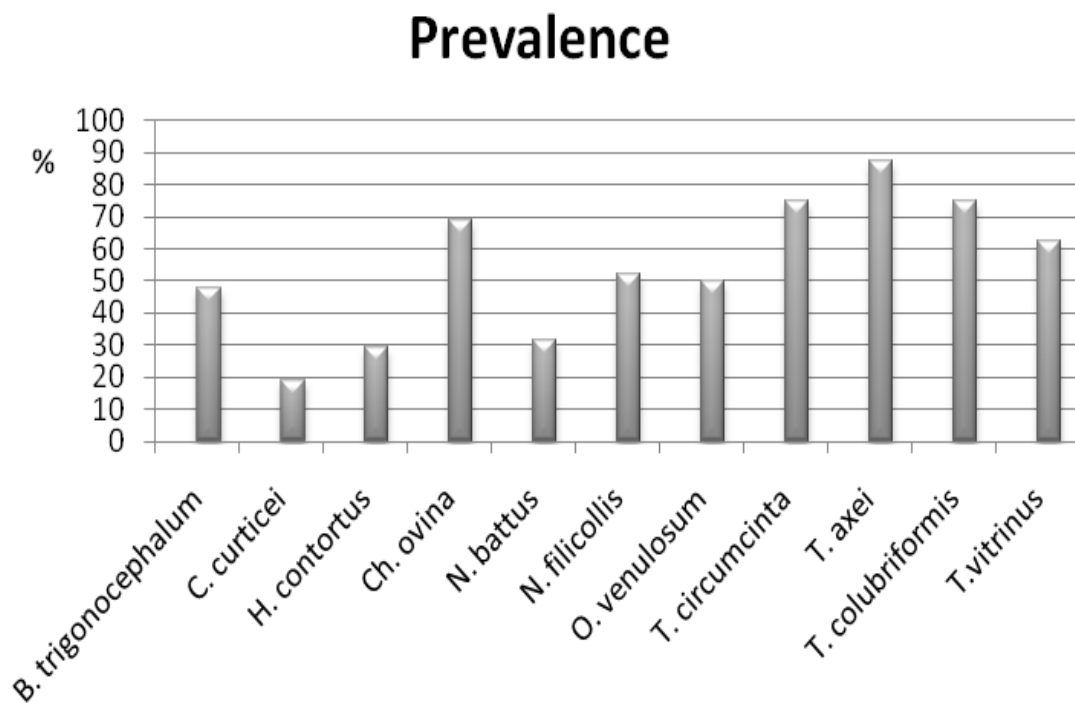
V této práci, zaměřené na lokalizaci gastrointestinálních druhů hlístic v neobvyklých částech trávicího traktu se přihlíží k možnému přehlédnutí malých hlístic vzhledem k objemnosti trávicího traktu.

Prevalence je procentické vyjádření podílu počtu infikovaných zvířat k celkovému počtu sledovaných zvířat. Nejvyšší prevalence byla zjištěna u parazitického druhu *Trichostrongylus axei* a to 97,67 %. Druhy *Teladorsagia circumcincta* a *Trichostrongylus colubriformis* dosahovali stejné procentické hodnoty 83,27 %. Vyšší hodnoty prevalence byly zjištěny také u druhu *Chabertia ovina* 76,74 %. Prevalence ostatních strongylidních druhů byly popsány v rozmezí 20 % až 55 % v tabulce č. 1.

**Tabulka č 1** Prevalence gastrointestinální strongylidní infekce u sledovaných jehňat

Druhy hlístic	Počet vyšetřovaných zvířat	Počet infikovaných zvířat	Prevalence (%)
<i>Bunostomum trigenocephalum</i>	48	23	47,92
<i>Cooperia curticei</i>	48	9	18,75
<i>Haemonchus contortus</i>	48	14	29,17
<i>Chabertia ovina</i>	48	33	68,75
<i>Nematodirus battus</i>	48	15	31,25
<i>Nematodirus filicollis</i>	48	25	52,08
<i>Oesophagostomum venulosum</i>	48	24	50,00
<i>Teladorsagia circumcincta</i>	48	36	75,00
<i>Trichostrongylus axei</i>	48	42	87,50
<i>Trichostrongylus colubriformis</i>	48	36	75,00
<i>Trichostrongylus vitrinus</i>	48	30	62,50

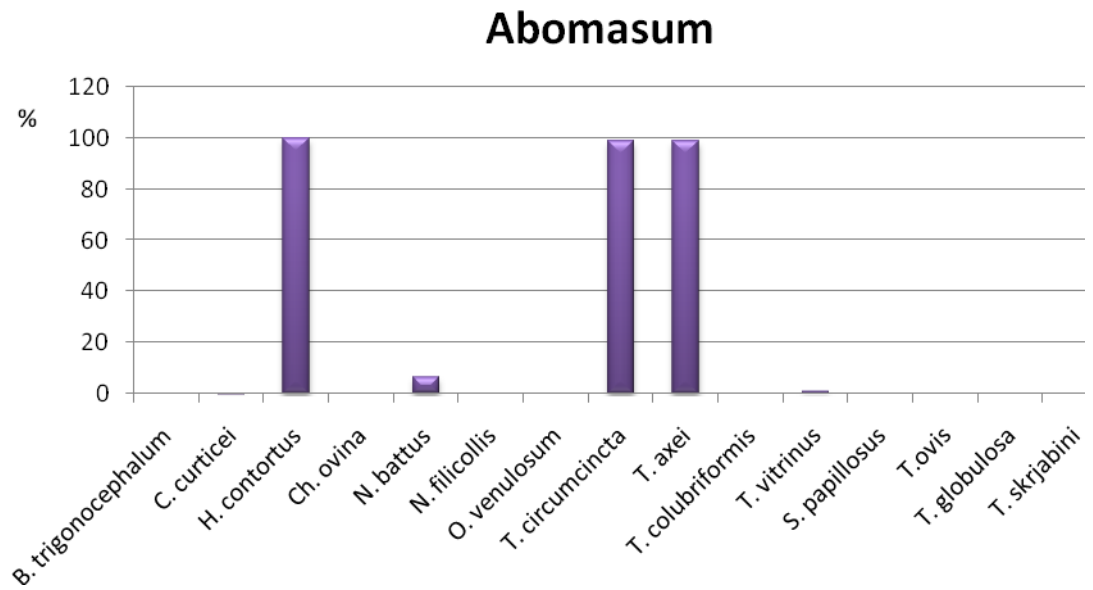
**Graf č 1** Prevalence gastrointestinální strongylidní infekce u sledovaných jehňat



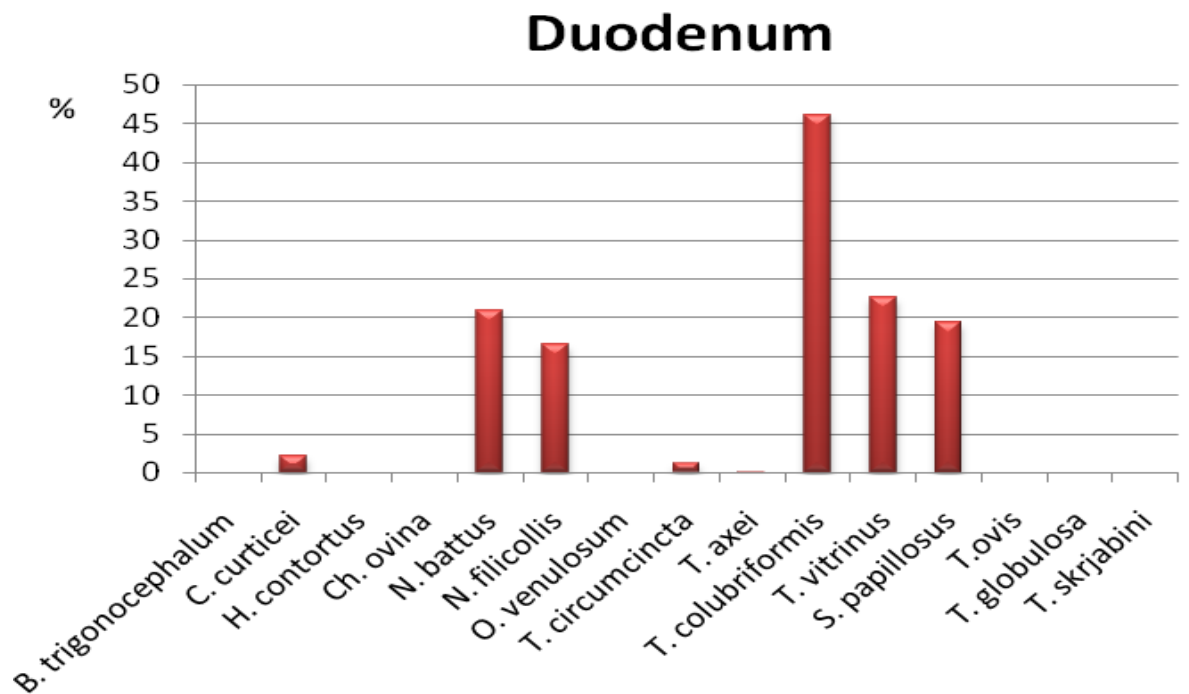
**Tabulka č. 2 Lokalizace druhů hlístic parazitujících v gastrointestinálním traktu sledovaných jehňat**

Druhy hlístic	Počet infik.	Prevalence %	Abomasum		Duodenum		Jejunum, Ileum		Colon		Caecum	
			Počet infik.	%	Počet infik.	%	Počet infik.	%	Počet infik.	%	Počet infik.	%
<i>Bunostomum trigonocephalum</i>	23	47,9	0	0,00	0	0,00	23	100,00	0	0,00	0	0,00
<i>Cooperia curticei</i>	9	18,75	2	22,22	0	0,00	9	100,00	0	0,00	0	0,00
<i>Haemonchus contortus</i>	14	29,71	14	100,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<i>Chabertia ovina</i>	33	68,75	0	0,00	0	0,00	0	0,00	28	84,85	11	33,33
<i>Nematodirus battus</i>	15	31,25	1	6,67	5	33,33	9	60,00	0	0,00	0	0,00
<i>Nematodirus filicolis</i>	25	52,08	0	0,00	9	36,00	16	64,00	2	8,00	1	4,00
<i>Oesophagostomum venulosum</i>	24	50,00	0	0,00	0	0,00	3	12,50	8	33,33	21	87,5
<i>Teladorsagia circumcincta</i>	36	75,00	36	100,00	6	16,67	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<i>Trichostrongylus axei</i>	42	87,50	42	100,00	1	2,38	1	2,38	4	9,52	0	0,00
<i>Trichostrongylus colubriformis</i>	36	75,00	0	0,00	30	83,33	35	97,22	5	13,89	0	0,00
<i>Trichostrongylus vitrinus</i>	30	62,50	1	3,33	28	93,33	27	90,00	6	20,00	5	16,67
Ostatní druhy hlístic												
<i>Strongyloides papillosus</i>	16	33,33	0	0,00	11	68,75	16	100,0	0	0,00	1	6,25
<i>Trichuris ovis</i>	17	35,42	0	0,00	0	0,00	0	0,00	10	58,82	15	88,24
<i>Trichuris globulosa</i>	20	41,67	0	0,00	0	0,00	1	5,00	1	5,00	14	70,00
<i>Trichuris skrjabini</i>	17	35,42	0	0,00	0	0,00	0	0,00	6	35,29	17	100,00

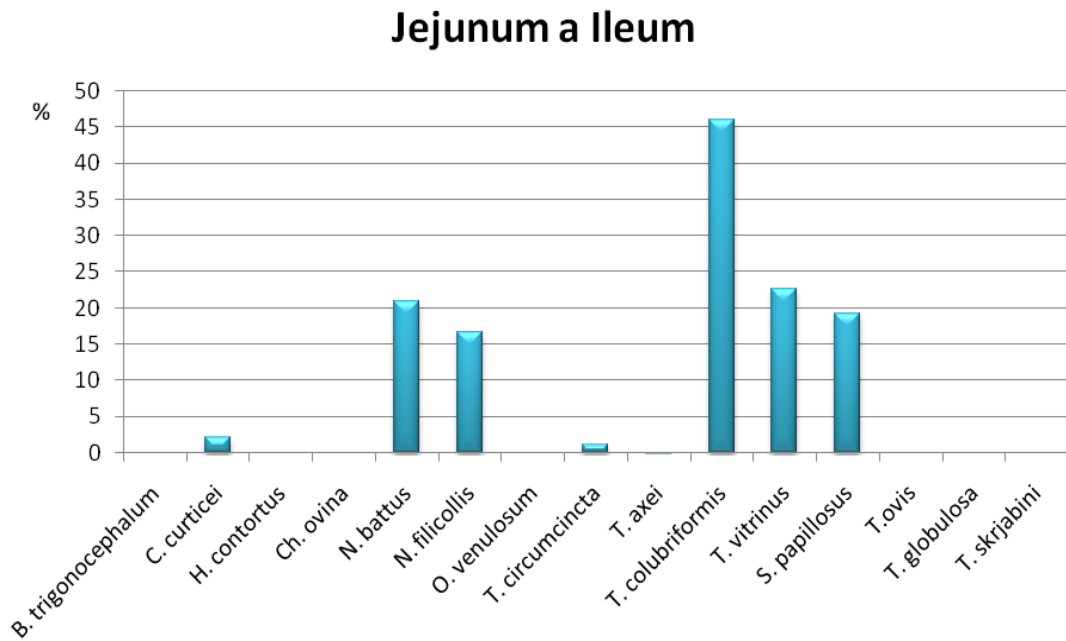
**Graf č. 2** Prevalence hlístic lokalizovaných v abomasu ovcí



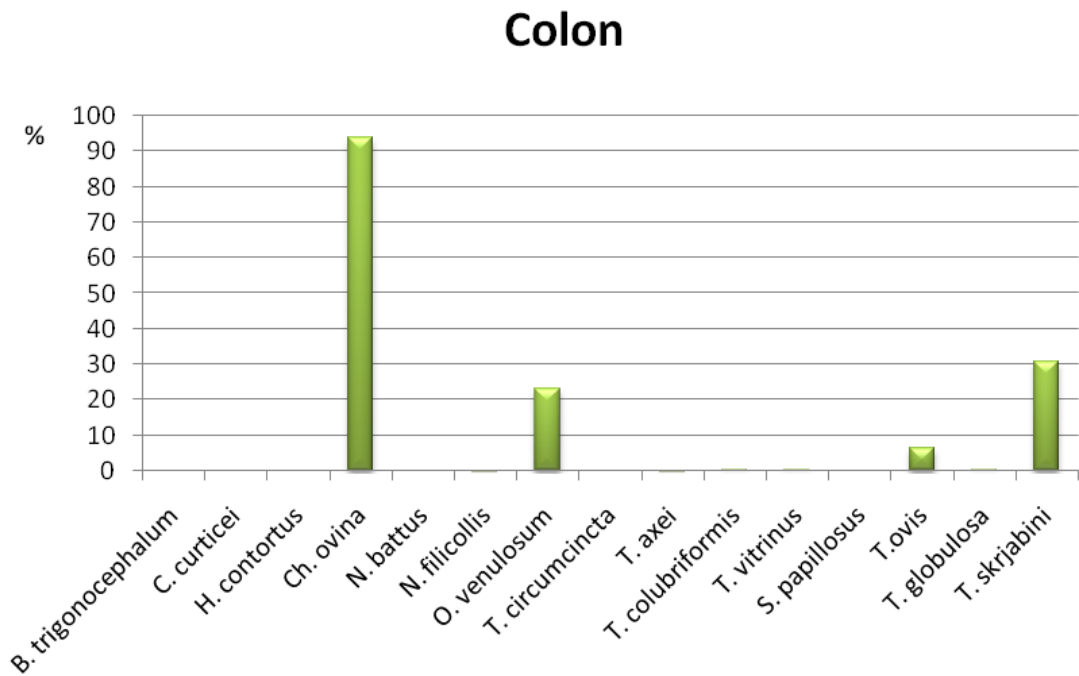
**Graf č. 3** Prevalence hlístic lokalizovaných v duodenu ovcí



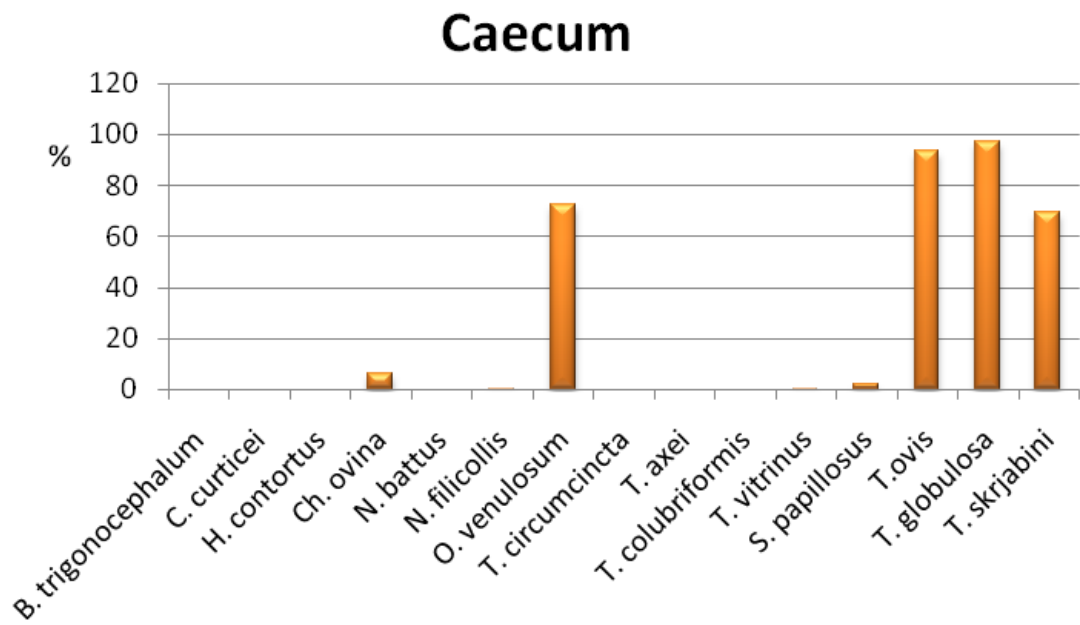
**Graf č. 4** Prevalence hlístic lokalizovaných v jejunu a ileu ovcí



**Graf č. 5** Prevalence hlístic lokalizovaných v colonu ovcí



**Graf č. 6** Prevalence hlístic lokalizovaných v caecu ovcí



## 6. DISKUSE

Cílem předkládané práce bylo zjišťování predilekčních nebo abnormálních míst druhové lokalizace dospělých stádií gastrointestinálních hlístic nalezených v traktech pokusných jehňat. Mnoho studií zaměřených na lokalizaci gastrointestinálních druhů hlístic je omezeno pouze na běžnou lokalizaci druhů v traktu hostitele. Zdůvodnění nepředpokládané, druhově nspecifické lokalizace i malého počtu druhů hlístic v gastrointestinálním traktu ovcí, je stále v mnoha studiích popsáno pouze okrajově.

Jedním z charakteristických znaků parazitické populace v trávicím traktu hostitele je specifické místo lokalizace, které odpovídá určitému orgánu, či jeho části (Hoste, 2001). Populace hlístic vytváří hierarchii. U smíšené infekce několika druhů hlístic se vytváří konkurenční formování vnitřní populace. Hlístice postavené na vyšší hierarchické úrovni utvářejí komponenty populace, které nakonec tvoří celkovou populaci v ekosystému (Holmes a Price, 1986). Konkurenční boj mezi hlísticemi zahrnuje početní rozložení a funkční reakce, kterými formují strukturu každé z těchto populací na úrovni individuálního hostitele (Poulin, 1998).

Roberts (2000) udává, že konkurenční vztahy objevené mezi dvěma druhy hlístic vznikají z důvodu čerpání stejného limitujícího zdroje a to z hlediska teritoriálního a konzumačního. Vzájemné působení konkurenčních vztahů zahrnuje širokou rozmanitost mechanismů, kdy první konkurenční druh má negativní účinek na druhý prostřednictvím exkrecí toxinů nebo teritoriálním rozpínáním. Mimo jiné tyto vzájemné konkurenční vztahy mohou být také důsledkem vyvolaného zánětu gastrointestinálního traktu (Behnke a kol., 2001).

Bottomley a kol. (2006) uvádějí, že konkurenční efekty mezi dvěma druhy hlístic jsou slabší než efekty konkurenčních vztahů uvnitř druhů. Konkurenční mezidruhové vyloučení je běžné v populacích, kde jsou reprodukční hodnoty jednotné a hustota parazitů není tak vysoká (Poulin a Luque, 2003). Levine (1980); Bezubik a kol. (1988) zaznamenali tento druh hlístic lokalizovaný v tenkém střevě.

V této práci byla nejhojněji zaznamenána populace druhu *Trichostrongylus axei* celkovým počtem 92 684 jedinců u všech sledovaných jehňat (Graf č. 1). Tento druh se z 98,66 %



vyskytoval ve slezu, z 1,22 % v tenkém střevě a z 0,11 % v tlustém střevě sledovaných jehňat. Lze tedy předpokládat, že jeho konkurenční rozmnožovací schopnost a lokalizace v abomasu je opravdu vysoká (Graf. č. 2, 4, 5).

Thomas a kol. (2007) ve své práci sledovali přítomnost parazitických druhů v abomasu ovcí a koz a vyhodnotili prevalenci 47,2 % pro druh *Trichostrongylus axei* a prevalenci 19,4 % pro druh *Teladorsagia circumcincta*. Hoste (2001) uvádí změny ve struktuře a funkci slezu ovcí při napadení druhem *Teladorsagia circumcincta*. Slocombe (1973) z Ontaria vyhodnotil tři druhy prazitující ve slezu přežvýkavců a uvádí, že rod *Teladorsagia* byl nejpočetnější lokalizovanou skupinou hlístic s prevalencí 60 %, následoval rod *Haemonchus* a druh *Trichostrongylus axei* s 20 % prevalencí. V této práci byl druh *Teladorsagia circumcincta* početně zastoupen 51 249 jedinci, z 98,80 % se vyskytoval v abomasu (Graf č. 2) a z 1,2 % byl nalezen v duodenu jehňat (Graf č. 3). V abomasu byla již popsána lokalizace druhu *Trichostrongylus axei* z 98,66 %, lze tedy usoudit, že si tyto dva druhy vzájemně nekonkurují (Graf č. 2).

Taylor a Kilpatrick (1980); Beveridge a kol. (1989); Wagland a kol. (1996); Ziam a kol. (1999) tvrdí, že oba druhy *Trichostrongylus colubriformis* a *Trichostrongylus vitrinus* jsou svou lokalizací omezeny pouze na tenké střevo, a že převážná většina dospělých hlístic je lokalizována právě v přední části tenkého střeva, duodenu. V tenkých střevech vyšetřovaných jehňat se nejpočetněji vyskytoval druh *Trichostrongylus vitrinus* a to 81 078 jedinci. Procentické zastoupení bylo prokázáno vyšší v části jejunum a ileum (76,06 %), než v části duodenum (22,64 %). Stejně tak druh *Trichostrongylus vitrinus* charakteristický svou lokalizací v tenkém střevě byl z 20 % nalezen v tlustém střevě (Tabulka č. 1). V tomto experimentu byla prokázána lokalizace druhu *Trichostrongylus colubriformis* spíše v ileu a jejunu z 53,78 % (Graf č. 4), než v duodenu 45,97 % (Graf č. 3). U jednoho pokusného jehněte bylo nalezeno 520 jedinců hlístic druhu *Trichostrongylus vitrinus* v abomasu.

Levine (1980) uvádí, že se druh *Trichostrongylus colubriformis* běžně a hojně vyskytuje v přední části tenkého střeva a příležitostně se může objevit i ve slezu gastrointestinálního traktu ovcí. V této práci byl druh *Trichostrongylus colubriformis* běžně lokalizovaný v tenkém střevě nalezen z 13,89 % v tlustém střevě (Graf č. 4).

Z tabulky č. 2 můžeme usoudit, že tento druh *Trichostrongylus vitrinus* a druh *Trichostrongylus colubriformis* vyvolával konkurenční boj z hlediska výživného a rozmnožovacího svou lokalizací. Parazitický druh *T. colubriformis* byl zastoupen menším počtem jedinců (65 697), ale svou lokalizací z 53,78 % v jejunu a ileu, z 45,97 % v duodenu s porovnáním procentického zastoupení druhu *Trichostrongylus vitrinus* v částech traktů, bylo zřejmé vyrovnávání hustoty lokalizace obou druhů (Graf č 3, 4).

Abnormální výskyt hlístic rodu *Trichostrongylus* v tlustém a slepém střevě je stále neobjasněn. U tohoto rodu nebyl prokázán důvod přemnožení dospělců v tenkém střevě a následná nucená migrace do jiných částí gastrointestinálního traktu.

Podle Thomase (1959 a, b); Hobegra a kol. (1986) se parazitické druhy hlístic *Nematodirus battus* a *Nematodirus filicollis* obvykle lokalizují do přední části tenkého střeva. Levine (1980) také uvádí, že výše zmiňované druhy se vyskytují v tenkém střevě ovcí. V této studii byla prokázána přítomnost obou druhů nejpočetněji v jejunu a ileu infikovaných jehňat (Graf č. 4) a v několika případech byl dokonce druh *Nematodirus filicollis* nalezen ze 4 % ve slepém střevě (Graf č. 6) a z 8 % v tlustém střevě u sledovaných infikovaných jehňat (Graf č. 5). U jednoho pokusného jehněte bylo nalezeno 520 dospělých jedinců hlístic druhu *Nematodirus battus* v abomasu sledovaných infikovaných jehňat. Druh *Nematodirus filicollis* byl početně vyhodnocen na 44 824 nalezených jedinců a druh *Nematodirus battus* na 9 617 jedinců. V jejunu a ileu byl procenticky více zastoupen druh *N. filicollis* z 83,09 % než druh *N. battus* vyskytující se v těchto částí traktu z 72,83 % (Graf č. 4). Malý rozdíl procentického zastoupení nelze proto objasnit mezidruhovými konkurenčními vztahy.

Cabaret (1983); Rehbein a kol. (1997); uvádějí, že populace parazitického druhu *Chabertia ovina* je lokalizována v tlustém střevě napadených ovcí. Tato studie také uvádí, že největší počet hlístic právě druhu *Chabertia ovina* se vyskytuje v tlustém střevě jehňat, až 93,86 % (Graf č. 5) a přidává tvrzení, že z 6,14 % byl tento druhu hlístic objeven ve slepém střevě sledovaných jehňat (Graf č. 6).

Levine (1980) uvádí, že se gastrointestinální parazitický druh *Oesophagostomum venulosum* běžně vyskytuje v tlustém střevě a příležitostně v tenkém střevě a slezu ovcí. Umur (2005) ve své studii provedené v Turecku uvádí lokalizaci druhu *Oesophagostomum*

*venulosum* pouze v tlustém střevě malých přežvýkavců. Rehbein a kol (1997) objevili nejvíce hlístic tohoto druhu ve slepém střevě, stejně jako tato práce, která prokazuje přítomnost druhu *Oesophagostomum venulosum* ve slepém střevě infikovaných ovcí z 72,58 % (Graf č. 6). V tlustém střevě bylo nalezeno 23,04 % (Graf č. 5) a v jejunu a ileu 4,38 % tohoto druhu (Graf č. 4).

Sledovaný rod *Trichuris* je v této studii zařazen svým výskytem do tlustého a slepého střeva. Slepé střevo je uváděno jako hlísticemi preferovaná část trávicího traktu před střevem tlustým (Graf č. 5, 6). Bylo prokázáno, že druh *Trichuris globulosa* se z 97,07 % lokalizuje v slepém střevě (Graf č. 6) a v menší míře z 2,26 % byl objeven ve střevě tenkém (Graf č. 4).

Druh *Trichuris skrjabini* byl z 69,14 % popsán ve střevě slepém (Graf č. 6) a z 30,86 % se vyskytoval ve střevě tlustém a žádná jiná lokalizace tohoto druhu již prokázána nebyla (Graf č. 5).

## 7. ZÁVĚR

Tato diplomová práce se zabývala lokalizací a prevalence druhového zastoupení hlístic parazitujících v gastrointestinálním traktu ovce domácí (*Ovis aries*). Určování běžného výskytu druhů ve specifických částech trávicího traktu bylo číselně vyjádřeno množstvím nalezených jedinců. Prevalence vyjadřuje procentické zastoupení těchto sledovaných parazitických druhů hlístic v popsáných částech traktu

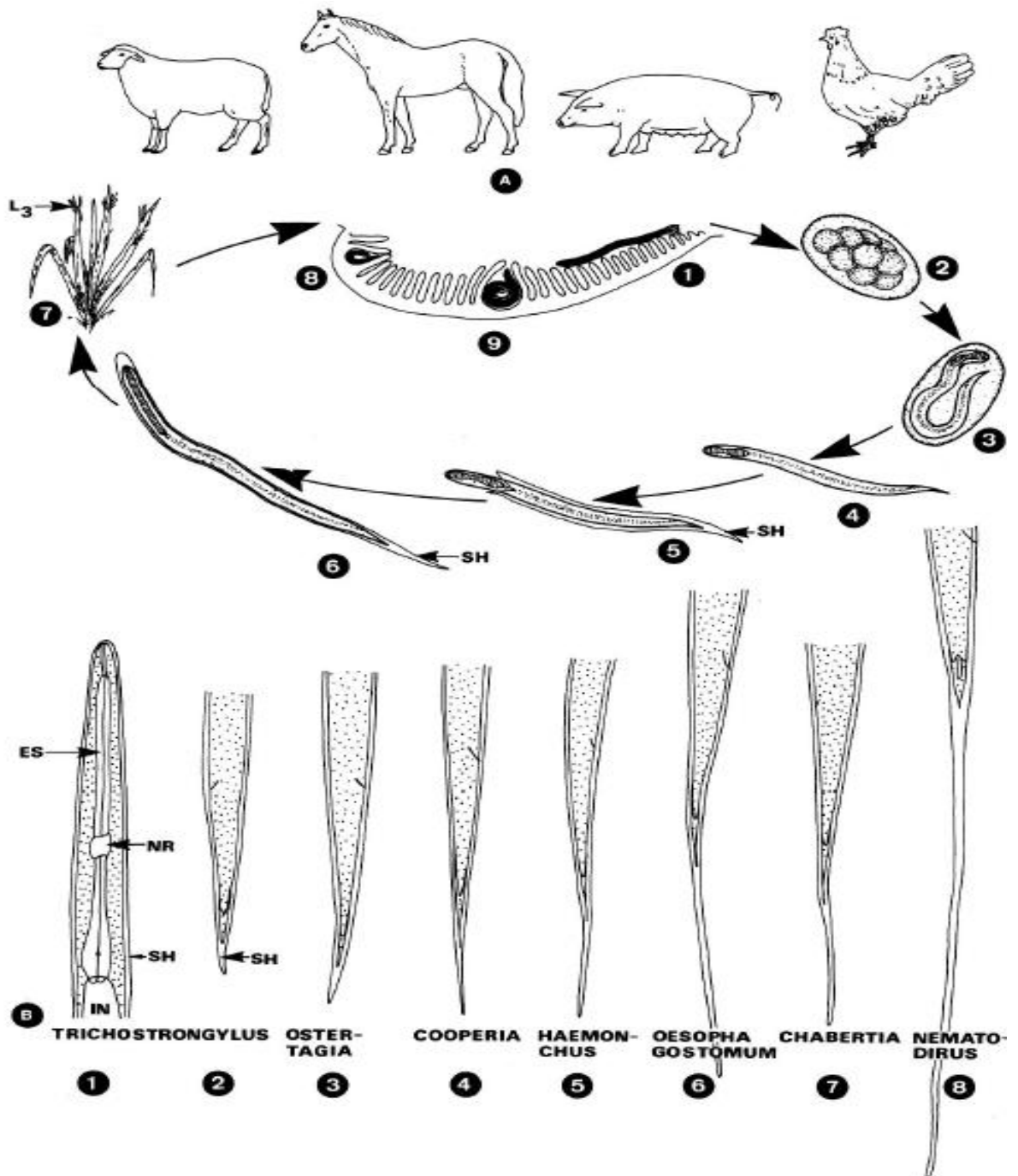
Prioritním cílem této práce bylo sledování abnormální lokalizace a zdůvodnění těchto odchylek v nespecifických částech gastrointestinálního traktu ovcí. U sedmi druhů gastrointestinálních hlístic byla abnormální lokalizace prokázána.

Výskyt těchto odchylek sice vždy utvářel jen menší počet jedinců ze sledovaného druhu, ale i přes to, lze předpokládat, že existují vlivy, které tuto abnormální lokalizaci vysvětlí. Na populaci gastrointestinálních hlístic v traktu ovcí působí mnoho vlivů jak ze strany hostitele tak i druhově mezi sebou. Imunitní reakce hostitele vytváří primární efektivní obranu ihned, jakmile se patogenní druh dostává do organismu. Konkurenční interakce v mezidruhové oblasti a intraakce v oblasti druhu ovlivňují lokalizaci několika druhů gastrointestinálních hlístic v trávicím traktu ovcí.

Oblast tohoto zájmu není zcela objasněna, ale lze uvažovat, že konkurenční boje hlístic a následné změny v počtu a lokalizaci jednotlivých konkurenčních druhů, ovlivňují utváření celkové populace hlístic v trávicím traktu ovcí. Následkem je působení negativních vlivů na zdravotní stav a užitkovost ovcí.

Nejvyšší ekonomické ztráty v chovech ovcí jsou následkem infekcí, které jsou způsobené gastrointestinálními hlísticemi. Důslednější zpracování mezidruhových i druhových konkurenčních vztahů a následných negativních vlivů těchto hlístic na hostitele, by mohlo přispět k řešení této problematiky.

## 8. PŘÍLOHY



Obr. 5 Princip vývojového cyklu čeledi Trichostrongylidae

## 9. POUŽITÁ LITERATURA

- Andersen, F. L., Levine, N. D. 1968. Effect of Desiccation on the Survival of Infective *Haemonchus contortus* Larvae under Laboratory Conditions, in Levine, N. D. (eds.). Nematode Parasites of Domestic Animals and of Man. Second Edition, Burgess Publishing Company, Minneapolis, 135 - 221.
- Anderson, R. C. 1992. Nematode Parasites of Vertebrates Their Development and Transmission, CAB International, Wallingford, pp. 650.
- Anderson, R. C. 2000. Order Strongylida (the bursate nematodes). in Nematode Parasites of Vertebrates. Their Development and Transmission. Second Edition, CABI Publishing: Wallingford, 41 - 229.
- Balic, A., Bowles, V. M., Meeusen, E. N. T., 2000. The immunobiology of gastro intestinal nematode infections in ruminants. *Advances in Parasitology*, 45, 181 - 241.
- Becklund, W. W., Walker, M. L. 1967. *Journal of Parasitology*, 53, 777 - 781.
- Behnke, J. M., Bajer, A., Sinski, E., Wakelin, D. 2001. Interactions involving intestinal nematodes of rodents: experimental and field studies. *Parasitology*, 122 (Suppl.), 39 - 49.
- Behnke, J. M., Barnard, C. J., Wakelin, D. 1992. Understanding chronic nematode infections: evolutionary considerations, current hypothesis and the way forward. *International Journal for Parasitology*, 22, 860 - 907.
- Benitez - Usher, C., Armour, J., Duncan, J. L., Urquhart, G. M. and Gettingby, G. 1977. A study of some factors influencing the immunization of sheep against *Haemonchus contortus* using attenuated larvae. *Veterinary Parasitology*, 3, 273 - 342.
- Beveridge, I., Pullman, A. L., Phillips, P. H., Martin, R. R., Barelds, A., Grimson, R. 1989. Comparison of the effects of infection with *Trichostrongylus colubriformis*, *T. vitrinus* and *T. rugatus* in merino lambs. *Veterinary Parasitology*, 15, 229 - 245.

- Bezubik, B., Wedrychowicz, H., Wojciechowska, A. 1988. *Trichostrongylus colubriformis* in rabbits: Some quantitative aspects and pathogenesis of single and multiple infections. *Acta Parasitologica Polonica*, 33, 131 - 142.
- Bird, A. F., Bird, J. 1991. The structure of nematodes. Second edition, Academic Press, San Diego, pp. 316.
- Blaxter, M. L. De Ley, P., Garey, J. R., Liu, L. X., Scheldemann, P., Vierstraete, A. van Xeteren, J. R., Mackey, L. Y., Dorris, M., Frisse, L. M., Vida, J. T., Thomas, W. K. 1998. A molecular evolutionary framework for the phylum Nematoda. *Nature*, 392, 71 - 75.
- Bottomley, Ch., Isham, V., Basanez, M. G. 2006. Population biology of multispecies helminth infection: Competition and coexistence. *Journal of Theoretical Biology*, 244, 81–95.
- Bown, M. D., Poppi, D. P., Sykes, A. R. 1984. The effect of a mixed infection on the site of plasma protein absorption in the small intestine. *Canadian Journal of Animal Science*, 64, 197 - 198.
- Brunsdon, R. V. 1962. The effect of nutrition on age resistance of sheep to infestation with *Nematodirus spp.* *New Zealand Veterinary Journal*, 10, 123 - 127.
- Brunsdon, R. V. 1970. Seasonal changes in the level and composition of nematode worm burdens in young sheep. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 13, 126 - 148.
- Brunsdon, R. V. 1971. The post - parturient rise in the faecal egg count of ewes: some host - parasite relationships. *New Zealand Veterinary Journal*, 19, 100 - 107.
- Cabaret, J., 1983. The Nematode parasite of large intestine of sheep in the Middle - Atlas (Marocco). *Folia Parasitologica*, 30, 117 - 121.
- Capitini, L. A., McClure, K. E., Herd, R. P. 1990. Effect of environmental stimuli on pre-infective stages of *Haemonchus contortus* in the northern United States for the induction of hypobiosis. *Veterinary Parasitology*, 4, 281 - 293.

- Claerebout, E, Vercruyse, J. 2000. The immune response and the evaluation of acquired immunity against gastrointestinal nematodes in cattle: a review. *Parasitology*, 120, 25 - 42.
- Coop, R. L., Jackson, F., Graham, R., Angus, K. W. 1988. Influence of two levels of concurrent infection with *Ostertagia circumcincta* and *Trichostrongylus vitrinus* on the growth performance of lambs. *Research in Veterinary Science*, 45, 275 - 280.
- Coyne, M. J., Smith, G. 1994. Trichostrongylid parasites of domestic ruminants, in Scott, M. E., Smith, G. (eds.), *Parasitic and Infectious Diseases: Epidemiology and Ecology*, Academic Press, San Diego, 235 - 247.
- Crofton, H. D. 1963. Nematode parasite populations in sheep and on pasture. Technical Communication No. 35 of the Commonwealth Bureau of Helminthology, Farnham Royal, Bucks, UK, pp. 104.
- Dash, K. M. 1973. The life cycle of *Oesophagostomum columbianum* in sheep, *International Journal for Parasitology*, 3, 843 - 851.
- Deo, P. G. 1960. Studies on the biology and life - history of *Trichuris ovis* Smith. II. Development of infective embryonated eggs of *Trichuris ovis* in sheep and goats, *Indian Journal of Veterinary Science and Animal Husbandry*, 30, 165 - 177.
- Dineen, K. K., Gregg, P., Lascelles, A. K. 1978. The response of lambs to vaccination at weaning with irradiated *Trichostrongylus colubriformis* larvae: segregation into responders and nonresponders. *International Journal for Parasitology*, 8, 59 - 63.
- Dobson, A. P., 1985. The population dynamics of competition between parasites. *Parasitology*, 91, 317-347.
- Dobson, R. J., Waller, P. J., Donald, A. D. 1990. Population dynamics of *Trichostrongylus colubriformis* in sheep: The effect of infection rate on the establishment of infective larvae and parasite fecundity. *International Journal for Parasitology*, 20, 347 - 352.
- Donald A. D., Morley F. H. W., Axelsen A., Donnelly J. R., Waller P. J. 1987. Integration of grazing management and anthelmintic treatment for the control of nematode infections in



young sheep, in: Wheeler, J. L., Pearson, C. J., Robards, G. E. (eds.), *Temperate Pastures: Their Production, Use and Management*, Australian Wool Corporation/CSIRO, Melbourne, pp. 567 - 569.

Dorris, M., De Ley, P., Blaxter, M. L. 1999. Molecular Analysis of Nematode Diversity and the Evolution of Parasitism. *Parasitology Today*, 15, 188 - 193.

Douvres, F. W. 1957. Morphogenesis of parasitic stages of *Trichostrongylus colubriformis* and *Trichostrongylus axei* nematode parasites of cattle. *Proceedings of Helminthological Society of Washington*, 24, 4 - 14.

Drudge, J. H., Leland S. E., Wyant, Z. N., Elam, G. W. 1955. *Journal of Parasitology*, 41, 505 - 511.

Dubremetz, J. F., McKerrow, J. H. 1995. Invasion mechanisms, in Marr, J. J., Müller, M.(eds.), *Biochemistry and Molecular Biology of Parasites*. Second Edition, London Academic Press, London, 307 - 322.

Duncan, J. L., Smith, W. D., Dargie, J. D. 1978. Possible relationship of levels of mucosal IgA and serum IgG to imine unresponsiveness of lambs to *Haemonchus contortus*. *Veterinary Parasitology*, 4, 21 - 27.

Emery, D. L. 1996. Vaccination against worm parasites of animals. *Veterinary Parasitology*, 64, 31 - 45.

Emery, D. L., McClure, S. J., Davey, R. J. and Bendixsen, T. 1999. Induction of protective immunity to *Trichostrongylus colubriformis* in neonatal Merino lambs. *International Journal for Parasitology*, 29, 1037 - 1046.

Eysker, M.; Kooyman F. N. 1993. Notes on necropsy and herbage processing techniques for gastrointestinal nematodes of ruminants. *Veterinary parasitology*, 46, 205-213.

Eysker, M. 1993. The role of inhibited development in the epidemiology of *Ostertagia* infections. *Veterinary Parasitology*, 46, 259 - 269.

- Familton, A. S., McAnulty, R. W. 1994. Sheep nematode survival: the epidemiological consequences of findings from recent studies. Proceedings of the 24th seminar of the Sheep and Beef Cattle Society of the New Zealand Veterinary Association, 186 - 195.
- Gatto, M., De Leo, G. A. 1998. Interspecific competition among macroparasites in a density - dependent host population. *Journal of Mathematical Biology*, 37, 467-490.
- Gibbons, L. M. 2002. General organization, in: Lee, D. L. (edt.), *The biology of nematodes*. CRC Press, New York, 31 - 60.
- Gibbs, H. C. 1986. Hypobioses in parasitic nematodes - an update. *Advances in Parasitology*, 25, 129 - 174.
- Gibson, T. E. 1963. The influence of nutrition on the relationships between gastrointestinal parasites and their hosts. *Proceedings of the Nutrition Society*, 22, 15 - 20.
- Gibson, T. E., Parfitt, J. W. 1972. The effect of age on the development by sheep of resistance to *Trichostrongylus colubriformis*. *Research in Veterinary Science*, 13, 529 - 535.
- Gordon, H. M., Graham, N. P. H. 1933. A few cases of infestation with *Chabertia ovina*, *Australian Veterinarian Journal*, 9, 198 - 199.
- Gupta, S. J. 1961. The effects of temperature on the survival and development of the free - living stages of *Trichostrongylus colubriformis*, in: Levine, N. D. (edt.), *Nematode Parasites of Domestic Animals and of Man*. Second Edition, Burgess Publishing Company, Minneapolis, 135 - 221.
- Hartwig, N. 2000. Control of internal parasites of sheep. *Animal Science*, 9, 8.
- Helle, O. 1981. The significance of the winter survival of free - living stages on the epidemiology of nematodiasis: Its effect in correction with set - stocking and alternative grazing with sheep and cattle. *Current Tropical Veterinary Medical Animal Science*, 287 - 299.

- Holmes, J. C., Price, P. W., 1986. Communities of parasites. in Anderson, D. J., Kikkawa, J. (edt.), Community Ecology: Patterns and Processes. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 187–213.
- Holmes, P. 1993. Interactions between parasites and animal nutrition: the veterinary consequences. Proceedings of the Nutrition Society, 52, 113 - 120.
- Hoste, H. 2001. Adaptive physiological processes in the host during gastrointestinal parasitism. International Journal for Parasitology, 31, 231 - 244.
- Humbert, J. F., Comes, A. M., Cabaret, J. Thiam, A., Cheihkh, D. 1995. Ecological, morphological, and genetic characterization of sympatric *Haemonchus* spp. of parasites of domestic ruminants in Mauritania. Parasitology, 110, 483 - 492.
- Chitwood, B. G. 1937. A revised classification of the Nematoda. in Lee, D. (edt.), The Biology of Nematodes. CRC Press, New York, 1 - 30.
- Chitwood, B. G., Chitwood, M. B. 1933. The characters of a protonematode. In: Lee, D. ed. 2002. The Biology of Nematodes. CRC Press, New York, 1 - 30.
- Chroust, K. 1997. Control of gastrointestinal helminth infections in lamb pasture rearing. Veterinární medicína, 42, 3, 67 - 70.
- Jackson, F., Miller, H. R. P., Newlands, G. J. F., Wright, S. E, Hay, L. A. 1988. Immune exclusion of *Haemonchus contortus* larvae in sheep: dose dependency, steroid sensitivity and persistence of the response. Research in Veterinary Science, 44, 320 - 323.
- Jíra, J. 1998. Lékařská helmintologie. Helminthoparazitární nemoci. Nakladatelství Galén, Praha, 366 - 367.
- Jírovec, O. 1948. Parasitologie pro zvěrolékaře, Nakladatelství české akademie věd a umění, Praha, 435 s.
- Jorgensen, L. T., Leathwick, D. M., Charleston, W. A. G., Godfrey, P. L., Vlassoff, A., Sutherland, I. A. 1998. Variation between hosts in the developmental success of the free -

- living stages of trichostrongyle infections in sheep. *International Journal for Parasitology*, 28, 1347 - 1352.
- Jurášek, V., Dubinský, P., Bírová, V., Borošková, Z., Breza, M., Csizmárová, G., Čorba, J., Goldová, M., Hanzelková, V., Juriš, P., Krupier, I., Laciak, V., Letková, V., Nevole, M., Peťko, B. 1993. *Veterinárná parazitológia. Príroda a.s., Bratislava*, 382 s.
- Kennedy, C. R. 1975. *Ecological Animal Parasitology*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 136 pp.
- Kotrlá, B., Černý, V., Kotrlý, A., Minář, J., Ryšavý, B., Šebek, Z. 1984. *Parazitózy zvěře*. Academia, Praha, 191 s.
- Langrová, I., Jankovská, I. 2004. Arrested development of *Trichostrongylus colubriformis* in experimentally infected rabbits. Effect of decreasing photoperiod, low temperature and desiccation. *Helminthologia*, 41, 85 - 90.
- Leathwick, D. M., Miller, C. M., Brown, A. E., Sutherland, I. A. 1999. The establishment rate of *Ostertagia circumcincta* and *Trichostrongylus colubriformis* in lactating Romney ewes. *International Journal for Parasitology*, 29, 315 - 320.
- Levine, N. D. 1980. *Nematode Parasites of Domestic Animals and of Man*. Second Edition, Burgess Publishing Company, Minneapolis, 477 s.
- Lichtenfels, J. R. 1980. Keys to genera of the Superfamily Strongyloidea. CIH keys to the nematode parasites of vertebrates. Farnham Royal. Commonwealth Agricultural Bureau, 1-41.
- Manton, V. J. A., Peacock, R., Poynter, D., Silverman, P. H. and Terry, R. J. 1962. The influence of age in naturely acquired resistance to *Haemonchus contortus* in lambs. *Research in Veterinary Science*, 3, 308 - 314.
- McClure S. J., Emery, D. L., Wagland, B. M., Jones, W. O. 1992. A serial study of rejection of *Trichostrongylus colubriformis* by immune sheep. *International Journal for Parasitology*, 22, 227 - 234.

- McClure, S. 2000. Sheep immunity of gastrointestinal nematode parasites. CSIRO Livestock Industries in Australia, Locked Bag 1, Armidale NSW 2350.
- McClure, S. J., McClure, T. J. and Emery, D. L. 1999. Effects of molybdenum intake on primary infection and subsequent challenge by the nematode parasite *Trichostrongylus colubriformis* in Merino lambs. *Research in Veterinary Science*, 67; 17 - 22.
- Michel, J. F. 1974. Arrested development of nematodes and some related phenomena. *Advances in Parasitology*, 12, 279 - 366.
- Miller, H. R. P. 1996. Mucosal mast cells and the allergic response against nematode parasites. *Vet Immunol. Immunopathology*, 54, 331 - 336.
- Niezen, J. H., Miller, C. M., Robertson, H. A., Wilson, S. R., Mackay, A. D. 1998. Effect of topographical aspect and farm system on the population dynamics of *Trichostrongylus* larvae on a hill pasture. *Veterinary Parasitology*, 78, 37 - 48.
- Nolan, T. Nematode Taxonomy [online]. 2002 [cit. 2009-10-03]. Dostupné z <<http://cal.vet.upenn.edu/projects/paralab/labs/nematax.htm>>.
- Nolan, T., Connolly, J. 1990. Effect of mixed grazing on establishment and maintenance of clover in a sown regrass with Dover sward. Soil grassland animal relationships. In: Proc. 13th General Meeting of the European Grassland Federation. Banská Bystrica, 25 - 29 June, p. 134.
- O'Connor, L. J., Walkden - Brown, S. W., Kahn, L. P. 2006. Ecology of the free - living stages of major trichostrongylid parasites of sheep. *Veterinary Parasitology*, 142, 1 - 15.
- Onah, D. N., Nawa, Y. 2000. Mucosal immunity against parasitic gastrointestinal nematodes. *The Korean Journal of Parasitology*, Vol. 38, No. 4, 209 - 236.
- Parkins, J. J., Holmes, P. H. 1989. Effects of gastrointestinal helminth parasites on ruminant nutrition, *Nutrition Research Review*, 2, 227 - 246.

- Parkins, J. J., Taylor, L. M., Holmes, P. H., Armour, J., Bairden, K., Salman, S. 1990. Pathophysiological and parasitological studies on a concurrent infection of *Ostertagia ostertagi* and *Cooperia onchophora* in calves. *Research in Veterinary Science*, 48, 201 - 208.
- Pfeffer, A., Douch, P. G. C., Shaw, R. J., Gatehouse, T. K., Rabel, B., Green, R. S., Shirer, C. L., Jonas, W. E., Bisset, S. 1996. Sequential cellular and humoral responses in the abomasal mucosa and blood of Romney sheep dosed with *Trichostrongylus axei*. *International Journal for Parasitology*, 26, 765 - 773.
- Poppi, D. P., MacRae, J. C., Brewer, A., Coop, R. L. 1986. Nitrogen transactions in the digestive tract of lambs exposed to the intestinal parasite *Trichostrongylus colubriformis*. *British Journal of Nutrition*, 55, 593-602.
- Poppi, D. P., MacRae, J. C., Corrigan, W., Coop, R. L. 1981. Nitrogen digestion in sheep infected with intestinal parasites. *Proceedings of the Nutrition Society*, 40, 116A.
- Poulin, R. 1998. *Evolutionary Ecology of Parasites*. Chapman and Hall, London.
- Poulin, R., Luque, J. L. 2003. A general test of the interactive - isolationist continuum in gastrointestinal parasite communities of fish. *International Journal of Parasitology*, 33, 1623-1630.
- Pugliese, A. 2000. Coexistence of macroparasites without direct interactions. *Theoretical Population Biology*, 57, 145-165.
- Rehbein, S., Lindner, T., Kollmannsberger, M., Winter, R., Visser, M. 1997. Untersuchungen zum Helminthenbefall von Schlachtschafen in Oberbayern 3 Mitt.: Verleitung der Siedlungsorte der Dickdarmnematoden beim Schaf. *Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift*, 110, 223 - 228.
- Reveron, A. E., Topps, J. H., Selman, A. L. 1974. Mineral metabolism and skeletal development of lambs affected by *Trichostrongylus colubriformis*. *Research in Veterinary Science* 16, 31 - 319.
- Roberts, L. S., 2000. The crowding effect revisited. *Journal of Parasitology*, 86, 209-211.

- Roberts, M. G., Dobson, A. P. 1995. The population dynamics of communities of parasitic helminths. *Mathematical Bioscience*, 126, 191–214.
- Rommel, M., Eckert, J., Kutzer, E., Körtig, W., Schnieder, T. 2000. *Veterinärmedizinische Parasitologie*. 5. vollständig neubearbeitete Auflage. Parey, Berlin, 915 pp.
- Ross, I. C., Kauzal, G. 1933. The life cycle *Stephanurus dentatus*, The kidney worm of pigs with observations on its economic importance in Australia and suggestions for its control. *Bulletin of the Council for Scientific and industrial Research, Australia* No. 58, 80.
- Rowe, J. B., Abbott, E. M., Dargie, J. D., Holmes, P. H. 1982. The effect of haemonchosis and blood loss into the abomasum on N digestion in sheep. *Proceedings of the Nutrition Society*, 41,74A.
- Rowe, J. B., Nolan, J. V., de Chaneet, G., Teleni, E., Holmes, P. H. 1988. The effect of haemonchosis and blood loss into the abomasum on digestion in sheep. *British Journal of Nutrition*, 59, 125 - 1139.
- Shaw R. J., Gatehouse, T. K., McNeill, M. M. 1998. Serum IgE responses during primary and challenge infections of sheep with *Trichostrongylus colubriformis*. *International Journal for Parasitology*, 28, 293 - 302.
- Simberloff, D. 1990. Free - living communities and alimentary tract helminths: hypotheses and pattern analyses. in Esch, G. W., Albert, A. O., Aho, J. M. (eds.), *Parasite Communities: Patterns and Processes*. Chapman & Hall, London, pp. 289–319.
- Skrjabin, K. I. 1957. *Parasitologie domácích zvířat*, SZN Praha.
- Skřivánek, M., Chroust, K., Švec, K., Bílek, M., Horák, F., Jílek, F. 1991. Pastevní odchov jehňat. *Zemědělec*, 41, 3 - 5.
- Slocombe, J. O. D. 1974. Abomasal Nematodes in Cattle in Ontario. *Canadian Journal of Comparative Medicine*, 38 (1), 18 – 21.

- Smith, W. D., Angus, K. W. 1980. *Haemonchus contortus*: attempts to immunise lambs with irradiated larvae. *Research in Veterinary Science*, 29, 45 - 50.
- Smith, W. D., Jackson, F., Jackson, E., Williams, J. 1985. Age immunity to *Ostertagia circumcincta*: comparison of the local immune responses of 4½ - and 10 - month - old lambs. *Journal of Comparative Pathology*, 95, 235 - 245.
- Smith, W. D., Jackson, F., Jackson, E., Williams, J., Miller, H. R. P. 1984. Manifestations of resistance to ovine ostertagiasis associated with immunological responses in the gastric lymph. *Journal of Comparative Pathology*, 94, 591 - 602.
- Smyth, J. D. 1994. *Introduction to animal parasitology*, third ed, Cambridge university press, Cambridge, p. 549.
- Speedy, A. W., Gibson, A. 1983. Sheep production. In: Haresing, W. Ed. 1983. London, Butterworths, 335 - 350.
- Spindler, L. A. 1933. Effects of various physical factors on the survival of eggs and infective larvae of the swine nodular worm *Oesophagostomum dentatum*. *Journal of Parasitology*, 22, p. 529.
- Stear, M. J., Park, M. and Bishop, S. C. 1996. The key components of resistance to *Ostertagia circumcincta* in lambs. *Parasitology Today*, 12, 438 - 441.
- Steel, J. W. 1978. Inter - relationships between gastrointestinal helminth infection, nutrition and impaired productivity in the ruminant. In *Recent Advances in Animal Nutrition*, pp. 98 - 109. [D. J. Farrell, editor]. Armidale, NSW: University of New England Printing Unit.
- Sykes, A. R. Coop. R. L., Angus, K. W. 1979. Chronic infection with *Trichostrongylus vitrinus* in sheep: some effects on food utilisation, skeletal growth and certain serum constituents. *Research in Veterinary Science*, 26, 372 - - 377.
- Sykes, A. R., Coop, R. L. 1976. Intake and utilisation of food by growing lambs with parasite damage in the small intestine caused by daily dosing with *Trichostrongylus colubriformis* larvae. *Journal of Agricultural Science*, 86, 507 - 515.



- Symons, L. E. A. 1985. Anorexia; occurrence, pathophysiology and possible causes in parasitic infections. *Advances in Parasitology*, 24, 103 - 133.
- Symons, L. E. A., Jones, W. O. 1983. Intestinal protein synthesis in guinea pig infected with *Trichostrongylus colubriformis*. *International Journal for Parasitology*, 13, 309 - 312.
- Taylor S. M., Kilpatrick D. 1980. *Trichostrongylus vitrinus*: the influence of age of sheep and population size on the intestinal distribution. *Journal of Helminthology*, 54, 1 - 6.
- Thomas, N., Teshale, S., Kumsa, B. 2007. Abomasal nematodes of sheep and goats slaughtered in Awassa (Ethiopia): species composition, prevalence and vulvar morphology, Parasitological Institute of SAS, Košice, *Helmintologia*, 44, 2: 70 - 75.
- Thomas, R. J. 1959a. A comparative study of the life histories of *Nematodirus battus* and *N. filicollis*, nematode parasites of sheep. *Parasitology*, 49, 374 - 386.
- Thomas, R. J. 1959b. Field studies on the seasonal incidence of *Nematodirus battus* and *N. filicollis* in sheep. *Parasitology*, 49, 387 - 410.
- Thompson, D. P., Geary, T. G. 2002. Excretion/Secretion, Ionic and Osmotic Regulation. In: Lee, D. Ed. 2002. *The Biology of Nematodes*. CRC Press, New York, 291 - 320.
- Tort, J., Brindley, P. J., Knox, D., Wolfe, K. H., Dalton, J. P. 1999. Proteinases and associated genes of parasitic helminths. *Advances in Parasitology*, 43, 161 - 266.
- Tthrelkeld, W. L. 1948. The life history and pathogenicity of *Chabertia ovina*, Virginia Agricultural Experiment Station, Technical Bulletin No. 111, 27.
- Umur, S. 2005. An Abattoir Survey of Gastro - Intestinal Nematodes in Sheep in the Burdur Region, Turkey, *Journal of Veterinary Animal Science*, 29, 1195 - 1201.
- Urquhart, J. M., Jarrett, W. F. H., Jennings, F. W., McIntyre, W. I. M., Mulligan, W. 1966. Immunity to *Haemonchus contortus* infection: relationship between age and successful vaccination with irradiated larvae. *American Journal of Veterinary Research*, 27, 1645 - 1648.

- Van Wyk, J. A., Cabaret, J., Michael, L. M. 2004. Morphological identification of nematode larvae of small ruminants and cattle simplified, *Veterinary Parasitology*, 119, 277 - 306.
- Vlassoff A, McKenna P. B. 1994. Nematode parasites of economic importance in sheep in New Zealand. *New Zealand Journal of Zoology*, 21, 1–8.
- Vlassoff, A. 1973. Seasonal incidence of infective trichostrongyle larvae on pasture grazed by lambs. *New Zealand Journal of Experimental Agriculture*, 1, 293 - 301.
- Vlassoff, A. 1976. Seasonal incidence of infective trichostrongyle larvae on pasture: the contribution of the ewe and the role of the residual pasture infestation as sources of infection to the lamb. *New Zealand Journal of Experimental Agriculture*, 4, 281– 284.
- Vlassoff, A. 1982. Biology and population dynamics of the free living stages of gastrointestinal nematodes of sheep. In: Ross, A.D. Ed. *Control of Internal Parasites of Sheep and Animal Industries Workshop*, 11 - 20.
- Vlassoff, A., Leathwick, D. M., Heath, A. C. G. 2001. The epidemiology of nematode infections of sheep. *New Zealand Veterinary Journal*, 49, 213 - 221.
- Wagland, B. M., Emery, D. L., McClure, S. J. 1996. Studies on the host - parasite relationship between *Trichostrongylus colubriformis* and susceptible and resistant sheep. *International Journal Parasitology*, 26, 1279 - 1286.
- Wagland, B. M., Emery, D. L., McClure, S. J. 1996. Studies on the Host - Parasite Relationship between *Trichostrongylus colubriformis* and Susceptible and Resistant Sheep. *International Journal for Parasitology*, 26, 1279 - 1286.
- Wakelin, D. 1978. Immunity to intestinal parasites. *Nature*, 273, 617 - 620.
- Wetzel, R. 1931. On the feeding habits and pathogenic action of *Chabertia ovina*, *North American Veterinarian*, 12, 25 - 28.
- Whitlock, J. H. 1949. The relationship of nutrition to the development of Trichostrongylidoses. *Cornell Veterinarian*, 39, 146 - 182.

Ziam, H., Pandey, V. S., Darwiche, J., Losson, B., Kumar, V. 1999. Biological parameters of *Trichostrongylus colubriformis* in *Meriones unguiculatus*. *Veterinary Parasitology*, 81, 309 - 32.

Zimmermann, G. L., Worley, D. E., Rickard, L. G. 1993. Epidemiology of *Ostertagia* in the North Western U.S.A. *Veterinary Parasitology*, 46, 303 - 311.