

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra zoologie a rybářství**



**Sezónní dynamika infekcí vyvolaných gastrointestinálními  
helminty a plicnivkami u mladých koz v ekologickém  
chovu**

**Diplomová práce**

**Autor práce: Bc. Iveta Angela Kyriánová**

**Vedoucí práce: Doc. Ing. Jaroslav Vadlejch, Ph.D.**

© 2015 ČZU v Praze

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Sezónní dynamika infekcí vyvolaných gastrointestinálními helminty a plicivkami u mladých koz v ekologickém chovu" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 3. 4. 2014

\_\_\_\_\_

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala Doc. Ing. Jaroslavu Vadlejchovi, Ph.D. za trpělivé vedení, cenné rady a podněty v průběhu zpracování diplomové práce a za pomoc při odběrech vzorků. Také bych ráda poděkovala Bc. Martině Pilzové za pomoc při odběrech vzorků na farmě a majiteli farmy za umožnění odběru vzorků.

# Sezónní dynamika infekcí vyvolaných gastrointestinálními helminty a plicnivkami u mladých koz v ekologickém chovu

## Souhrn

Tato diplomová práce je zaměřena na průběh sezónní dynamiky gastrointestinálních helmintů a plicnivek u mladých koz v ekologickém chovu. Důležitou skupinou helmintů jsou gastrointestinální hlístice, které v chovech koz způsobují zejména ekonomické škody, následkem snížené produkce mléka, masa a zvýšenými výdaji na léky a veterinární ošetření. Problematika gastrointestinálních hlístic je díky nárůstu rezistence na anthelmintika v chovech koz, ale i v chovech ovcí a skotu, v poslední době velmi aktuální. Anthelmintické preparáty jsou velmi často chybně aplikovány, což vznik rezistence podporuje.

Studie byla provedena na ekologické kozí farmě ve středních Čechách, kde byly v období od ledna 2014 do ledna 2015 každý měsíc odebrány vzorky výkalů ve stádě mladých koz, které byly následně koprologicky vyšetřeny v parazitologické laboratoři katedry zoologie a rybářství FAPPZ ČZU v Praze. Celkem bylo vyšetřeno 291 vzorků, ve kterých byla determinována vajíčka trichostrongylidních hlístic, *Trichuris* sp., *Moniezia* sp. a larvy *Muellerius* sp. Následně byla vyhodnocena celková prevalence a průběh sezónní dynamiky u zjištěných gastrointestinálních helmintů. V závěru práce jsou zhodnoceny faktory (exogenní a endogenní), které mají vliv na průběh sezónní dynamiky zjištěných gastrointestinálních helmintů. Mezi exogenní faktory patří management pastvy a místní klimatické podmínky, které ovlivňují přítomnost a dobu přežití larev na pastvině. Mezi endogenní faktory patří věk zvířat a imunita, ale také zastoupení jednotlivých druhů gastrointestinálních parazitů a jejich vzájemná interakce.

Vzhledem k rozmachu ekologického zemědělství a nárůstu rezistence na chemická anthelmintika se v současné době testují různé přírodní preparáty, které by chemické látky nahradily. Díky poptávce po přírodních preparátech potlačujících zatížení gastrointestinálního traktu hlísticemi se bude budoucnost zcela jistě ubírat i tímto směrem.

**Klíčová slova:** trávicí trakt, plíce, hlístice, koza, ekologické zemědělství

# **Seasonal dynamics of gastrointestinal nematodes and lungworm infections in young goats on organic farming**

## **Summary**

This diploma thesis examines the progress of the seasonal dynamics of gastrointestinal helminths and lungworms in young goats on an organic farm. Gastrointestinal nematodes are an important group of helminths that can economically damage goat breeding, due to reduced milk and meat production and increased veterinary costs. The issue of gastrointestinal nematodes has recently been highly topical due to the increased resistance of anthelmintics in goat breeding. Anthelmintic drugs are often erroneously administered which supports the development of resistance.

The study was conducted on an organic goat farm in central Bohemia, where faecal samples from a herd of young goats were collected each month from January 2014 to January 2015, which were subsequently coprologically examined in the parasitological laboratory of the Department of Zoology and Fisheries, Faculty of Agrobiological Sciences, Food and Natural Resources, Czech University of Life Sciences Prague. We examined 291 samples from which trichostrongylid nematodes, *Trichuris* sp., *Moniezia* sp. eggs and larvae *Muellerius* sp. were determined. The overall prevalence and course of the seasonal dynamics of the detected gastrointestinal helminths were subsequently evaluated. Exogenous factors include grazing management and local climatic conditions that affect the presence and survival of larvae on the pasture. The endogenous factors include the age of the animals and immunity, as well as the individual species and interaction of the gastrointestinal parasites.

Due to the growth in organic farming and the increase in the resistance of anthelmintics, various natural remedies to suppress gastrointestinal nematodes are currently being tested, which is the definite direction to proceed in.

**Keywords:** digestive tract, lungs, nematodes, goat, organic farming

# Obsah

1. Úvod .....	9
2. Vědecká hypotéza a cíle práce .....	10
3. Literární rešerše .....	11
3.1. Stručná charakteristika kmene Nematoda .....	11
3.1.1. Taxonomie hlístic .....	11
3.1.2. Morfologie hlístic .....	12
3.1.3. Vývojový cyklus hlístic .....	14
3.2. Hlístice parazitující v gastrointestinálním traktu koz .....	15
3.2.1. Hlístice parazitující ve slezu .....	15
3.2.2. Hlístice parazitující v tenkém střevě .....	16
3.2.3. Hlístice parazitující v tlustém střevě .....	17
3.2.4. Hlístice parazitující v plicích .....	18
3.2.5. Vzácnější druhy hlístic v gastrointestinálním traktu přežvýkavců .....	19
3.3. Tasemnice parazitující v gastrointestinálním traktu koz .....	19
3.4. Role parazitů v ekosystému .....	20
3.5. Význam parazitóz v ekologickém chovu koz .....	22
3.5.1. Helmintózy u koz .....	23
3.5.2. Reakce imunitního systému na výskyt hlístic v GI traktu .....	25
3.6. Interakce mezi parazitem a hostitelem .....	26
3.6.1. Vliv klimatických podmínek na výskyt GI hlístic .....	27
3.6.2. Management pastvy .....	29
3.7. Tlumení helmintóz .....	31
3.7.1. Anthelmintika .....	31
3.7.2. Rezistence na athelmintika .....	33
3.7.3. Alternativní metody tlumení hlístic .....	34
4. Materiál a metody .....	36

<b>4.1. Charakteristika farmy .....</b>	<b>36</b>
<b>4.2. Odběr a zpracování vzorků.....</b>	<b>38</b>
<b>4.3. Použité statistické metody .....</b>	<b>40</b>
<b>5. Výsledky .....</b>	<b>42</b>
<b>6. Diskuse .....</b>	<b>49</b>
<b>7. Závěr .....</b>	<b>55</b>
<b>8. Seznam literatury .....</b>	<b>56</b>
<b>9. Přílohy .....</b>	<b>62</b>

# 1. Úvod

V posledních letech dochází k nárůstu zájmu o ekologii a zvyšuje se počet farem, které nabízejí výrobky od zvířat chovaných v systémech ekologického zemědělství. Výrobky označené jako „bio“ nebo „organic“ jsou nyní módní záležitostí a vyhledávaným artiklem. Na rozdíl od konvenčních chovů je ekologický chov definován základními směrnicemi, které zahrnují nejen snížené používání chemických látek, ale celkově jiný přístup k samotnému výrobnímu procesu a způsob myšlení, do kterého je zahrnuta vize udržitelného přístupu k životnímu prostředí, živočišné výrobě a životních podmínkách zvířat (welfare). V systémech ekologického zemědělství je ve vyspělých zemích chována většina koz, zejména pro jejich produkci mléka, které slouží pro výrobu velmi kvalitních sýrů. V rozvojových zemích je koza chována spíše pro maso, kde v chudých zemědělských oblastech i u malochovatelů je cenným, často jediným, zdrojem bílkovin.

Koza je často chována společně s ovci nebo jinými hospodářskými zvířaty v systému tzv. hromadné pastvy, kde může docházet k přenosu vajíček nebo oocyst parazitů ze společných výkalů. Skot a malí přežvýkavci se mohou infikovat stejnými druhy parazitů, ale mají obvykle své vlastní, pro ně specifické kmeny. Parazitózy způsobují v chovech koz značné ekonomické škody způsobené především sníženou produkcí mléka a masa, zvýšenými výdaji na léčbu zvířat, při závažných infekcích může dojít i k úhynu zvířat. Díky chybnému užívání anthelmintik došlo v chovech koz k rozvoji rezistence na všechny skupiny anthelmintických preparátů. Je proto potřeba zaměřit pozornost na vývoj přírodních látek, které by nahradily současné komerčně užívané anthelmintika a bylo by je také možno používat v systémech ekologického zemědělství. Kozy jsou na následky parazitóz v gastrointestinálním traktu citlivé i díky jejich snížené schopnosti vybudovat si přirozenou imunitu, protože kozy investují menší množství živin (zejména proteinů) do vyvolání imunitní reakce. Je známým faktem, že správná výživa hraje zásadní roli na zvýšení obranyschopnosti a odolnosti, poskytneme-li organismu hostitele dostatek živin přísunem vyvážené stravy, zabezpečíme tím vytvoření dostatečně silné imunitní reakce proti působení parazitů a k udržení celkové homeostázy organismu.



## **2. Vědecká hypotéza a cíle práce**

### **Vědecká hypotéza:**

Vylučování vajíček trichostrongylidních hlístic u mladých koz v průběhu roku vykazuje specifické charakteristiky, které jsou závislé na exogenních i endogenních faktorech.

### **Cíl práce:**

Cílem této práce je získat přehled o sezónní dynamice infekcí vyvolaných gastrointestinálními helminty a plicnívkami v ekologickém chovu koz.

## 3. Literární rešerše

### 3.1. Stručná charakteristika kmene Nematoda

#### 3.1.1. Taxonomie hlístic

Nematoda (hlístice) jsou pozoruhodně úspěšné volně žijící organismy, stejně jako parazité. Rozmanitost jejich životních cyklů a hostitelů odráží jejich tendence k parazitismu a schopnost adaptability na nové, náročnější podmínky (Blaxter, 2003). Vzhledem k makroskopické velikosti většiny hlístic, závisí současná taxonomie do značné míry na morfologických znacích patrných pod světelným mikroskopem. Nejčastěji používanými znaky jsou ústní a hltanové struktury, lze rozlišovat i další morfologické charakteristiky, kterými jsou např. stavba kutikuly, pysků a zadní části těla. Způsob života hlístic bývá také odlišný (Dorris et al., 1999). Hlístice jsou tradičně členěny do dvou tříd, Adenophorea a Secernentea (Blaxter et al., 1998). Do třídy Adenophorea je zahrnuta řada mořských, sladkovodních a půdních hlístic, ale málo parazitů rostlin a zvířat. Do třídy Secernentea, jsou zahrnuté převážně terestrické druhy hlístic (Blaxter, 2003). Tato třída zahrnuje řády: Ascaridida, Oxyurida, Rhabditida, Spirurida a také Strongylida. Do řádu Strongylida, nadčeledi Trichostrongyloidea patří hlístice parazitující v gastrointestinálním traktu přežvýkavců. Hlístice jsou od ostatních helmintů (Platyhelminthes, Acanthocephala) biologicky velmi odlišné (Sutherland et Scott, 2010).

Díky molekulární biologii došlo k rozšíření a prohloubení evoluční historie nematod, zejména využitím genetických markerů. Blaxter et al. (1998) vytvořili první molekulárně fylogenetický systém nematod s využitím sekvence DNA (SSU rDNA, small subunit ribosomal DNA), která je důležitým zdrojem molekulární charakteristiky pro zhodnocení vztahů taxonů organismu. Na základě molekulárních analýz Blaxter et al. (1998) rozdělili hlístice do pěti větví, tzv. kládů („clade“). Klád I a II náleží do třídy Adenophorea. Do těchto kládů jsou zahrnuty fytoparazitické taxony, do kládu I je také zahrnut řád Trichocephalida (*Trichinella* spp. a *Trichuris* spp.) a také paraziti hmyzu. Třída Secernentea náleží do kládů III - V. Tyto klády jsou seskupeny podle trofické ekologie, neodpovídají tedy klasickému rozdělení.

Klád III je tvořen řády Ascaridida, Oxyurida, Spirurida a Rhigonematida. Klád IV a V je tvořen volně žijícími taxony, řád Strongylida je obsažen v kládu V.

### 3.1.2. Morfologie hlístic

Tělo většiny hlístic má válcovitý, nesegmentovaný tvar zužující se na obou koncích. Na povrchu těla je bezbarvá, mírně průsvitná vrstva kutikuly bohatá na kolagen (Taylor et al., 2007) pokrývající celý vnější povrch těla hlístice a zasahující do všech tělních otvorů, ústního otvoru, hltanu, rektálního a genitálního otvoru (Hendrix et Robinson, 2014). Kutikula je vylučována buňkami hypodermu, který pokrývá povrch těla mezi kutikulou a svalstvem, s výběžky, které pronikají do těla a tvoří dva laterální kanálky (exkreční systém) a kanálky dorzální a ventrální (nervové provazce). Kutikula a její struktura se mezi jednotlivými skupinami hlístic liší, její složení se mění v závislosti na životním cyklu (Taylor et al., 2007). Kutikula je fyziologicky aktivní struktura, která působí jako ochranná bariéra pro škodlivé prvky v okolí (Bird et Bird, 1991). Mezi vrstvou hypodermu a tělní dutinou jsou v podélném směru uspořádány svalové buňky. Střídající se kontrakcí a relaxací dorzálních a ventrálních svalů je zabezpečen pohyb hlístic. Tělní dutina typických hlístic není považována za coelom, ale za pseudocoel lemovaný pseudocoelomovou membránou (Hendrix et Robinson, 2014). Tvar a napětí těla je udržován díky vysokému turgoru tělní tekutiny, která se také podílí na rozvodu živin (část živin je také přijímána povrchem těla). Většina z vnitřních orgánů jsou vláknité a suspendují ve fluidním prostředí tělní dutiny (Taylor et al., 2007). Střevo hlístic je v podstatě rovná trubice, která vede od hltanu k anusu (Sutherland et Scott, 2010). Obecně, se trávicí trubice nematod skládá ze tří částí. Stomodeum, který zahrnuje ústní otvor, pysky, ústní dutinu a hltan, střevo a proctodeum, který zahrnuje rectum u samic a kloaku u samečků (Lee, 2002).

Struktura ústního otvoru je velmi variabilní částí morfologie nematod a je vysoce uzpůsobena způsobu příjmu potravy jednotlivých druhů a vývojových stádií (Sutherland et Scott, 2010). Ústní otvor může být vytvořen buď jednoduchou invaginací kutikuly, nebo může být obklopen dvěma, třemi nebo šesti pysky (Hendrix et Robinson, 2014). Ústní otvor a pysky jsou stejně jako ostatní části těla pokryty kutikulou. Za ústním otvorem následuje hltan, což je svalová struktura, která zajišťuje příjem potravy do střeva. Střevo musí odolávat

tlaku pseudocoelomové tekutiny, která má sklon ke kompresi střev. Aby se zabránilo regurgitaci, je mezi hltanem a střevem „chlopeň“ (Sutherland et Scott, 2010). Struktura a vzhled hltanu se liší nejen mezi jednotlivými druhy, ale také mezi různými fázemi životního cyklu. Mezi ústním otvorem a hltanem je ústní dutina, která se mezi jednotlivými druhy liší svým tvarem, od rudimentální u většiny zástupců Trichostrongyloidea, úzké u Rhabditida, dobře vyvinuté u *Strongyloides* sp., válcovité (*Oesophagostomum*) až po kulovité (*Strongylus* sp.). Obecně je ústní dutina symetrická, ale může být i asymetrická jako je např. u *Chabertia ovina* (Lee, 2002). Dle Hendrix et Robinson (2014) jsou nejdůležitějšími orgánovými soustavami hlístic trávicí a reprodukční ústrojí.

Většina hlístic vykazuje sexuální dimorfismus, samečci jsou obvykle menší než samičky (Sutherland et Scott, 2010). Reprodukční systém samečka vyúsťuje do kloaky na zadním konci těla, reprodukční systém samičky vyúsťuje vaginálním otvorem, vulvou na povrchu těla. Vulva může být umístěna různě mezi předním a zadním koncem těla, poloha tohoto vyústění je systematickým znakem (Lee, 2002). Samička má jeden až dva tubulární vaječníky (Hendrix et Robinson, 2014), zřídka více (u některých parazitických hlístic jich může mít samička čtyři, šest nebo třicet dva). Slepě zakončený vaječník je připojen k děloze, která ústí do vaginálního otvoru (Lee, 2002). Ve vaječnicích samiček se tvoří oocyty, které vejcovodem putují do dělohy, kde dojde k jejich oplození. V děloze se vytvoří vajíčka, která jsou obalena několika obaly a následně odcházejí z těla samiček ven. Samičky hlístic jsou velmi plodné, každá samička je schopna produkovat několik tisíc vajíček denně. U většiny hlístic jsou si vajíčka morfologicky velmi podobná, mají elipsoidní tvar s průhledným obalem, i když existují výjimky (Hendrix et Robinson, 2014). Tyto rozdíly v morfologii vajíček jsou obvykle specifické a další druhy stejného rodu mají často vajíčka morfologicky odlišná. Konkrétní morfologické odchylky se vyskytují nejčastěji u hlístic parazitujících u zvířat a zde je jejich charakteristický tvar užitečnou pomůckou pro jejich determinaci. Neven, že jsou si vajíčka morfologicky podobná, mají i podobnou velikost, bez ohledu na velikost dospělce. Obaly vajíček se zpravidla skládají ze tří základních vrstev, které jsou vylučovány vajíčkem. Jedna nebo dvě vrstvy jsou vylučovány dělohou a mohly by být nazvány „děložní vrstvy.“ Základní vrstvy jsou, vnitřní lipidová, střední chitinózní a vnější vitelinní. Morfologie vrstev obalů vajíček se ovšem mezi různými rody značně liší (Bird et Bird, 1991).

### 3.1.3. Vývojový cyklus hlístic

Obvyklou částí životního cyklu hlístic je vajíčko nebo larva, schopná přežít v náročném prostředí. Vajíčka některých hlístic mají až pozoruhodnou schopnost přežít (Bird et Bird, 1991). Během svého vývoje prochází hlístice čtyřmi larválními stádii L1 - L4, která jsou během ontogeneze oddělená svlékáním kutikuly. Konečné stádium L5 jsou nezralí dospělci. Jedním ze základních rysů životního cyklu hlístic je, že bezprostřední infekce z jednoho konečného hostitele do druhého se vyskytuje jen zřídka. U většiny druhů hlístic dochází k vývoji v prostředí (výkaly na pastvině), případně v mezihostiteli (Taylor et al., 2007). Mezihostiteli jsou obvykle bezobratlí, někdy dochází při přenosu k využití fakultativního nebo paratenického mezihostitele (Anderson, 2000).

Hlístice jsou až na výjimky gonochoristi s rozmanitými vývojovými cykly (Anderson, 2000). Životní cyklus může být monoxenní neboli přímý (geohelminți) nebo heteroxenní neboli nepřímý (biohelminți). Během monoxenního vývoje projde volně žijící larva dvěma svlékáními kutikuly do stádia L3, k nákaze hostitele dojde pozřením této infekční larvy. V některých případech může dojít k nákaze narušením pokožky hostitele nebo pozřením vajíčka, které obsahuje infekční larvu, tato larva již prošla svlékáním ve vajíčku (Taylor et al., 2007). Během heteroxenního vývoje hlístic proběhnou první dvě svlékání kutikuly v mezihostiteli a definitivní hostitel se nakazí per orálně pozřením mezihostitele nebo larev ve stádiu L3. Následně dojde k dalším dvěma svlékáním uvnitř gastrointestinálního traktu definitivního hostitele, až do stádia L5. Další životní cyklus začíná po kopulaci dospělých jedinců (Hendrix et Robinson, 2014). V případě gastrointestinálních parazitů může vývoj probíhat zcela v lumenu střeva nebo pouze s omezeným pohybem do sliznice střeva. Mnoho druhů hlístic musí migrovat organismem hostitele až na místo svého definitivního parazitování, tuto larvu, migrující tělem hostitele, nazýváme larva migrans. Nejčastější je hepato - tracheální migrace, kdy larva putuje ze střeva přes portální systém do jater, poté přes jaterní žíly a zadní dutou žílu do srdce a odtud přes plicní artérie do plic (Taylor et al., 2007).

Během nepříznivých podmínek může dojít u některých druhů nematod k přerušení vývoje larev. Této adaptaci na nepříznivé podmínky říkáme hypobióza. Díky hypobióze je zabezpečeno přežití larev uvnitř organismu hostitele během nepříznivého období, k dalšímu vývoji dojde pouze tehdy, pokud se podmínky změní a stanou se příznivé pro vývoj a přežití larev mimo organismus hostitele (Smith et Sherman, 2009).

## 3.2. Hlístice parazitující v gastrointestinálním traktu koz

### 3.2.1. Hlístice parazitující ve slezu

Celosvětově jsou spojeni s vysokou nemocností zvířat, úmrtností a ekonomickými ztrátami *Haemonchus contortus*, *Teladorsagia circumcincta* a *Trichostrongylus axei*. U koz je obecně považován za nejvíce patogenní *H. contortus* (řád Strongylida) jehož dospělci a larvy L4 jsou hematofágní. Způsobují primárně anémii a edém čelisti (Smith et Sherman, 2009). *H. contortus* je velmi plodný a u malých přežvýkavců může dominovat v koprokulturách i když jsou přítomni dospělci z jiných rodů ve značném počtu (Zajac et Conboy, 2012). Samička *H. contortus* může dosahovat až 3 cm na délku, což řadí tohoto parazita mezi největší strongylidní hlístice přežvýkavců. Samička může produkovat až tisíce vajíček každý den a larvy se mohou během období pastvy rychle kumulovat na pastvinách. Prepatentní fáze tohoto parazita trvá obvykle 17 - 21 dnů (Elsheikha, 2011). Dospělci přežívají v hostiteli jen krátce, obvykle jen několik měsíců. Na rozdíl od mnoha jiných gastrointestinálních hlístic *H. contortus* není dle Zajac (2006) primární příčinou průjmů u zvířat, v důsledku toho může být jeho působení ve stádě poněkud záluďné, protože rutinní pozorování zvířat nemusí odhalit skutečný rozsah infekce. Majitel stáda nemusí toto onemocnění odhalit do doby, než dojde k prvnímu úmrtí. Haemonchóza se obecně vyskytuje u mladých zvířat a u zvířat s oslabenou imunitou nebo u koz vystaveným vysokým hladinám infekce (Zajac, 2006).

Druhou důležitou gastrointestinální hlísticí, ale již méně patogenní je *Teladorsagia circumcincta* (řád Strongylida), nedávné genetické analýzy našly větší rozdíly mezi jednotlivými kmeny *T. circumcincta* (dříve *Ostertagia circumcincta*) včetně porovnání *T. circumcincta* u koz a ovcí, než tomu bylo mezi hlavními a vedlejšími morfotypy (Sutherland et Scott, 2010). Na rozdíl od *H. contortus* není samička *T. circumcincta* tak plodná a dospělci se neživí primárně krví. Po proniknutí larev do hostitele, se nachází různě dlouho v gastrických žlázách slezu, kde způsobují změny, vedoucí k tvorbě uzlíků na sliznici. U těžkých infekcí může nastat u postižených zvířat průjem, anémie nebo hypoproteinémie. Prepatentní fáze trvá přibližně 3 týdny a stejně jako u *H. contortus* žijí dospělci v hostiteli jen několik měsíců (Zajac, 2006).

Jedním z několika důležitých *Trichostrongylus* spp. (řád Strongylida), které nacházíme u koz je *Trichostrongylus axei*, jako jediný primárně se nacházející ve slezu. Zřídka může být také nalezen v tenkém střevě (Smith et Sherman, 2009). *T. axei* je nejmenší z hlístic vyskytujících se ve slezu, kde se noří mezi epiteliální buňky, čímž zaujímá oproti jiným GI hlísticím mírně odlišnou niku (Sutherland et Scott, 2010).

### 3.2.2. Hlístice parazitující v tenkém střevě

V teplejších oblastech mírného pásma je rozšířenou hlísticí v chovech koz *Trichostrongylus colubriformis* (řád Strongylida). Tato hlístice je také relativně malá, po proniknutí do tenkého střeva dochází během 24 - 96 hodin ke svlékání a larva ze stádia L3 vstupuje do L4, další vývoj a svlékání do stádia L5 probíhá během 8 - 16 dnů od infekce (Balic et al., 2000). Larvy penetrují střevní epitel a způsobují ztrátu krve a enteritidy. Volně žijící larvy migrují po porostu horizontálně i vertikálně a hostitel se nakazí pozřením infekční larvy při spásání porostu (Niemann, 2013). *T. colubriformis* přispívají ke špatnému zdravotnímu stavu malých přežvýkavců, infekce se mohou projevat vysokými počty vajíček (Sutherland et Scott, 2010).

Mírně až výrazně patogenní u koz je *Strongyloides papillosus* (řád Rhabditida), jehož infekce mohou být spojeny s těžkými klinickými nemocemi mladých koz do dvanácti měsíců věku. Některé z pozorovaných příznaků byly typické pro gastrointestinální (GI) hlístice, jako jsou abnormální výkaly nebo průjem, anorexie, dehydratace, ale byly přítomny i neočekávané příznaky jako ataxie a ruptura jater (Smith et Sherman, 2009). Volně žijící larvy se vyvíjejí v prostředí, infekční larvy ve stádiu L3 pronikají do hostitele kůží nebo jsou pozřeny. Vajíčka lze detekovat běžnými flotačními technikami, jsou menší než vajíčka strongylidů a pokud již prošla do výkalů, obsahují larvu (Zajac et Conboy, 2012).

Kosmopolitně rozšířenou hlísticí, na kterou jsou vnímavá zejména mláďata je *Nematodirus* spp. (řád Strongylida). Samičky mají výrazně širší zadní část těla, protože k vývoji larvy dochází již ve vajíčku, která mají větší velikost (Sutherland et Scott, 2010). U dospělých přežvýkavců jsou příznaky infekce způsobené *Nematodirus* spp. obvykle mírné nebo bez příznaků, ale zpomalení růstu a zhoršená tělesná kondice, zejména vyhublost může mít za následek ekonomické ztráty. Vajíčka jsou velmi odolná vůči nepříznivým podmínkám

prostředí a jejich vývin po infekční larvu trvá 4 - 8 týdnů (Zhao et al., 2014). Larvy představují významný zdroj infekce, zejména na začátku jarní pastvy (Elsheikha, 2011). Do zažívacího traktu hostitele se dostanou při pozření spolu s pící a následně se v tenkém střevě svlékají a poté dosahují pohlavní zralosti. Tradičně byli druhy rodu *Nematodirus* identifikovány pouze na základě morfologických charakteristik, spikul a kopulační burzy u dospělců, ale dle Zhao et al. (2014) jsou tato kritéria pro konkrétní determinaci a diferenciaci druhů *Nematodirus* spp. nedostatečná, zejména pokud se jedná o identifikaci vajíček a larev a doporučují využívání molekulárních metod identifikace jednotlivých druhů.

### 3.2.3. Hlístice parazitující v tlustém střevě

Za tři hlavní druhy hlístic rodu *Oesophagostomum* (řád Strongylida), které se vyskytují v tlustém střevě koz, jsou považovány *Oe. asperum*, *Oe. columbianum* a *Oe. venulosum*. Majoritní patogenita těchto hlístic je způsobena larvami, kolem kterých se ve střevní sliznici tvoří abscesy obsahující v některých případech hnis. Stejně jako ostatní hlístice, mohou *Oesophagostomum* spp. způsobovat asymptomatické infekce subklinické a chronické povahy (Yu et al., 2012).

Ve vzorcích výkalů se u přežvýkavců často nacházejí vajíčka *Trichuris* spp. (řád Enoplida), klinické onemocnění projevující se průjmem je vzácné a je spojeno s těžkými infekcemi. Vajíčka produkovaná dospělými jedinci v tlustém střevě se spolu s výkaly dostanou do prostředí (kde se v nich formují larvy) a nejméně po třech týdnech dosáhnou infekční fáze a infikují hostitele při pozření. Při koprologickém vyšetření jsou vajíčka *Trichuris* spp. snadno identifikovatelná podle jejich citronkovitého tvaru, hnědé barvy se dvěma polárními zátkami. Vajíčkům *Trichuris* spp. jsou velmi podobná vajíčka *Aonchotheca* (*Capillaria*) spp., která se nachází v tenkém střevě přežvýkavců (skotu a ovcí), ale jsou menší a světlejší než vajíčka *Trichuris* spp. (Zajac et Conboy, 2012).



### 3.2.4. Hlístice parazitující v plicích

V plicních sklípcích, průdušinkách nebo průduškách parazituje u koz a ovcí dospělec *Muellerius capillaris* (řád Strongylida) jehož larvy v prvním vývojovém stádiu můžeme spatřit při vyšetření výkalů (flotační technikou nebo Baermannovým testem). Tyto hlístice procházejí nepřímým vývojem. Mezihostitel, suchozemský plž, se nakazí pozřením infekční larvy v prvním vývojovém stádiu, která se nachází ve výkalech na pastvině (Matthews, 2011). Larvy L1 jsou odolné proti vysychání a teplotám pod bodem mrazu a v mezihostiteli prochází dvěma svlékáními do stádia L3. Kozy se nakazí pozřením mezihostitele, který obsahuje infekční larvu L3, při pastvě porostu. Larvy jsou následně uvolňovány z mezihostitele během procesu trávení, proniknou přes střevní stěnu, vstoupí do mezenterických lymfatických uzlin a následně migrují do srdce, plicních arterií a plic. Larvy L4 a dospělci jsou přítomni v uzlicích plicní tkáně, které příležitostně mohou degenerovat a dospělci mohou být nalezeni v průdušinkách. Dospělci jsou přítomni 25. - 38. den po infekci a mohou přežít v podobě larvy až 4,5 roku (Panuska, 2006). Hladina infekce roste s věkem, klinickou formou infekce trpí převážně kozy starší tří let (Matthews, 2011). Ačkoli se zdají být klinické výsledky infekce způsobené druhem *M. capillaris* výraznější u koz v porovnání s ovci, kozy s výjimkou těžkých infekcí, často nevykazují jasné klinické příznaky. Mezi klinické příznaky infekce *M. capillaris* patří celkové neprospívání zvířete, kašel a dušnost. U dospělých mléčných koz může infekce snížit produkci mléka (Geurden et Vercruyse, 2007).

Další hlístice parazitující v plicích, přítomné celosvětově u malých přežvýkavců, jsou *Protostrongylus* spp. (řád Strongylida), u koz a ovcí konkrétně *Protostrongylus rufescens*, jehož vývojový cyklus včetně mezihostitele je shodný s *M. capillaris*. Prepatentní doba této hlístice je 4 - 9 týdnů. I když jsou infekce *P. rufescens* rozšířené, nezpůsobují obvykle klinické onemocnění. Nicméně post mortem mohou být zjištěny patologické změny charakterizované chronickou, eozinofilní, granulomatózní pneumonií (Jabbar et al., 2013).

V oblastech s vlhkým klimatem se můžeme setkat s druhem *Dictyocaulus filaria* (řád Strongylida), jejichž dospělci parazitují v průduškách a průdušinkách u koz a ovcí. Larvy prvního stádia jsou vyloučeny s výkaly do prostředí, kde prochází dvěma svlékáními do stádia L3. Rychlost vývoje larev do stádia L3 závisí na vlhkosti a teplotě, nicméně tento vývoj může být při vhodných podmínkách dosažen i za méně než týden. Infekční larva se aktivním

pohybem přesune z fekálií na blízký porost, ale zůstává v blízkosti půdy. Kozy se nakazí při pozření larvy během pastvy (Panuska, 2006).

### **3.2.5. Vzácnější druhy hlístic v gastrointestinálním traktu přežvýkavců**

Velmi zřídka se lze při koprologických vyšetřeních ovcí a koz setkat s vajíčky *Skrjabinema* spp. (řád Oxyurida), protože nejsou primárně přítomny ve výkalech. Samička klade vajíčka v oblasti kolem análního otvoru hostitele, odtud se vajíčka dostávají do prostředí, kde mohou být pozřena jiným zvířetem (Zajac et Conboy, 2012). *Skrjabinema* spp. se vyskytují po celém světě, samostatný druh *S. caprae* se vyskytuje v USA. Nejsou však považovány za patogenní (Smith et Sherman, 2009).

## **3.3. Tasemnice parazitující v gastrointestinálním traktu koz**

Tasemnice, třída Cestoda, se řadí mezi parazitické helminty gastrointestinálního traktu obratlovců, čeleď Anoplocephalidae zahrnuje rod *Moniezia*, jehož zástupci *Moniezia benedeni* a *Moniezia expansa* patří mezi celosvětově rozšířené GI parazity koz, ovcí a příležitostně skotu (Gunn et Pitt, 2012). Životní cyklus *Moniezia* spp. je dvouhostitelský, vajíčka (obsažená uvnitř segmentu nebo již ze segmentu uvolněná) se dostávají do vnějšího prostředí (pastvina) spolu s výkaly definitivního hostitele, kde se následně vytváří larva tzv. onkosféra, která je požitá mezihostitelem, půdním roztočem. Uvnitř roztoče se onkosféra mění na cysticerkoid, který je pro definitivního hostitele infekční. K nákaze dojde pozřením infikovaného roztoče při pastvě (Taylor et al., 2007). Gunn et Pitt (2012) uvádějí, že vývoj onkosféry v cysticerkoid, v závislosti na teplotě, trvá 1 - 4 měsíce, a může trvat až 15 měsíců. Současný vývoj několika cysticerkoidů může být pro půdního roztoče fatální. Dospělec se vyvíjí rychle a dospělosti dosáhne 30 - 57 dní po infekci hostitele. Pro dospělce je typická délka okolo 2 m nebo i více (např. *M. expansa* může dosáhnout délky až 6 m). Šířka proglotidů dosahuje u *M. benedeni* 2,5 cm a u *M. expansa* 1,6 cm. Široké a krátké články jsou pro zástupce čeledi Anoplocephalidae typické (typická je také absence rostella s háčky na skolexu) a u *Moniezia* spp. se nacházejí interproglotidární žlázy. U *M. expansa* tyto žlázy

probíhají po celé délce proglotidu a u *M. benedeni* jsou více koncentrované ke středu. Funkce těchto žláz není dle Gunn et Pitt (2012) zcela objasněna, ale vylučují řadu enzymů včetně alkalické fosfatázy a acetylchorinerázy.

Přítomnost vajíček tasemnic lze diagnostikovat pomocí flotační techniky, ale infekce je obvykle zjištěna chovatelem vizuálně přítomností proglotidů na zvířatech nebo ve výkalech (Zajac et Conboy, 2012). Infekce jsou běžné u zvířat během prvního roku života, u starších zvířat jsou méně časté. Sezónní kolísání výskytu infekce způsobené *Moniezia* spp., může zřejmě souviset s aktivním obdobím půdních roztočů v mírných klimatických podmínkách. Cysticerkoidy mohou uvnitř roztočů přezimovat (Taylor et al., 2007).

### 3.4. Role parazitů v ekosystému

Paraziti jsou z hlediska druhové diverzity všudypřítomnou součástí ekosystémů. V literatuře bývají velmi často vnímáni jako hrozba pro své hostitele a infekce je chápána jako známka narušení ekosystému. V přírodě je obtížné studovat parazity vzhledem k jejich malé velikosti a složitým životním cyklům. Parazitismus představuje nejčastější trofickou strategii organismů na planetě (Gómez et Nichols, 2013).

Parazitismus a predace byly dlouho považovány za analogické interakce. Parazitismus je někdy chápán jako zvláštní případ predace. Klasicky je predace definována jako interakce, kdy jeden organismus (predátor) napadá jiný (kořist). U predátora je počet napadených organismů velký. Jedinci jsou napadáni buď částečně, nebo je organismus využit celý, tím na napadený organismus predátor působí negativně neboť částečně či zcela sníží jeho fitness (Raffel et al., 2008). Parazitismus je definován jako symbióza, ve které parazit působí újmu hostiteli, který je parazitem využíván k vlastnímu užitku. Hostitel však obvykle není parazitem zahuben a počet organismů (hostitelů), které parazit během svého vývoje využije, závisí na jeho životním cyklu. Tedy na tom, zda prochází přímým vývojem nebo vývojem s mezihostitelem. Paraziti jsou na svých hostitelích závislí, na rozdíl od konkurentů. Tato charakteristika se shoduje s charakteristikou predátora ve smyslu jejich shodné závislosti na své kořisti/hostiteli jako na zdroji energie a živin (Raffel et al., 2008).

Extrakcí živin donutí paraziti své hostitele změnit energetickou bilanci a tím ovlivní kondici svého hostitele i přes absenci klinických příznaků onemocnění. Gómez et Nichols (2013) uvádějí, že výsledné dopady parazitismu na hostitelský organismus, rozmnožování, přežití a růst, se promítají do vlivu na společenství a organizaci ekosystému. Paraziti tak ovlivňují přirozený výběr a řadu atributů organismu hostitele, od fenotypového polymorfismu a udržování sekundárních pohlavních znaků po zachování reprodukce a tím řídí biologickou diverzifikaci. Mohou tak regulovat velikost hostitelské populace (Gómez et Nichols, 2013). Koevoluce mezi hostitelem a parazitem může představovat důležitý faktor biologické rozmanitosti (Schulte et al., 2013).

V některých případech slouží predace jako prostředek přenosu, což umožňuje parazitovi pohyb z jednoho mezihostitele do druhého. V případech, kdy parazit infikuje hostitele trofickým přenosem, změni velmi často chování nebo morfologii hostitele, aby zvýšil svou šanci na predaci a tím dosažení dalšího mezihostitele v jeho životním cyklu (Poulin et al., 2005). Všichni paraziti jsou omezeni na určité hostitelské druhy, jsou druhově specifičtí, nemohou tedy infikovat všechny druhy či druhy, které jsou k dispozici, i když některé druhy parazitů jsou více hostitelsky vyhranění než jiní. Někteří paraziti, i když byli nalezeni v mnoha hostitelích, infikovali jeden nebo několik druhů hostitelů mnohem silněji než ostatní. Dle Rohde (2001) je proto důležité rozlišovat, počet infikovaných hostitelských druhů bez ohledu na to, jak často a jak silně jsou nakaženi. Parazit, který napadá mnoho hostitelských druhů, ale jeden z nich mnohem silněji než ostatní, může mít větší hostitelskou specifčnost, než parazit, který infikuje méně hostitelských druhů, ale všechny silně (Rohde, 2001).

Dle Gómez et Nichols (2013), paraziti nejsou imunní vůči hrozbám, které ovlivňují volně žijící druhy živočichů, a naše současná krize biodiverzity může být charakterizována ztrátou určitých druhů. Nyní již víme, že narušení ekosystému vytváří rizika pro perzistenci parazitů, například znečištění a změny ve využívání půdy mohou snížit početnost a rozmanitost druhů parazitů a změna klimatu může omezit přenos parazita, tím dojde k fenologickému nesouladu mezi parazitem a hostitelem (Gómez et Nichols, 2013).

### 3.5. Význam parazitóz v ekologickém chovu koz

Onemocnění způsobená gastrointestinálními parazity, zejména hlísticemi, jsou hlavní hrozbou pro zemědělskou výrobu, pro zdraví a welfare pastevně chovaných zvířat. Gastrointestinální paraziti jsou jedním z hlavních omezení produkce v chovu koz a ovcí, ztráty obchodovatelných produktů mohou činit až 20 % (Kantzoura et al., 2012). Dle Cabaret et al. (2002) se v posledních letech ekologické zemědělství rapidně rozšiřuje, v roce 1985 dosahovalo z celkového počtu využitelné zemědělské plochy 1 % a v roce 1998 dosáhlo 2,1 % v zemích EU. K největší expanzi došlo od zavedení nařízení ES 2092/91 v roce 1993, definující produkci ekologických plodin aplikací nařízení na podporu přechodu na ekologické zemědělství v rámci agro - environmentálního programu ES reg. 2078/92. V historii byly mnohé výzkumy věnovány plodinám a ekologický chov zvířat zůstal v pozadí zájmu. Situace se ovšem změnila a výrobky od zvířat chovaných v systémech ekologických farem jsou nyní vyhledávaným artiklem a moderní záležitostí. Na rozdíl od konvenčních chovů je ekologický chov definován základními směnicemi, zahrnujícími snížené použití chemických látek a celkově jiný způsob myšlení v souvislosti s výrobním procesem, například v popředí jsou umístěny holistické prvky. Ekologické zemědělství zahrnuje vizi udržitelného přístupu k živočišné výrobě, cílem je udržování úrodnosti půdy, ochrana životního prostředí, dobré životní podmínky zvířat a produkce kvalitních živočišných produktů na základě prevence onemocnění bez použití chemických preparátů. V ekologickém zemědělství je omezeno použití anthelmintik, to může vyvolat změnu intenzity a rozmanitosti helmintóz. Hlavním problémem pro chovatele přežvýkavců v ekologickém systému jsou gastrointestinální hlístice, motolice a tasemnice (Cabaret et al., 2002).

Aktuální chovy koz a ovcí se do značné míry spoléhají na používání chemických anthelmintik, často dochází k nadměrnému používání těchto přípravků a v kombinaci se špatnými systémy hospodaření dochází k vzniku rezistence na tyto léčebné přípravky. V současné době lze po celém světě nalézt rezistentní kmeny endoparazitů s vyvinutou rezistencí na většinu účinných látek (Rahmann et Seip, 2007).

Dle Cabaret et al. (2002) přechod z konvenčního na ekologické zemědělství ovlivňuje procesy závislé na druhu hostitele. Dojné kozy chované ve stájích na hluboké podestýlce s minimem pastvy, což má za následek hlavně kokcidiózy, jsou touto konverzí nejméně

ovlivněny vzhledem k omezenému přístupu na pastvu, která slouží jako zdroj infekce, zejména helminty. V souvislosti s rostoucím ošetřením dojných koz anthelmintickými preparáty může docházet k poklesu rozmanitosti helmintofauny. Ekologické farmy mají jednoznačně rozmanitější helmintofaunu zastoupenou více druhy helmintů, protože používají nižší počet ošetření, což může představovat vyšší druhovou rozmanitost a také možnost infekce vzácnějšími druhy helmintů (Cabaret et al., 2002).

### **3.5.1. Helmintózy u koz**

Parazitární infekce jsou po celém světě hodnocené jako limitující faktor produkce v chovu koz. Pro snížení ekonomických ztrát se často používají různé metody tlumení nákaz GI hlísticemi, ale často bez ohledu na epizootologii parazitů. Což vedlo k vývoji vysoce rezistentní populace parazitů a k přítomnosti chemických reziduí v mase a mléce (de Sá Guimarães et al., 2011). Helminti mají zásadní význam pro zdraví zvířat, ale i člověka. Tito parazité jsou u zvířat (a nejen u nich) zodpovědní za zvýšenou morbiditu, mortalitu a předčasné porody (Issouf et al., 2014).

Helmintózy představují v chovu koz velkou překážku, která omezuje produkci hned několika způsoby v závislosti na intenzitě infekce, stavu výživy, kategorii zvířete, finanční ztráty způsobené náklady na veterinární přípravky a v neposlední řadě mortalitou zvířat. Bylo zjištěno, že určujícím faktorem ovlivňujícím výskyt helmintóz je pohlaví zvířat (Adediran et al., 2014). Prevalence a intenzita parazitárních infekcí je vyšší u samců než u samic. Samice mají vyšší imunitní reakce na parazitózy v porovnání se samci (Klein, 2004). U samců podporuje vysoká úroveň testosteronu rozvoj druhotných pohlavních znaků a potenciálně zvyšuje úspěch k páření, ale zároveň testosteron narušuje fungování imunitního systému. Z tohoto důvodu by měly mít samice prospěch s páření se samci s vysokou hladinou testosteronu, protože pouze geneticky kvalitní samci si mohou dovolit tolerovat sníženou obranu proti parazitům a patogenům (Decristophoris et al., 2007). Samice jsou k parazitózám náchylnější, zejména v období březosti a porodu v důsledku stresu a snížení imunity. Ve studii Adediran et al. (2014) provedené v Nigérii v příměstských a městských oblastech byla zkoumána pomocí standardních parazitologických postupů v krátkém období dešťů celková prevalence helmintóz, která dosáhla 92,7 %. Z toho 94,1 % byla u samic a 87,8 % u samců. V

této studii byla také porovnáována prevalence u ovcí a koz, kdy z celkového počtu 880 kusů zvířat byla zjištěna u ovcí prevalence 96,1 % oproti 89,3 % u koz.

Do helmintóz jsou dále zapojeny různé patogenní mechanismy, v závislosti na druhu parazita. Hlavní vliv hematofágních hlístic na hostitele je progresivní oslabující anémie. Hematofágní hlístice u koz jsou *H. contortus* a *Trichuris* spp. (Smith et Sherman, 2009). Každý dospělec *H. contortus* parazitující ve slezu hostitele, může způsobit ztrátu až 0,05 ml krve za den (Elsheikha, 2011). Smrt způsobená akutní ztrátou krve je možná v případě, že infekce dosáhla vysoké hranice a to až 10 000 dospělců *H. contortus* v jednom hostiteli. Smith et Sherman (2009) uvádějí, že u méně závažných infekcí se vyskytují v organismu hostitele 3 stupně anémie, v počáteční fázi se může výrazně snížit objem hematokritu neboť intraluminální ztráta krve v zažívacím traktu není silným spouštěcím mechanismem krvetvorby. V experimentech s haemonchózou u koz došlo ke snížení hladiny hematokritu během devatenácti dnů od začátku infekce z 29 % na 16 % (9 000 až 12 000 larev). V druhé fázi nastane erytropoéza a hladina hematokritu se stabilizuje, i když po dobu šesti až čtrnácti týdnů zůstane na nižší úrovni, než je normální hladina. Během této doby dochází ke ztrátám železa výkaly (Smith et Sherman, 2009). Elsheikha (2011) uvádí další aspekt patogeneze haemonchózy, který je přičítán poškození žláz ve sliznici slezu. Vývoj dospělců *H. contortus* vyvolává hyperplastickou reakci sousedních žláz což způsobuje větší nodulární léze. Hyperplastická reakce sliznice může mít za následek zvýšenou propustnost epiteliální vrstvy sliznice slezu, což umožňuje únik proteinů do lumen slezu. Poškození slezu také zahrnuje nefunkčnost parientálních buněk produkujících HCl, což vede k její nedostatečné produkci a zvýšení pH na 6 - 7. Vzniklé alkalické prostředí slezu ovlivňuje bakterie v trávicím traktu, které se přemnožují. Pepsinogen, díky alkalickému prostředí nemůže být přeměněn na aktivní pepsin, tím dochází ke zhoršenému trávení proteinů. Toto se odráží na úrovni pepsinogenu v krvi infikovaných zvířat. Dle Elsheikha (2011) současně dochází v důsledku parazitace ke ztrátám sérových proteinů. Hladina sérového albuminu může být zpočátku udržována tkáňovým katabolismem, ale nakonec dojde k rozvoji hypoalbuminémie, která je doprovázena kachexií a klinickými příznaky hypoproteinémie jako je intermandibulární edém (Elsheikha, 2011). Ostatní gastrointestinální hlístice parazitující u koz nejsou primárně hematofágní, ale ke krevním ztrátám může docházet v případech chronických nebo těžkých infekcí (Smith et Sherman, 2009).

### 3.5.2. Reakce imunitního systému na výskyt hlístic v GI traktu

Obranné reakce organismu proti parazitům jsou na humorální a tkáňové úrovni založeny na schopnosti organismu hostitele rozlišit vlastní a cizí buňky. U obratlovců se setkáváme s reakcemi typu zánět, adaptivní imunita a fagocytóza. Tyto obranné mechanismy se vyskytují ve většině orgánů a tkání a je pro ně typický výskyt v určitém pořadí. Nejprve degenerace případně nekróza buněk a zánětlivá reakce nebo edém jako důsledek infekce. Malí parazité jsou pohlcovány fagocytárními buňkami, ale v případě, že nedojde k jejich vyloučení, nastane chronický zánět vedoucí k vytvoření kapsuly v pojivové tkáni okolo parazita. Antigeny parazitů vyvolávají imunitní reakce vedoucí k tvorbě specifických protilátek v organismu hostitele (Rohde, 2001).

Imunitní odpověď hostitelů na parazitické helminty je velmi složitá, jak je již známo, granulocyty se podílejí na obou fázích (zahajovací a efektorová) imunitní odpovědi organismu. Tyto odezvy jsou spojené s proliferací T2 lymfocytů, eozinofilů, bazofilů a mastocytů. Dle Issouf et al. (2014) tvoří mezi těmito granulocyty eozinofily homogenní populaci buněk, které se rekrutují z kostní dřene do krve a poté do hostitelské tkáně, kde mohou přežít několik dnů nebo i týdnů. In vitro studie prokázaly, že granulocyty interagující s patogenními helminty, způsobují parazitům výrazné poškození. Během degranulace uvolňují eozinofily kationtové proteiny s významnou cytotoxickou aktivitou, jako např. hlavní základní protein eosinofilní peroxidáza. V této souvislosti můžeme očekávat, že úspěšné navázání parazita in vivo může vyžadovat efektivní detoxikační mechanismy na obranu proti produktům imunitní reakce hostitele. K dnešnímu dni zůstávají tyto mechanismy u helmintů do značné míry neznámé (Issouf et al., 2014). Efektorové mechanismy imunitního systému přežvýkavců jsou schopny adaptace na rozdílné životní cykly parazitů a díky opakovaným infekcím získávají proti parazitům imunitu. Hlavní efektorové buňky, které se účastní imunologické reakce imunitního systému, jsou eosinofilní granulocyty a žírné buňky (Meeusen et al., 2005).

V souvislosti s rozvojem imunity proti gastrointestinálním hlísticím u přežvýkavců, byla pozorována hyperplazie slizničních žírných buněk, eosinofilie, produkce specifických protilátek a zvýšená produkce hlenu. Tato produkce hlenu pohárkových buněk jako efektorových buněk není zatím zcela objasněna, ale hyperplazie pohárkových buněk je



známým fenoménem infekcí GI hlístic, která je regulována adaptivní imunitní reakcí (Balic et al., 2000).

### **3.6. Interakce mezi parazitem a hostitelem**

Interakce mezi parazitem a hostitelem obecně zahrnují společenstva parazitů, v rámci těchto společenstev mohou přítomné druhy navzájem buď koexistovat, nebo interagovat takovým způsobem, který bude prospěšný či škodlivý pro jeden či více zúčastněných druhů. U hlístic bylo v rámci jejich infrakomunit pozorováno inter a intraspecifické soutěžení. Toto soutěžení zahrnuje dvě různé odezvy. Odezvy regulující parazitární infekce a jejich intenzitu a odezvy, které představují modifikace v rámci niky určité populace, která je ohrožena konkurencí ze strany jiného druhu (Randhawa, 2012).

Hoste et al. (2008) uvádějí, že údaje o interakci mezi hostitelem a parazitem, byly dosud shromažďovány ze studií, které byly zaměřeny pouze na ovce. Tyto výsledky byly poté aplikovány i na kozy. Přestože jsou kozy a ovce nakaženy shodnými druhy GI hlístic, které u nich vyvolávají podobné patologické změny, lze předpokládat, že na základě rozdílu v jejich imunitní reakci a rozdílnému potravnímu chování došlo u koz a ovcí k vývoji rozdílných strategií vedoucích k potlačení infekcí GI hlísticemi. Tyto rozdíly byly doloženy pozorováním společně se pasoucími dospělými koz v podmínkách přirozeně získané infekce v různých epidemiologických podmínkách ve Skotsku a v Austrálii. Výsledky těchto pozorování podporují hypotézu o snížené imunitní reakci pasoucími se koz na infekce způsobené GI hlísticemi, v porovnání s ovcemi.

Kozy upřednostňují dle Hoste et al. (2008) zvyšování své vlastní obranyschopnosti, aby se dokázaly lépe vyrovnat s infekcemi GI hlísticemi. Obranyschopnost kozy zvyšují na úkor vyvolání imunitní reakce tím, že přijaté živiny směřují ve větší míře na zvyšování své odolnosti a jen menší množství přijatých živin směřují do vyvolání imunitní reakce. Naproti tomu ovce ve větší míře využívají živiny pro imunitní systém a vyvolání imunitní reakce a tím se mohou připravovat o živiny potřebné pro udržení jejich odolnosti vůči infekcím GI hlísticemi.

Je třeba zaměřit samostatné studie také na kozy, abychom měli údaje potřebné pro srovnání regulačních strategií infekcí GI hlístic a jejich rozdílů mezi ovci a kozami. Dle Hoste et al. (2010) se tyto strategie, vzhledem k rozdílnému potravnímu chování ovcí, opírají o rovnováhu mezi rozvojem imunitní reakce a u koz o reakci v chování, díky které dochází k omezení kontaktu s infekčními larvami přítomnými na porostu. Existují podezření, že díky pastevnímu chování koz dochází k omezení styku s larválním stádiem L3, které je spojeno s pastevním porostem. Je třeba nových studií, abychom těmto rozličným strategiím porozuměli (Hoste et al., 2010).

Hostitelé se dramaticky liší ve svém počtu, některé druhy čítají méně než 10 jedinců ve volné přírodě, zatímco jiní mají stovky milionů a možná i miliardu jedinců. Početní a geograficky rozšíření hostitelé mají tendenci mít největší diverzitu parazitů, i když velká různorodost parazitů na jeden hostitelský druh může zvýšit mezidruhovou konkurenci (Colwell et al., 2012).

Pro interakci mezi parazitem a hostitelem mají, dle Gómez et Nichols (2013), zásadní význam lepší ekologické a epizootologické informace, které obecně chybí a tyto mezery mají skutečné důsledky pro naši schopnost porozumět roli parazitů v ekosystému.

### **3.6.1. Vliv klimatických podmínek na výskyt GI hlístic**

Přežití patogenního organismu mimo tělo hostitele závisí na vlastnostech prostředí, zejména na teplotě, vlhkosti, expozici slunečnímu záření, pH a na salinitě. Každoroční změna meteorologických ukazatelů, může tedy vést v roční nebo složitější vrcholy výskytu nemoci, v závislosti na vlivu klimatických proměnných jako jsou např. dešťové srážky nebo oblačnost (Grassly et Fraser, 2006). Klimatické podmínky tedy ovlivňují druhy a životní cyklus parazitů přítomných v dané oblasti. Paraziti mají vyvinuté vlastní strategie k adaptaci na různé klimatické podmínky prostředí. Teplota ovlivňuje přežití volně žijících stádií parazitů a rychlost jejich vývoje. Hustá, vysoká či splývavá vegetace, chrání díky vlhčímu a chladnějším mikroklima larvy před vysycháním a působením slunečního záření.

Účinek, kterým klimatické změny mohou působit na parazitární interakce, představuje dle Martinez et Merino (2011) multifaktoriální problém, jehož výsledky je obtížné předvídat. Skutečný dopad změn bude záviset na významu a fyziologické toleranci dotčených organismů. Pokud je změna považována za extrémní (historicky extrémní klimatické události v dané oblasti), dramaticky se zvyšuje pravděpodobnost změny homeostázy daného organismu. Extrémní podmínky prostředí mohou ovlivnit patogeny přímo, ovlivněním životních cyklů volně žijících parazitů a nepřímo, prostřednictvím snížení dostupnosti zdrojů pro hostitele. Tím dojde ke snížení schopnosti hostitelů vytvářet si imunitu nebo k ovlivnění hustoty hostitelské populace, která má vliv na dynamiku přenosu nebo frekvenci vnitrodruhového kontaktu (Martinez et Merino, 2011).

Ačkoli je zažívací trakt ovcí a koz infikován stejnými druhy hlístic, prevalence a relativní dominance jednotlivých druhů hlístic, závisí na klimatických podmínkách (Torres-Acosta et Hoste, 2008). Dle studie Kantzoura et al. (2012) prováděné v Řecku, jsou zeměpisná poloha a nadmořská výška rizikovými faktory pro parazitární infekce koz i ovcí způsobené GI hlísticemi.

Vajíčka produkovaná dospělými parazity uvnitř trávicího traktu hostitele kontaminují spolu s výkaly pastvinu, zde se vyvinou v infekční larvy (stádium L3), které jsou následně pozřeny pasoucím se zvířetem, kde se uvnitř trávicího traktu vyvinou v dospělého parazita (Houdijk et al., 2012). Tyto infekční larvy (ve stádiu L3), vzhledem ke své vysoké odolnosti vůči vnějším faktorům, představují hlavní riziko pro pasoucí se zvířata. Jejich přežití závisí na klimatických podmínkách. V oblastech s tropickým až subtropickým klimatem je jejich životnost (díky náchylnosti k suchu) od 1 do 3 měsíců, v oblastech s mírným klimatem je jejich životnost v rozmezí 6-12, dle druhu i 18 měsíců. Dle Torres-Acosta et Hoste (2008) nejsou infekční larvy ve stádiu L3 schopny přežít v senu nebo siláži, což vysvětluje nepříznivé podmínky pro rozvoj larev v chovech s nulovou možností pastvy. Kromě *Strongyloides papillosus* se infekce vyvolané GI hlísticemi týkají především venkovních, tedy pastevních chovů. Klimatické změny, které jsou důsledkem globálního oteplování, mohou změnit epizootologii GI hlístic v různých částech světa (Torres-Acosta et Hoste, 2008).

### 3.6.2. Management pastvy

V každém odvětví živočišné produkce lze očekávat, na základě nashromážděných zkušeností, nemoci a jiná omezení produkce. Péče o zdraví stáda a programy preventivní medicíny jsou navrženy tak, aby minimalizovali potenciálně nepříznivé účinky těchto předvídatelných omezení a na ochranu proti těm neočekávaným. Nicméně řada geografických, klimatických, kulturních a ekologických faktorů zdraví stáda přizpůsobují programy preventivní medicíny místní úrovni (Smith et Sherman, 2009).

Rozvoj ekologického zemědělství, zvyšující se povědomí veřejnosti o reziduích v zemědělských produktech a rozvoj rezistentních kmenů parazitů nutně vede k hledání udržitelné alternativy. V kontrole endoparazitárních onemocnění v chovu koz, prokázaly mnohé vědecké studie velmi rozdílné výsledky dosažené v in vitro a in vivo podmínkách. Výzkum byl velmi často proveden v klinických podmínkách dlouho předtím, než byl aplikován v podmínkách zemědělských farem a podniků, a bylo zjištěno, že rozsáhlý klinický výzkum nemusí nutně vést k objevu možností kontroly parazitárních onemocnění. Na druhé straně se ukázal slibným řešením management pastvy, který může být úspěšně aplikován ve většině zemědělských podmínek, s aplikovanou znalostí o interakci mezi parazitem a hostitelem (Rahmann et Seip, 2007).

Management pastvy je pro kontrolu helmintóz důležitý, ale není dostatečný, aby zabránil propuknutí infekcí za všech okolností. Zejména v oblastech, kde probíhá pastva celoročně a pasoucí se zvířata, zejména ovce a kozy mají nižší schopnost vybudovat si obrannou bariéru, je management pastvy obtížný a je velmi často praktikováno použití anthelmintik buď syntetických, nebo přírodních (Cabaret et al., 2002). Gastrointestinální hlístice nejsou rovnoměrně rozděleny v rámci populace (stáda), z toho vyplývá, že ne všechna zvířata jsou stejným zdrojem infekce pro pastvinu. Malá část stáda má obvykle velmi vysoký počet vajíček helmintů ve výkalech (Faecal egg count – FEC), zatímco většina zvířat má malé až střední FEC. Kromě genetického základu hrají roli i další faktory hostitele jako je věk, pohlaví a imunita, které mají podíl na infekčnosti pastviny (Houdijk et al., 2012), ale nelze opomenout projektování a plánování kontrolních strategií vyžadujících znalost epidemiologických faktorů, také ovlivňující riziko infekce GI hlísticemi (Stadaliéné et al., 2014).

Cílem metod založených na strategiích řízení pastvy, jsou pastviny s minimální infekčností pro zvířata. Tohoto cíle lze dosáhnout několika různými způsoby, zaměřenými na rozptýlení parazitárního ohrožení v prostoru (snížením hustoty larev v porostu s využitím přirozené úmrtnosti infekčních larev) a čase (Torres-Acosta et Hoste, 2008). Rozptýlení je pro všechny parazitární a volně žijící druhy organismů důležité, protože populaci omezené na malou oblast hrozí v případě nepříznivých podmínek riziko vyhynutí. Rozptýlení také snižuje ztrátu evoluční přizpůsobivosti a příbuzenské křížení (Rohde, 2001).

Preventivní postupy zahrnují umístění neinfikovaných přežvýkavců na pastviny prosté vajíček a larev parazitů. Úhybné strategie jsou zaměřeny na vyloučení infekčních chorob produkovaných z kontaminované pastviny tím, že infikovaná zvířata přesuneme na čistou pastvinu. Další strategie se zaměřuje na spojení náchylných jedinců s jedinci rezistentními nebo snížení míry osazení pastviny nebo dobu trvání období pastvy (Cabaret et al., 2002).

Pochopení vlivu využití managementu pastvy začíná podrobnými epidemiologickými znalostmi vývoje parazitů uvnitř i vně svých hostitelů. Larvální vývoj GI hlístic mimo organismus hostitele se mění v závislosti na podnebí, proto nejsou žádná spolehlivá doporučení týkající se přežití larev na pastvině vztahující se na všechny podnební pásma. Proto by měl být brán zřetel při managementu pastvy zaměřeném na počet a přežití larev GI hlístic na následující body:

- příjem infekčních larev bude přímo úměrný koncentraci infekčních larev na porostu
- počet larev na pastvině je pozorován po delší dobu a jsou známy vrcholy, kdy je zaznamenán nejvyšší či naopak nejnižší počet larev a lze optimálním načasováním stanovit kontrolní opatření
- zaznamenání vrcholu počtu larev a jeho počátku je nezbytné pro další preventivní opatření
- přežití larev na porostu je pro každé klima rozdílné, což je důležité znát pro přiměřený odhad poklesu infekčnosti pastviny (Rahmann et Seip, 2007).

V souvislosti s managementem pastvy a epizootologickými znalostmi se často užívají termíny „bezpečná“ a „čistá“ pastvina. Aby se předešlo nedorozuměním je třeba tyto termíny vysvětlit. Bezpečná pastvina je minimálně kontaminována potlačením nejvýznamnějších

druhů GI hlístic, po dobu 3 - 9 měsíců v závislosti na klimatu a roční době (Barger, 1999). Výjimkou je *Nematodirus* spp. jejichž vajíčka jsou schopna přežít na pastvině i více než rok. Čistá pastvina má nulové nebo velmi nízké riziko infekčnosti pro zvířata, která jsou na ní poprvé vypuštěna. Toho je dosaženo tříletým rotačním střídáním náchylných a odolných druhů zvířat nebo využitím půdy pro sklizeň píce či pěstování obilí. Pro efektivní pastevní management je třeba vědět, kdy je pastvina pro zvířata „bezpečná“ a jak dlouho zde mohou zvířata zůstat, než dojde k vývoji nové generace infekčních larev (Rahmann et Seip, 2007).

### **3.7. Tlumení helmintóz**

Helmintózy představují dlouhodobý problém nejen v rozvinutých zemích, ale především v zemích rozvojových. V současné době se využívají různé metody kontroly helmintóz, z nichž některé budou mít v budoucnu velký význam. Tyto metody můžeme dle Bamaiyi (2012) rozdělit do dvou základních skupin. Chemické, které zahrnují používání chemických látek a nechemické zahrnující biologickou kontrolu a rostlinné přípravky, selekci na rezistenci hostitele, management pastvy a také mezidruhovou konkurenci.

Ke kontrole parazitóz je třeba mít komplexní přístup, nelze použít jen anthelmintika, chemická nebo bylinná. Cílem není zcela eliminovat gastrointestinální parazity v organismu, protože nulová hladina je nemožná. Je důležité, aby si kozy dokázaly samy vytvořit přirozenou imunitu proti infekcím GI hlísticemi (Niemann, 2013). Protože endoparaziti mají negativní vliv na účinné využití produkčního potenciálu koz, je dle Terefe et al. (2012) důležité minimalizovat tento problém využitím správných kontrolních opatření, jejichž cílem je snížit hladinu parazitární infekce, a to zejména v období dešťů, kdy teplota a vlhkost jsou příznivé pro vývoj a přežití vajíček parazitů. Je také důležité prolomit užitím anthelmintik životní cyklus parazitů.

#### **3.7.1. Anthelmintika**

Anthelmintika jsou chemické preparáty, které usmrcují, inaktivují nebo paralyzují hlístice v těle hostitele (Silvestre et al., 2002). Pro léčbu a prevenci nematodóz byla používána široká paleta anthelmintik, některé ze starších léků, zejména chlorované uhlovodíky a

organofosfáty již nejsou používány vůbec nebo jen zřídka s ohledem na jejich toxicitu a bezpečnost životního prostředí. Jiné léky již nejsou k dispozici, protože jejich produkce a distribuce byla ukončena (Smith et Sherman, 2009). Pro eliminaci infekcí GI hlístic u malých přežvýkavců se v současné době nejčastěji využívají 3 skupiny anthelmintik - benzimidazoly, imidazothiazoly/tetrahydropyrimidiny a makrocyclické laktony (nově také monepantel). Tato anthelmintika patří mezi látky se širokým spektrem účinku (Silvestre et al., 2002).

Benzimidazoly byly první ze skupiny širokospektrých anthelmintik, dle Lee (2002) by do této skupiny měly být zařazeny i dva probenzimidazoly a to febantel a thiofanát. Sloučeniny v této třídě jsou vyráběné synteticky a mají mnoho biologických aktivit. Ačkoli jsou v těchto sloučeninách zapojeny i jiné mechanismy, zdá se, že jejich vliv na polymeraci tubulinu je primárně zodpovědný za jejich účinek proti hlísticím (Lee, 2002). Mechanismus účinku benzimidazolů spočívá v narušení vazby  $\beta$ -tubulinu helminta, což má za následek inhibici polymerace mikrotubulů. Jelikož jsou tyto mikrotubuly nezbytné pro přepravu sekrečních granulí a enzymů v cytoplazmě, dojde následně k buněčné smrti (Sutherland et Scott, 2009). Mechanismus těchto reakcí je účinný proti prvokům, motolicím, tasemnicím a hlísticím (Lee, 2002).

Ze skupiny benzimidazolů patří mezi schválené preparáty pro malé přežvýkavce např. albendazol a fenbendazol (Zajac, 2006). Benzimidazoly patří mezi přípravky s nízkou toxicitou, ale u několika přípravků např. kambendazol, albendazol, mebendazol, parbendazol, oxfendazol, je jejich použití v průběhu gravidity limitováno, pro jejich teratogenní účinek (Lee, 2002). Na základě farmakokinetiky těchto preparátů je u malých přežvýkavců doporučeno snížení krmné dávky (u koz a ovcí) 12 - 24 hodin před aplikací pro dosažení pomalejšího průchodu látky trávicím traktem a tím zlepšení vstřebávání přípravku. Je třeba si uvědomit, že kozy mají rychlejší metabolismus než ovce a vyžadují vyšší dávky léčiva (Zajac, 2006). Obecně platí, že pokud nedošlo k vývoji rezistence, jsou tyto preparáty vysoce účinné proti *H. contortus*, *Trichostrongylus* spp., *Teladorsagia circumcincta*, *Oesophagostomum* spp., *Nematodirus* spp. a *Strongyloides* spp., naopak jsou málo účinné proti *Trichuris* spp. Tato skupina anthelmintik je považována za poměrně bezpečnou (Smith et Sherman, 2009).

Ze skupiny imidazothiazoly/tetrahydropyrimidiny se nejvíce používají tetramizol a levamizol, tyto přípravky působí selektivně na synaptické a extra-synaptické acetylcholinové receptory, což má za následek spastické ochrnutí helmintů vedoucí k jejich vyloučení

z organismu hostitele (Sutherland et Scott, 2009). Spektrum účinnosti těchto léků je podobné jako u benzimidazolů, ale proti *Nematodirus* spp. může být jejich efekt účinnější. Farmakokinetika levamizolu u koz je jiná než u ovcí. Poločas rozpadu levamizolu u koz je 222 minut, většina (55 %) je vylučována močí a 30 % ve stolici. Méně než 1 % z celkové dávky je vyloučeno do mléka (Smith et Sherman, 2009).

Nejnovější třídou anthelmintik jsou makrocyclické laktony (avermektiny a milbemyliny), což jsou fermentované deriváty přírodních produktů (Sutherland et Scott, 2009). Přírodní avermektiny jsou produkovány plísní *Streptomyces avermitilis*, původně izolované z půdních vzorků v Japonsku, zatímco přírodní milbemyliny jsou produkovány *Streptomyces* spp., které byly izolovány po celém světě. V současnosti se používají nezměněné molekuly přírodních produktů, mezi které patří abamektin, doramektin a milbemylin D. Dále se používají semi-syntetické molekuly odvozené z přírodních avermectinů, do této skupiny patří ivermectin, eprinomectin a selamektin, nebo se používají milbemyliny, kam řadíme milbemylin, oxim a moxidektin (Lee, 2002). Způsob účinku makrocyclických laktonů byl definován jako receptory zprostředkovaná potenciace glutamátové brány chloridových kanálů, což může vést k několika fenotypovým efektům, jako je neschopnost pohybu nebo příjmu potravy (Sutherland et Scott, 2009). Dle Lee (2002) způsobuje tento mechanismus u hlístic trvalé ochrnutí hlitanu a je také účinný při tlumení širokého spektra členovců a volně žijících druhů hlístic. Mezi nejpoužívanější léky ze skupiny makrocyclických laktonů patří moxidektin a ivermectin (Zajac, 2006). Významným aspektem této skupiny anthelmintik pro použití u pastevně chovaných zvířat je jejich perzistence účinnosti, ale i u této skupiny léků již byl hlášen výskyt rezistence (Smith et Sherman, 2009).

### **3.7.2. Rezistence na athelmintika**

Případy rezistence na anthelmintické preparáty jsou zaznamenávány stále častěji a ohrožují chovy malých přežvýkavců. Nové případy jsou také zaznamenávány u skotu. Existuje málo údajů o faktorech, které k vzniku rezistence vedly. Je obecně potvrzeno, že rezistentní geny existují jako vzácné alely v přírodní populaci a pokud je selekční tlak vysoký vyvine se za předpokladu kombinace specifických faktorů rezistence. Jedním z faktorů, který evokuje selekci na rezistenci je dle Silvestre et al. (2002) frekvence anthelmintické léčby neboli velký počet anthelmintických ošetření stejnou skupinou preparátů během jednoho



roku. Jako další faktor uvádějí Silvestre et al. (2002) přenos infekce rezistentními parazity nákupem nových zvířat, která pocházejí z cizích pastvin a také velikost populace v dané oblasti během průběhu administrace anthelmintických preparátů. Všechny faktory spolu interagují a jsou hlavními rizikovými indikátory vedoucí k selekci rezistentních parazitů (Silvestre et al., 2002).

Existuje mnoho příčin, které by mohly mít za následek neúčinnost anthelmintik, teprve po prověření těchto možných alternativ bychom měli přistoupit k podezření na rezistenci. Mezi tyto příčiny patří dle Torres-Acosta et Hoste (2008) např. chybné skladování a tím snížená účinnost, expirace anthelmintického preparátu, nesprávné dávkování v důsledku chybně odhadnuté hmotnosti zvířete nebo poškození dávkovacího zařízení, nedostatečná karanténa nových zvířat.

Výskyt rezistence je hlavním problémem jak u koz, tak u ovcí. Srovnání jasně ukazuje, že míra vzniku prevalence rezistence je vyšší u koz než u ovcí. Tato rezistence je vyšší zejména u mléčných koz. Na vzniku rezistence se podílí několik faktorů managementu chovu, ale dle Hoste et al. (2002) vyšší prevalence rezistence u mléčných koz souvisí především s vysokou frekvencí jejich ošetření, vzhledem k jejich špatné schopnosti vyvinout imunitní reakci na infekci

Rezistence je již hlášena u všech důležitých GI hlístic koz pro všechny 3 skupiny anthelmintik. Rezistence vůči jednomu léku ze skupiny znamená rezistenci vůči všem ostatním lékům ve skupině, protože mají stejný mechanismus účinku. Výjimky v rámci skupiny jsou způsobeny v rozdílech účinnosti, ale jsou jen dočasné (Matthews, 2011).

### **3.7.3. Alternativní metody tlumení hlístic**

Vlivem rostoucí rezistence proti anthelmintikům, dochází ke snížení jejich účinnosti a je třeba hledat nové metody boje proti parazitárním infekcím. Vliv na hledání vhodných alternativ má i stále rostoucí zájem o ekologické systémy hospodaření a jejich produkty.

V mnoha studiích již byla prokázána účinnost rostlin s vysokým obsahem tříslovin (taninů), který představuje alternativu ke komerčně vyráběným anthelmintikům. Tanin

zlepšuje imunitní reakce hostitele a tím nepřímo ovlivňuje biologii hlístic. Taniny mají schopnost vázat bílkoviny a tím mohou snížit jejich ruminální degradaci. Předpokládá se, že působením nízkého pH ve slezu se proteinové komplexy působením tříslovin oddělí od proteinů, tím projde do tenkého střeva větší množství aminokyselin a peptidů, kde jsou následně absorbovány (Hoste et al., 2012).

Ve studii Khan et Kishor (2014) zaměřené na léčbu helmintóz polyherbálními preparáty autoři uvádějí jako slibné rostliny s anthelmintickými účinky *Azadirachta indica* (Nimba), jejichž listy obsahují mimo jiné azadirachtin a další látky blokující vývoj vajíček a svlékání larev, *Momordica charantia*, která obsahuje řadu biologicky aktivních chemických látek (steroidy, alkaloidy, saponiny, triterpeny) a *Allium sativum*, známý svými účinky při léčbě zvířat trpících GI hlísticemi. Tyto rostliny byly v různých koncentracích použity u sledované skupiny koz, zatímco jiná skupina byla přeléčena fenbendazolem. U koz byla sledována hladina hematokritu a počet erytrocytů a jejich počet se 30 dní po podání polyherbálních preparátů výrazně zvýšil a výsledky byly srovnatelné se skupinou koz léčených fenbendazolem. U koz léčených polyherbálními preparáty došlo ke zlepšení celkového proteinu, albuminu a globulinu, ale došlo ke snížení hladiny glukózy, jakmile se navýšila dávka polyherbálního preparátu. Zlepšení v hodnotách hematokritu a hemoglobinu by mohlo být způsobeno anthelmintickým účinkem polyherbálních preparátů nebo daného anthelmintika, které způsobili eliminaci zátěže gastrointestinálního traktu hlísticemi, což vedlo k zastavení krevních ztrát. Výsledek studie Khan et Kishor (2014) poukazuje na fakt, že léčení fenbendazolem bylo úspěšné, ale léčení polyherbálními preparáty bylo za předpokladu vyšší dávky také velmi efektivní.

## 4. Materiál a metody

### 4.1. Charakteristika farmy

Studie byla provedena na ekologické kozí farmě ve středních Čechách (49°33'12" s. š., 14°18'2"v.d.) v nadmořské výšce 450 m n. m. s průměrnou roční teplotou 5 - 6 °C (dlouhodobý roční teplotní průměr je 6 - 7 °C) a průměrnými ročními srážkami 700 - 800 mm (údaje ČHÚ pro rok 2013). Farma hospodaří na 90 hektarech půdy a její zaměření je chov dojných koz pro výrobu kozích biovýrobků, které jsou dodávány do obchodních řetězců i menších bioprodejen. Na farmě jsou chovány kozy plemene bílá krátkosrstá a hnědá krátkosrstá. Celkem bylo na farmě v době zařazení do studie, více než 300 kusů koz, z toho bylo 213 dojených, dále 5 kozlů a 90 mladých koz. Dojení probíhalo 2 x denně, mezi dojeními byly dojené kozy na pastvině, v zimním období zůstávaly ve stáji. Průměrný denní nádoj dosahoval 328 kg mléka (2,03 kg/koza) o průměrném obsahu bílkovin 2,87 % a průměrném obsahu tuku 4,14 %. Mléko bylo následně zpracováváno přímo na farmě ve vlastní mlékárně.

Mladé kozy byly chovány na celodenní pastvě s možností přístupu do přístřešku v případě nepřízně počasí či v době krmení jádrem. Seno a senáž měly kozy k dispozici z jeslí na pastvině a před přístřeškem. Během měsíce dubna 2014 došlo k přesunu stáda na jinou pastvinu, kde bylo jiné složení vegetace a bohatá pastva, v převaze byla smetánka lékařská. I na této pastvině měly kozy přístřešek, seno a senáž v jeslích a byla krmena jádrem. Pitná voda byla zajištěna pomocí cisteren s vodou. Mačkané jádro bylo skladováno v sudech v blízkosti stáje. Senáž byla umístěna také u stáje, stejně jako seno. V průběhu měsíce října byly kozy z pastviny přehnány do stáje, kde byly celý den uzavřené bez možnosti výběhu. Ve stáji byly kozy na hluboké podestýlce s občasným přistýláním slámou. Krmeny byly senáží a senem, voda byla zajištěna automatickými napáječkami. Ve stáji kozy zůstaly až do konce naší studie.

Ve sledovaném stádě byly kozy různého věkového zastoupení a počet kusů nebyl v průběhu sledovaného období stabilní, do stáda byly zařazovány kozy již laktující, případně byly mladé kozy ze stáda přeřazeny do jiného stáda. Kůzlata se odstavují ve věku 1,5 měsíce,

kozlíci se z farmy odvázejí a zůstávají pouze kozičky, které se po odstavu zařazují do stáda mladých koz na pastvinu. Během připouštěcího období byl ve stádě zařazen kozel a během říjnového přesunu koz do stáje, byl opět oddělen.

Na farmě probíhá u mladých koz odčervení jednou ročně a již dlouhodobě je jako anthelmintikum využíván preparát Ivomec (účinná látka ivermektin), který se aplikuje plošně na celé stádo, dávka je aplikována odhadem tělesné hmotnosti každého kusu. Během studie se odčervení neprovádělo.

Fotografie č. 1: Odpočívající kozy v průběhu odběrů (foto: Iveta. A. Kyriánová)



## 4.2. Odběr a zpracování vzorků

Odběr vzorků probíhal vždy jednou měsíčně, v období od ledna 2014 do ledna 2015. Pro účely této studie byly odebírány pouze samice bílé krátkosrsté kozy. Při prvním odběru bylo náhodně vybráno 30 kusů a při dalších odběrech byly kozy postupně odchyťovány a kontrolováno jejich číslo (podle ušní známky).

Pro účely koprologického vyšetření probíhal odběr vzorku přímo z rekta, následně byl vzorek označen číslem a uložen do sáčku. Vzorky byly uchovávány v přenosném termoboxu a následně byly uloženy ve školní laboratoři katedry zoologie a rybářství FAPPZ ČZU v chladničce při teplotě 4 °C až do zpracování.

Samotné koprologické vyšetření bylo prováděno modifikovanou McMasterovou metodou dle Coles (2003) s minimálním detekčním limitem 50 vajíček, za použití flotačního roztoku (nasycený NaCl + 500g glukózy). Při koprologickém vyšetření byl pracovní postup následující: nejprve byl vzorek zvážen a hmotnost zaznamenána, poté byl oddělen vzorek o velikosti 3g (zbytek vzorku byl použit pro vyšetření na plicnivky) a rozetřen v třecí misce s vodou. Vždy v poměru 1g vzorku:14ml vody. Po rozetření byl vzorek přecezen přes sítko a 15 ml vzorku bylo odstřeďováno v centrifugační zkumavce po dobu 5 minut při 1800 RPM. Následně byl slit supernatant a do zkumavky byl doplněn flotační roztok do objemu 15 ml. Poté byl vzorek promíchán Pasteurovou pipetou a aplikován do McMasterových komůrek, kde se nechal 5 minut flotovat.

Poté se počítala vajíčka pod mikroskopem a jejich počet se následně vynásobil číslem 50. Intenzita infekce byla vyjádřena jako počet vajíček v 1 g výkalu – EPG (eggs per gram). Pro práci byl použit školní mikroskop Olympus CX21, vajíčka helmintů byla počítána při zvětšení 100 x. Zjištěná vajíčka helmintů byla determinována do rodu dle Taylora et al. (2007). Vajíčka většiny trichostrongylidních hlístic nelze na základě morfologie spolehlivě určit do rodu, a proto všechna tato vajíčka byla zařazena do skupiny trichostrongylidních hlístic.



Vyšetření vzorku na přítomnost larev plicnivek probíhalo modifikací metody McKenna (1999). Do řádně označené kónické nádoby („šampusky“) bylo vloženo sítko pokryté jednovrstvým papírovým kapesníčkem a doplněna voda tak, aby byl kontakt hladiny se sítkem. Do sítka byl vložen zvážený vzorek výkalu a takto byl ponechán minimálně 24 hodin při laboratorní teplotě. Vzorek byl poté vyšetřen pod mikroskopem a jednotlivé larvy spočítány. Výsledný počet larev plicnivek byl vyjádřen jako počet larev v 1 gramu výkalu (LPG – larvae per gram). Plicnivky byly determinovány do druhu dle van Wyka a Mayhewa (2013).

Fotografie č. 2: Označená koza po odběru (foto: Iveta A. Kyriánová)



Fotografie č. 3: Stádo před odběrem uvnitř stáje (foto: Iveta A. Kyriánová)



### 4.3. Použité statistické metody

Pro vyjádření prevalence determinovaných helmintů za sledované období, byl použit program MS Excel. Prevalence byla vyjádřena jako podíl pozitivních vzorků k celkovému počtu vzorků odebraných v daném měsíci. Takto byla prevalence vypočtena pro jednotlivé měsíce ve sledovaném období. V každém měsíci byla také vypočítána prevalence jednotlivě pro trichostrongylidní hlístice, tenkohlavce (*Trichuris* sp.), tasemnice (*Moniezia* sp.) a plicnivky (*Muellerius* sp.) a vyjádřena v procentech.

Pro zhodnocení sezónní dynamiky helmintů a vztahu počtu EPG a konzistence výkalů, byla použita statistická metoda jednofaktorová ANOVA v programu STATISTICA 12. Tato

metoda matematické statistiky (analýza rozptylu, Analysis of Variance - ANOVA) byla použita pro ověření existence statisticky významného vlivu měsíců v průběhu sledovaného období, na průběh vylučování vajíček helmintů a larev plicnívek. Do statistického softwaru byla vložena data s počty EPG (závislá proměnná) pro jednotlivé měsíce (nezávislá proměnná) během celého sledovaného období. Následně byl ve STATISTICE vytvořen graf průměru z více proměnných se směrodatnou odchylkou. Aby mohl být zhodnocen vliv sezóny na průběh infekce (počet EPG) byl vytvořen graf za použití jednofaktorové ANOVY. Pro zhodnocení vlivu sezóny na konzistenci výkalů bylo postupováno stejným způsobem. Pokud byl statisticky vyhodnocen vliv jako významný ( $P < 0,05$ ), bylo dále postupováno metodou Post-hoc testu pro zjištění rozdílů mezi proměnnými. Vzhledem k nestejnému počtu vzorků v jednotlivých měsících byl použit Post-hoc test HSD pro úpravu úrovně hladiny nestejného počtu vzorků.

Graf pro zpracování meteorologických dat byl zpracován v programu MS Excel, byly zde vyjádřeny hodnoty znázorňující průběh minimální, maximální a průměrné teploty a průměrné vlhkosti.



## 5. Výsledky

V průběhu studie bylo vyšetřeno celkem 291 vzorků. Ve vyšetřovaných vzorcích byla determinována vajíčka trichostrongylidních hlístic, *Trichuris* sp., *Moniezia* sp. a larvy *Muellerius* sp. Vajíčka trichostrongylidních hlístic jsou si morfologicky velmi podobná a i v rámci jednoho druhu mohou být rozdílného tvaru a velikosti, z tohoto důvodu je determinace druhů při koprologickém vyšetření na základě morfologie vajíček obtížná. Proto jsou všechny druhy v této diplomové práci uváděny souhrnně jako trichostrongylidní hlístice.

Počet vyšetřených vzorků v jednotlivých měsících po dobu studie a prevalence helmintů je znázorněna v následující tabulce.

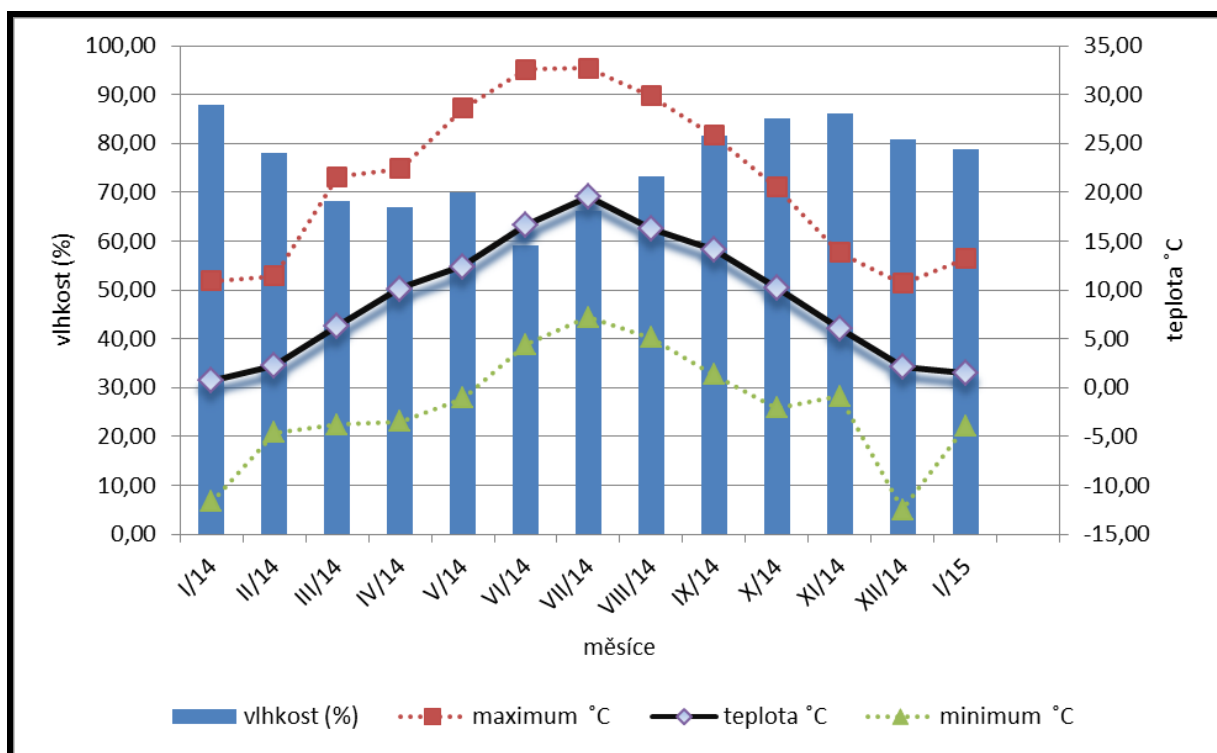
Tabulka č. 1: Prevalence helmintů za sledované období

měsíc	počet vzorků	Trich. hlístice	<i>Trichuris</i> sp.	<i>Moniezia</i> sp.	<i>Muellerius</i> sp.
leden 2014	31	93%	43%	6%	64%
únor 2014	28	82%	46%	0%	57%
březen 2014	27	96%	59%	7%	74%
duben 2014	15	100%	26%	13%	100%
květen 2014	22	100%	27%	0%	100%
červen 2014	21	100%	47%	0%	95%
červenec 2014	20	100%	50%	10%	90%
srpen 2014	18	100%	39%	17%	94%
září 2014	19	100%	47%	15%	94%
říjen 2014	25	100%	68%	12%	100%
listopad 2014	23	100%	73%	4%	95%
prosinec 2014	22	100%	63%	9%	100%
leden 2015	20	100%	55%	5%	95%

Z tabulky č. 1 je patrné, že nejvyšší hodnoty prevalence v průběhu sledovaného období byly zaznamenány u trichostrongylidních hlístic, druhé nejvyšší hodnoty měly plicivky (*Muellerius* sp.) následované *Trichuris* sp. Nejnižší hodnoty prevalence byly zaznamenány u tasemnic (*Moniezia* sp.)

Meteorologická data byla získána z nedaleké meteostanice v Sedlčanech a následně zpracována do grafu znázorňujícího průměrnou vlhkost, průměrnou, minimální a maximální teplotu za sledované období.

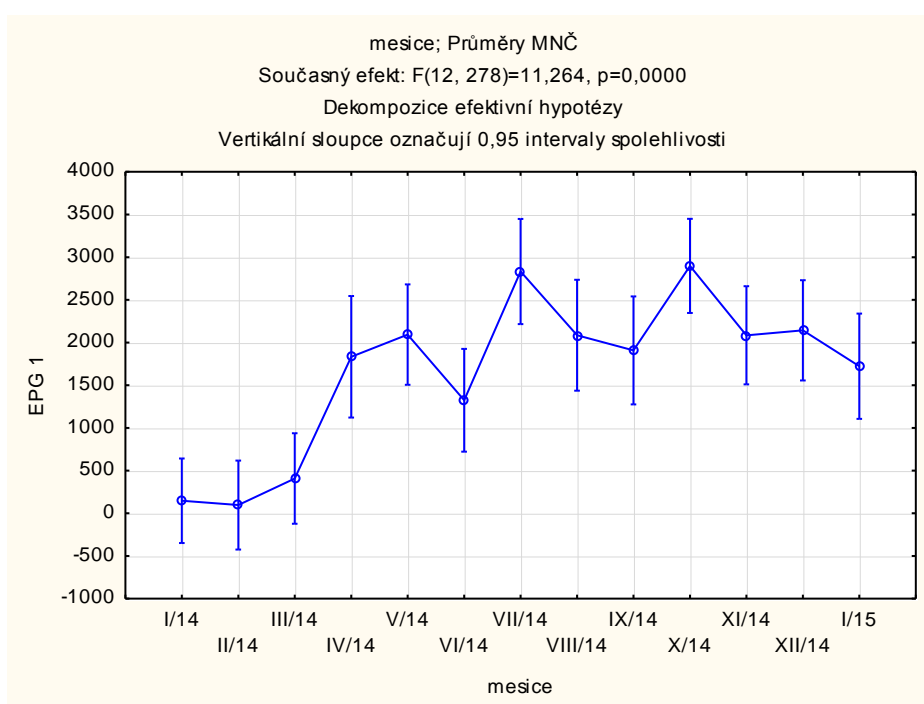
Graf č. 1: Meteorologická data znázorňující průběh teplot a vlhkosti ve sledovaném období  
(<http://www.jakjevenku.info>)



Nejnižší vlhkost byla zaznamenána v červnu 2014, a to 5 % a nejvyšší 98 % v lednu 2014. Průměrně se vlhkost pohybovala okolo 70 %. Teplotní extrémny dosáhly minimální hodnoty - 12,5 °C v prosinci 2014 a nejvyšší hodnota 32,7 °C byla naměřena v červenci 2014. Průměrné teploty se na jaře, na podzim i v zimě pohybovaly nad bodem mrazu a během léta dosahovaly hodnot od 12 - 16 °C.

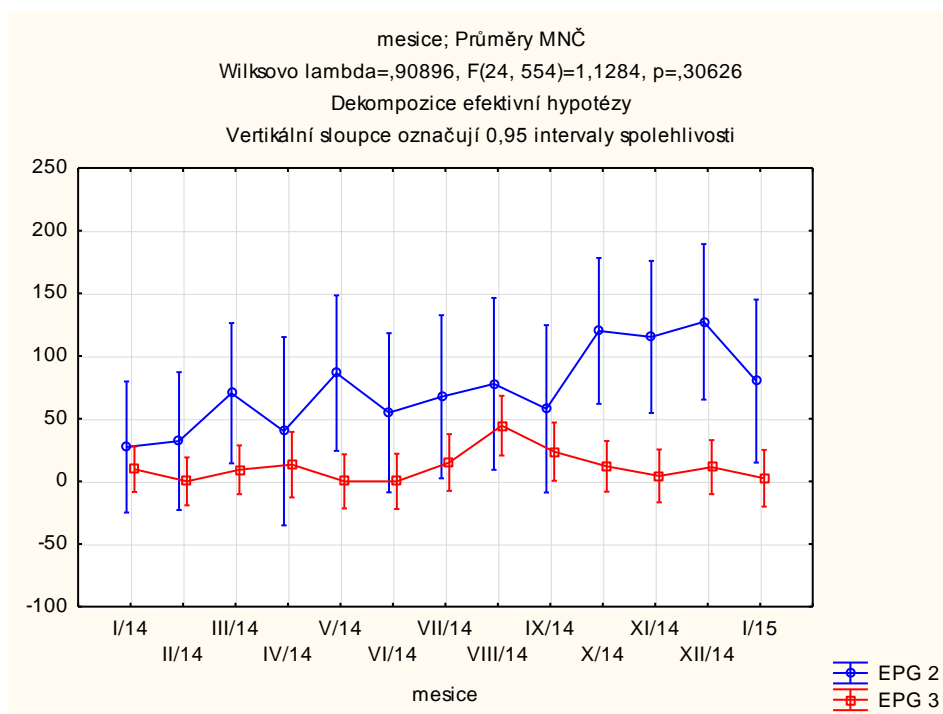
V grafu č. 2 je zaznamenána dynamika trichostrongylidních hlístic ve sledovaném období, vliv sezóny na vylučování vajíček trichostrongylidních hlístic byl statisticky významný ( $P < 0,05$ ). Z grafu je patrný nárůst počtu vylučovaných vajíček v měsíci dubnu 2014 a až do listopadu 2014 se v pravidelných intervalech objevoval prudký vzestup následovaný poklesem. Během zimního období (listopad 2014 - leden 2015) počet vylučovaných vajíček postupně klesal.

Graf č. 2: Sezónní dynamika trichostrongylidních hlístic za sledované období, EPG 1 – počet vajíček trichostrongylidních hlístic na gram výkalu



V grafu č. 3 je znázorněn průběh sezónní dynamiky *Trichuris* sp. a *Moniezia* sp. za sledované období. Zde je třeba vzít při zhodnocování výsledku v úvahu aktivní období půdních roztočů, kteří jsou mezihostiteli tasemnic. Vliv sezóny na vylučování vajíček *Trichuris* sp. a *Moniezia* sp. byl vyhodnocen jako statisticky nevýznamný ( $P > 0,05$ ). Z grafu je patrný pravidelný mírný nárůst počtu vyloučených vajíček *Trichuris* sp. od března 2014 následovaný poklesem. K většímu nárůstu EPG došlo v říjnu 2014, v listopadu je patrný mírný pokles EPG a v prosinci opět nárůst, výrazný pokles v počtu EPG nastal v lednu 2015. Sezónní dynamika *Moniezia* sp. nevykazuje výrazné výkyvy až do srpna 2014, kdy došlo k vzestupu počtu EPG, poté následoval pokles bez výrazných výkyvů až do ledna 2015.

Graf č. 3: Sezónní dynamika *Trichuris* sp. a *Moniezia* sp. za sledované období

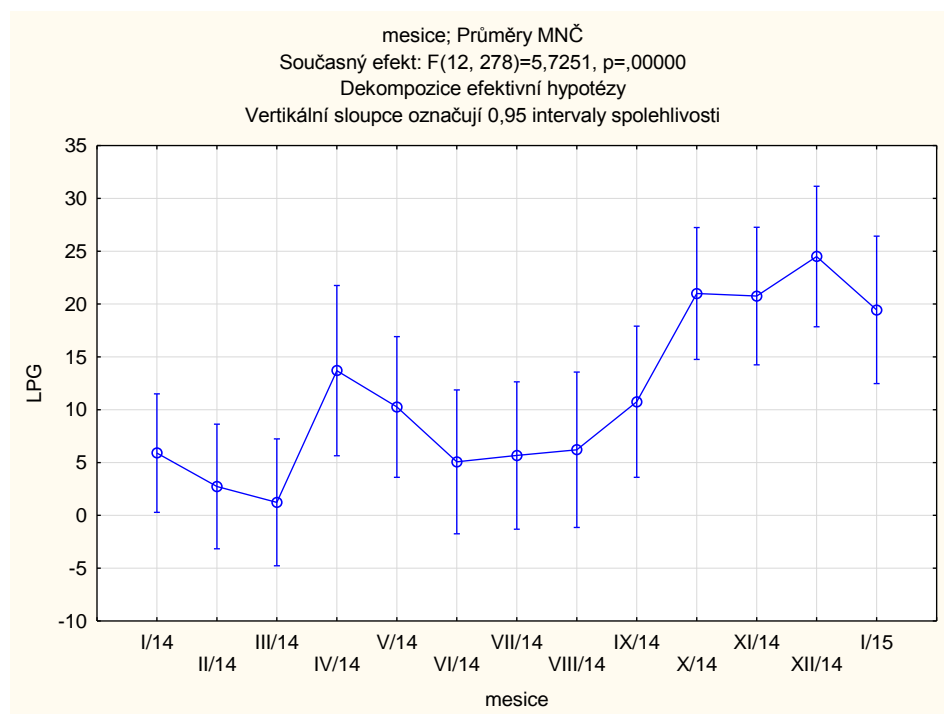


EPG 2: *Trichuris* sp., EPG 3: *Moniezia* sp.

V grafu č. 4 je znázorněn průběh sezónní dynamiky plicnivek. Vliv průběhu sezóny na počet larev byl vyhodnocen jako statisticky významný ( $P < 0,05$ ). Z grafu je patrný pokles počtu larev během zimního období. Výrazný nárůst LPG nastal v dubnu 2014, poté následoval pokles LPG až do dalšího prudkého nárůstu v říjnu 2014. V listopadu zůstal počet LPG téměř na shodné úrovni jako v říjnu, poté následoval mírný nárůst v prosinci 2014. Během ledna 2015 došlo k dalšímu poklesu LPG. Kolísání v průběhu sezóny může být ovlivněno přítomností nebo absencí mezihostitele na pastvině.

Graf č. 4: Sezónní dynamika *Muellerius* sp. za sledované období, LPG - počet larev

*Muellerius* sp. na gram výkalů



Při vyhodnocování grafů sezónní dynamiky GI hlístic (trychostrongylidi, *Trichuris* sp.), tasemnic (*Moniezia* sp.) i plicnivek (*Muellerius* sp.) je třeba vzít v úvahu klima a s ním související délku vývoje larev na pastvině, což může způsobovat viditelné kolísání v dynamice v průběhu sledovaného období a v případě plicnivek a tasemnic také úlohu mezipřehoditele. Viditelné prudké kolísání v měsíci dubnu 2014 koresponduje se změnou pastviny a tím i změnou pastevního porostu, který v tomto období ovlivnil i konzistenci výkalů.

Konzistence výkalů byla statisticky ovlivněna průběhem sezóny během sledovaného období ( $P < 0,05$ ). Viditelný výkyv a změna konzistence z formované na průjem koresponduje se změnou pastviny během dubna 2014 a složení pastevního porostu, ve kterém převládala smetánka lékařská. Na původní pastvině byl porost velmi nízký a chudý

V tabulce č. 2 je znázorněn počet vzorků ze všech odebraných, které jsou zařazené do 4 kategorií dle počtu EPG a současně rozdělené podle konzistence. Z tabulky je zřejmý rozdíl v počtu EPG a konzistencí, zejména u trichostrongylidních hlístic. Ze všech sledovaných GI parazitů měla konzistence 1 nejvíce vzorků s počtem EPG nad 5 0001. Konzistence 3 (průjem) neměla v těchto hodnotách nad 5 0001 žádný vzorek. U T. hlístic měly 4 vzorky s konzistencí 3 počet EPG v rozmezí 2 501 - 5 000.

Tabulka č. 2: Počet vzorků dle hodnot EPG u jednotlivých parazitů za sledované období

konzistence T. hlíst	EPG do 1000	EPG 1001-2500	EPG 2501-5000	EPG 5001-více
1	102	70	38	6
2	23	15	9	3
3	6	7	4	0
<b>Moniezia sp.</b>				
konzistence <i>Moniezia</i> sp.	EPG do 1000	EPG 1001-2500	EPG 2501-5000	EPG 5001-více
1	14	0	0	0
2	4	0	0	0
3	3	0	0	0
<b>Trichuris sp.</b>				
konzistence <i>Trichuris</i> sp.	EPG do 1000	EPG 1001-2500	EPG 2501-5000	EPG 5001-více
1	117	2	0	0
2	23	0	0	0
3	6	0	0	0

Konzistence 1: formované výkaly

Konzistence 2: pastovité výkaly

Konzistence 3: průjem

Tabulka č. 3 znázorňuje extrémní hodnoty EPG zaznamenané u konkrétních vzorků. Konzistence 1 u trichostrongylidních hlístic má velké rozpětí a maximální zaznamenaná hodnota EPG dosáhla 11 600 a u dalších dvou vzorků byly zaznamenané hodnoty 8 650 a 8 200 EPG. Oproti tomu maximální hodnota EPG u T. hlístic u konzistence 3 (průjem) dosáhla hodnoty 4 850 EPG.

Tabulka č. 3: Minimální a maximální hodnoty EPG u jednotlivých parazitů

konzistence T. hlíst	minimální hodnota EPG	maximální hodnota EPG
1	50	11600
2	50	7500
3	300	4850
konzistence <i>Moniezia</i> sp.	minimální hodnota EPG	maximální hodnota EPG
1	50	350
2	100	650
3	50	150
konzistence <i>Trichuris</i> sp.	minimální hodnota EPG	maximální hodnota EPG
1	50	1250
2	50	600
3	100	350

## 6. Diskuse

Cílem této diplomové práce bylo získat přehled o sezónní dynamice infekcí vyvolaných gastrointestinálními helminty a plicnivkami v ekologickém chovu koz. Ve stádě mladých koz čítající 90 kusů bylo náhodně vybráno 30 kusů a během dalších odběrů, byly sledované kusy ve stádě vyhledány a následně jim byl odebrán vzorek z rekta. Odběry probíhaly vždy jednou měsíčně v dopoledních hodinách. Přesná hodina odběrů nebyla stanovena, dle Rinaldi et al. (2009) nebyl během jejich dlouhodobých měření zaznamenán vliv denní doby na hodnoty FEC. Carstensen et al. (2013) ve své studii porovnávající hodnoty EPG strongylidů ve vzorcích výkalů koní odebíraných v různou denní dobu potvrdili, že nejsou prokázány rozdíly mezi dobou odběru a výsledky vyšetření.

Během naší studie bylo odebráno celkem 291 vzorků, které byly koprologicky vyšetřeny, ve vyšetřovaných vzorcích byla determinována vajíčka trichostrongylidních hlístic, *Trichuris* sp., *Moniezia* sp. a larvy *Muellerius* sp. U většiny vzorků byl zjištěn výskyt minimálně jednoho z druhů sledovaných GI helmintů, většinou bylo přítomno současně několik druhů. Směsné infekce ve své studii zjistili také Stadaliené et al. (2014), kteří uvádějí, že kozy jsou infikovány smíšenými druhy GI parazitů, ale jejich celkový podíl se liší dle systému pastvy. Během naší studie dosáhla celková prevalence u sledovaných gastrointestinálních helmintů 98,96 %. Gorski et al. (2004) ve své studii prováděné na území Polska uvádějí celkovou prevalenci trichostrongylidních hlístic, plicnivek a tasemnic u koz 80,6 %, zatímco Al-Rekani (2012) ve své studii v Iráku (v oblasti Kurdistánu) uvádí celkovou prevalenci trichostrongylidních hlístic 76,66 %. Domke et al. (2013) v Norsku zjistili celkovou prevalenci 61,1 %. Celková prevalence v naší studii je tedy vyšší, ale blíží se výsledku celkové prevalence ve studii Manfredi et al. (2010) jejíž hodnota je 96 %. Výsledky studie dle Manfredi et al. (2010) poukazují na fakt, že prevalence a výskyt GI parazitů se liší v závislosti na managementu farmy a individualitě jednotlivých zvířat, jejich věku a imunitě. Pasoucí se zvířata, vykazují vyšší prevalenci strongylidních infekcí než zvířata chovaná bez možnosti pastvy, v tzv. indoor systémech. Toto potvrzují ve své studii také Stadaliené et al. (2014), kteří dále ve své studii uvádějí, že mladé kozy, ve věku 6-12 měsíců jsou k infekcím způsobeným trichostrongylidními hlísticemi náchylnější než dospělé kozy. Dle Gorski et al. (2004) si kozy vytvářejí nižší imunitní odpověď na infekce GI hlísticemi v porovnání s ovci, které si přirozenou imunitu vyvíjejí kolem 12 měsíců věku. Což může mít u koz za



následek vyšší populace dospělých parazitů, kteří produkují velké počty vajíček. Gorski et al. (2004) ve své studii dále uvádějí, že prevalence GI hlístic u koz se liší i u jednotlivých plemen koz, nejvíce náchylné k parazitárním infekcím se dle Gorski et al. (2004) zdají být kozy bílé krátkosrsté (prevalence u sledovaného stáda 100 %) oproti kozám alpským (prevalence 58 %). Tuto domněnku potvrzují ve své studii zaměřené na hodnocení působení GI parazitů na kvalitativní a kvantitativní znaky produkce mléka Alberti et al. (2012), kteří uvádějí, že rozdíly v náchylnosti k infekcím GI parazity byly zaznamenány i mezi jednotlivými plemeny koz, což může být způsobeno například vyšší přirozenou odolností určitých plemen. Dle Hoste et al. (2002a) ukazují výsledky studií, že kozy s vysokou produkcí mléka, vykazují nižší odolnost proti infekcím GI parazity. Na druhé straně některé průzkumy podporují myšlenku vyšší citlivosti k infekcím u mladých koz v první laktaci. I když dle Hoste et al. (2002a) existují studie s opačnými výsledky.

Průběh prevalence ve sledovaném období znázorněný v tabulce č. 1 ukazuje nejvyšší prevalence u trichostrongylidních hlístic, která dosáhla hodnoty 97,25 %. Gorski et al. (2004) uvádějí, že trichostrongylidní hlístice jsou nejčastější gastrointestinální paraziti malých přežvýkavců, což potvrzují ve své studii Stadaliené et al. (2015) a Manfredi et al. (2010), kteří uvádějí jako nejčastěji determinované trichostrongylidní hlístice v chovech koz *Trichostrongylus* spp., současně s *Haemonchus contortus* a *Teladorsagia* spp.

Druhy parazitů přítomných na pastvině a jejich životní cyklus jsou ovlivňovány klimatickými podmínkami v dané oblasti a také podmínkami na pastvině. Hustý a splývavý porost na pastvině poskytuje vlhčí a také chladnější mikroklima, tím chrání larvy před působením slunečního záření. Teplota ovlivňuje rychlost vývoje larev a vlhkost zabraňuje jejich vysychání a umožňuje migraci larev na porostu. Vliv teploty a vlhkosti na pastvině je dominantní pro volně žijící stádia *H. contortus*, *Teladorsagia* spp. a *Trichostrongylus* spp. (O'Connor et al., 2006). Doba přežití larev na pastvině se dle Rahmann et Seip (2007) pohybuje od několika týdnů (spíše vlhké tropické klima) až po rok i více, v mírném podnebí. Volně žijící stádia trichostrongylidních hlístic jsou v rané fázi citlivá na nízké teploty, jakmile dosáhnou larvy infekčního stádia L3 je vliv teploty a vlhkosti již menší, nicméně extrémní klimatické podmínky jako je extrémní mráz a teplo nebo sucho mohou být pro larvy letální. Doba přežití larev na pastvině je závislá na ročním období, většina z nich nepřežije déle než 2 - 3 měsíce (Vlassoff et al., 2001). Gasnier et al. (1997) uvádějí, že infekční larvy mohou na pastvině přežít dlouhou dobu a některé druhy zde mohou i přezimovat. Infekční larvy

(*Ostertagia/Teladorsagia*), které jsou schopny na pastvině přezimovat byť jen v malém počtu, mohou být později zdrojem infekce pro mladá pasoucí se zvířata (Stadaliéné et al., 2014). Vajíčka trichostrongylidních hlístic se do infekčního stádia L3 vyvíjejí při teplotách okolo 4 °C (O'Connor et al., 2006). Teplota má také vliv na délku vývoje larev, při nižších teplotách nebo nižší vlhkosti se larvy vyvíjejí déle. Rahman et Collins (1990) zaznamenali ve své studii větší dostupnost larev na porostu, pokud teplotní a vlhkostní podmínky byly pro druhy trichostrongylidních hlístic přítomných na pastvině optimální. Meteorologická data během sledovaného období jsou zobrazena v grafu č. 1.

Průběh sezónní dynamiky trichostrongylidních hlístic zobrazený v grafu č. 2 byl statisticky ovlivněn průběhem sezóny. V období leden - březen 2014 křivka nevykazuje výrazný výkyv, v tomto období byly kozy na pastvině, která byla chudá s nízkým porostem a během měsíce ledna krátkodobě pokrytá sněhem. Průměrné teploty dosahovaly v lednu 2014 hodnoty 0,76 °C při průměrné vlhkosti 87 %. Během měsíců února a března dosahovaly průměrné teploty 2,21 °C a 6,30 °C při průměrné vlhkosti 78 % a 68 %. Vzestup v počtu EPG nastal v průběhu dubna 2014, což koresponduje s přesunem stáda na novou pastvinu. Vzestup pokračoval i během měsíce května. V období od dubna do května dosahovaly průměrné teploty 10,13 °C a 12,39 °C při průměrné vlhkosti 66 % a 70 %. Vrchol v počtu EPG nastal v červenci 2014 a říjnu 2014, jak je zřejmé z grafu č. 3. V červenci dosahovala průměrná teplota 19,28 °C při průměrné vlhkosti 66 % a v říjnu 10,21 °C při průměrné vlhkosti 85 %. Ve studii Stadaliéné et al. (2014) zaměřené na vliv managementu pastvy na sezónní dynamiku GI parazitů u mladých koz, jsou zaznamenány vrcholy EPG v měsících červenec/srpen a září/říjen. Což odpovídá vrcholům zaznamenaným během naší studie. Stadaliéné et al. (2014) uvádějí průměrné teploty v měsíci červenci 18,9 °C - 19,6 °C, což odpovídá průměrným teplotám naměřeným během naší studie. Balicka-Ramisz et al. (2013) uvádějí ve své studii zaměřené na sezónní dynamiku GI hlístic u ovcí v Polsku vrchol prevalence v měsíci květnu a následně byly zaznamenány jen malé výkyvy až do září. Sezónní dynamika trichostrongylidních hlístic zaznamenaná během naší studie mohla být ovlivněna vývojem larev na pastvině v závislosti na teplotách. Porost na pastvině může ovlivnit dostupnost larev pro hostitele, larvy vyvíjející se ve výkalech po dosažení L3 stádia migrují po porostu v blízkosti výkalu a tím mohou zvýšit svojí šanci na pozření hostitele během pastvy. v Průběhu zimních měsíců je třeba vzít v úvahu i hypobiózu, díky které larvy trichostrongylidních hlístic přečkají nepříznivé podmínky, sníží aktivitu svého metabolismu a v tomto stavu přečkají, dokud se nedostaví lepší klimatické podmínky. Během hypobiózy,

díky minimálnímu metabolismu, nedochází k uvolňování vajíček do prostředí. Na sezónní dynamiku zaznamenanou během naší studie měl jistě vliv i věk koz, se kterým souvisí i vývoj přirozené imunity. Velkou roli jistě hrál i fakt, že do stáda mladých koz byly během sezóny přiřazeny i starší kozy a během připouštěcí sezóny i kozel, který byl zapůjčen z jiné farmy. Dle Stadaliéné et al. (2014) vykazovaly mladé kozy nižší EPG pokud se pásly společně s dospělými kozami.

Druhá nejvyšší prevalence byla zaznamenána u *Muellerius* sp., celková prevalence za celé sledované období dosáhla 87,28 %. Domke et al. (2013) ve své studii uvádějí prevalenci *Muellerius capillaris* 31,2 %, dle Gorski et al. (2004) se zdají být infekce *M. capillaris* převažující v některých částech Polska. Infekce vyvolané *M. capillaris* mají tendence v průběhu času kumulovat a je tedy dle Gorski et al. (2004) pravděpodobnost, že starší kozy budou vykazovat klinické příznaky spíše než mladé kozy. Panuska (2006) uvádí prevalenci 64 % a 68 %, která byla zaznamenána v chovech koz v USA. Rozdíly v prevalencích mohou být způsobeny nejen různým věkem koz a akumulací larválního stádia v plicích, ale také ročním obdobím a přítomností mezihostitele (Panuska, 2006). Vysoká prevalence zaznamenaná v naší studii může být způsobena věkovým rozložením stáda, v průběhu sledovaného období byly do stáda pravidelně zařazovány starší, již laktující kozy (kozy na 2 a vyšší laktaci), které díky akumulaci larev v plicích mohly ovlivnit přítomnost larev na pastvině. Dle Panuska (2006) umožňuje dlouhověkost dospělých parazitů dlouhodobou kontaminaci pastviny larvami L1, přenos do definitivního hostitele závisí na přežití těchto larev na pastvině a na přítomnosti vhodného mezihostitele. Schopnost parazita přežít po celou dobu životnosti měkkýšů zvyšuje jeho dostupnost pro pasoucí se zvířata. Dle Lahmar et al. (1990) je nejnižší infekčnost pastvin během suchého a horkého období, v jejich studii prováděné v Tunisku na ovčích pastvinách byla nejnižší infekčnost pastvin v období červen až září, kdy teploty dosahovaly v srpnu 25 °C, průměrná teplota během roku je 17 °C. Během naší studie byl zaznamenán pokles v dynamice LPG v období květen 2014 až srpen 2014 a následně hodnoty stoupaly (graf č. 4). Během tohoto období dosahovaly teploty průměrně 16 °C - 19 °C, maxima se pohybovaly okolo 30 °C při průměrné vlhkosti okolo 70 % s maximem 91 % v květnu 2014. Dle Lahmar et al. (1990) infekce mezihostitelů (měkkýšů) souvisí s teplotou a četností dešťů a sekundárně s vylučováním larev ve výkalech.

Další z helmintů, determinovaných během naší studie, byl *Trichuris* sp. jehož prevalence 16,49 % je vyšší než prevalence zaznamenaná Manfredí et al. (2010) 10,4 %. Ve

studii Domke et al. (2013) v jižním Norsku je uvedena prevalence *T. ovis* 43,7 %, což je vysoko nad prevalencí zjištěnou v naší studii. Dle Stadaliené et al. (2014) jsou vajíčka *Trichuris* sp. často vylučována na jaře a na podzim, což souvisí s obdobím, kdy jsou kozy častěji uvnitř stáje. Toto zjištění koresponduje s dynamikou zjištěnou během naší studie, která je zaznamenána na grafu č. 3. Zde je patrný nárůst počtu EPG v období od října 2014, kdy byly kozy z pastviny přehnány do stáje. Pokles hodnot EPG během ledna lze přisoudit vytvoření imunity a snížené dostupnosti vajíček pro hostitele, protože kozy byly v tomto období bez možnosti pastvy.

Nejnižší prevalence byla během naší studie zaznamenána u *Moniezia* sp., která za celé sledované období dosáhla 7,21 %, což odpovídá hodnotám prevalence 7,6 % uvedené ve studii Manfredi et al. (2010) oproti tomu studie provedená Domke et al. (2013) v pobřežní a jižní oblasti Norska uvádí prevalenci 30,8% a 23,9 %. V grafu č. 3 znázorňujícím sezónní dynamiku *Moniezia* sp. je znázorněn mírný nárůst v hodnotách EPG během srpna 2014. Na výskyt *Moniezia* sp. má dle Manfredi et al. (2010) vliv sezóna, zejména podzim. Ve studii Stadaliené et al. (2014) byla zaznamenána *Moniezia* sp. pouze u mladých, pasoucích se koz. Dynamiku *Moniezia* sp. také ovlivňuje přítomnost půdních roztočů, kteří jsou mezihostiteli, ovlivňují tedy dynamiku infekcí svou přítomností na pastvině.

Domke et al. (2013) se domnívají, že absence zimy obvyklé pro danou geografickou oblast může přispět k lepšímu přežití vajíček, ale i larev helmintů na pastvině. Pastva je nejdůležitější zdroj infekce GI helminty a hodnoty prevalence jsou závislé na pastevních možnostech, tedy na managementu farmy (zejména *Moniezia* sp. a strongylidi). Další z faktorů, které ovlivňují přítomnost parazitů je dle Vallade et al. (2000) přítomnost jiných hostitelských druhů, velikost farmy a počet chovaných kusů, kdy více než 100 koz již ovlivňuje přítomnost *T. hlístic*. Manfredi et al. (2010) udávají jako další z faktorů nadmořskou výšku (nad 500 m.n.m a 1 000 m.n.m. ovlivňuje výskyt *Moniezia* sp. a strongylidů, *Nematodirus* sp.) a roční období.

V tabulce č. 2 je znázorněn počet odebraných vzorků, které jsou rozděleny do několika kategorií podle počtu EPG a podle konzistence výkalů. Konzistence 1 jsou pevné, formované výkaly, konzistence 2 jsou pastovité výkaly a konzistence 3 je průjem. Průjem nebo změny v konzistenci výkalů jsou obecně spojovány s GI hlísticemi, u ovcí se využívá tzv. „dag“ score neboli fekální skóre, což je velikost znečištění výkaly v oblasti ocasu, zadní strany

stehen a v okolí řitního otvoru (Sweeny et al., 2012). U koz zatím podobné skóre stanoveno nebylo. Statisticky byl vliv průběhu sezóny na konzistenci výkalů vyhodnocen jako významný. Změna konzistence z formované na průjem během dubna 2014 koresponduje se změnou pastviny. Stádo koz bylo v tomto období přehnáno z chudé pastviny na pastvinu s velmi hustým a bohatým porostem. V porostu byla v převaze přítomna smetánka lékařská, která může u koz, při nadměrném příjmu vyvolat průjem. Během května se vývoj konzistence opět ustálil a do konce sledovaného období již nebyl zaznamenán podobný výkyv. Ve vzorcích z dubna 2014, nedosahovaly počty vajíček trichostrongylidních hlístic, v porovnání se zbytkem sledovaného období vyšších hodnot, přestože měly průjmovitou konzistenci. Oproti tomu během zbytku sledovaného období byly počty vajíček trichostrongylidních hlístic velmi variabilní a dosahovaly i extrémních hodnot (znázorněných v tabulce č. 3) při konzistenci 1 (formované výkaly). Uvedené hodnoty jsou velmi zajímavé, lze říci, že v případě průjmu zvířat je třeba zhodnotit i jiná možná onemocnění kromě trichostrongylidních hlístic a to například protozoální parazity (Sweeny et al., 2012). Vztah mezi konzistencí výkalů a počtem EPG zatím nebyl u koz podrobně prozkoumán, není jednotný ani názor ohledně počtu EPG ve vztahu k infekční hladině. Například Al-Rekani (2012) ve své studii rozdělil sledované kozy do dvou skupin, kdy EPG méně než 500 bylo hodnoceno jako nízká hladina infekce a EPG více než 500 bylo hodnoceno jako vysoká míra infekce. Současně také uvádí, že jiné studie hodnotí počty EPG i dle jiných hledisek, jako je např. zda se jedná o smíšenou infekci nebo o infekci jednotlivých druhů hlístic. Oproti tomu Singh et al. (2013) hodnotili ve své studii kozy s klinickou infekcí při počtu EPG méně než 1 600 a subklinickou infekcí EPG vyšší než 1 600.

## 7. Závěr

Pastvina je významným zdrojem infekce gastrointestinálními parazity, vyšší prevalenci strongylidních infekcí dosahují pasoucí se zvířata oproti zvířatům chovaným bez možnosti pastvy. Gastrointestinální hlístice jsou závislé na vývoji mimo organismus hostitele, toto období je pro jejich další vývoj nezbytné. Znalost epizootologie parazitů nám umožní navrhnout vhodný management pastvy, tím můžeme snížit infekční zatížení pastviny a dostupnost infekčních larev pro hostitele. Průběh sezónní dynamiky ovlivňují kromě managementu pastvy a klima také faktory jako je věk zvířat, plemeno, pohlaví, individualita každého zvířete a v neposlední řadě samotné druhové složení GI helmintů a jejich vzájemná interakce. Na populaci gastrointestinálních hlístic působí uvnitř trávicího traktu různé vlivy a to jak ze strany hostitele, tak i ze strany vzájemných mezidruhových interakcí. Tyto vzájemné interakce mohou ovlivnit počet a lokalizaci jednotlivých druhů hlístic v trávicím traktu.

Během studie byla hodnocena u odebraných vzorků konzistence výkalů, statisticky byl zjištěn významný vliv průběhu sezóny na konzistenci. Ze zjištěných dat vyplývá, že průjmovitá konzistence nemusí nutně znamenat nadměrné infekční zatížení trávicího traktu trichostrongylidními hlísticemi a je třeba vzít v úvahu i další možná onemocnění a to jak bakteriálního nebo infekčního původu, způsobené například protozoálními parazity a teprve podle zjištěné příčiny průjmových onemocnění zvolit správnou a cílenou léčbu. Nadměrné a neuvážené používání anthelmintických preparátů způsobuje rezistenci gastrointestinálních parazitů na užívaná anthelmintika a tím snižuje efektivitu případné léčby v případech, kdy je skutečně potřeba.

## 8. Seznam literatury

- Anderson R. C. 2000. *Nematode Parasites of Vertebrates. Their Development and Transmission*. 2nd edition. CABI Publishing Wallingford UK. pp. 672. ISBN: 9780851997865.
- Al-Rekani, A. M. 2012. Effect of Natural Infection with Gastrointestinal Nematode on Milk Composition and Blood Parameters of Lactating Native Goats. *Journal of Animal Scientist*. 1 (2). 14-17.
- Adediran, O. A., Adebisi, A. I., Uwalaka, E. C. 2014. Distribution of Gastrointestinal Helminthosis of Small Ruminants in Ibadan, South Western Nigeria: Role of Traditional Rearing System. *Nature and Science*. 12 (9). 25-29.
- Alberti, E. G., Zanzani, S. A., Ferrari, N., Bruni, G., Manfredi, M. T. 2012. Effects of gastrointestinal nematodes in milk productivity in three dairy goat breeds. *Small Ruminant Research*. 106S. S12-S17. doi: 10.1016/j.smallrumres.2012.04.027
- Barger, I. A. 1999. The role of epidemiological knowledge and grazing management for helminth control in small ruminants. *International Journal for Parasitology*. 29. 41-47.
- Bamaiyi, P. M. 2012. Factors Militating against the control of Helminthosis in Livestock in developing countries. *Vet. World*. Vol. 5 (1). 42-47.
- Balic, A., Bowles, V. M., Meeusen, E. N. T. 2000. The immunobiology of gastrointestinal nematode infections in ruminants. *Advances in Parasitology*. Volume 45. 181-241.
- Blaxter, M. L. 2003. *Nematoda: Genes, Genomes and the Evolution of Parasitism*. *Advances in Parasitology*. Volume 54. Pages 101-195.
- Blaxter, M. L., De Ley, P., Garey, J. R., Liu, L. X., Scheldeman, P., Vierstraete, A., Vanfleteren, J. P., Mackey, L. Y., Dorris, M., Frisse, L. M., Vida, J. T., Thomas, W. K. 1998. A molecular evolutionary framework for the phylum Nematoda. *Nature*. Vol. 392. 71-75.
- Bird, A. F., Bird, J. 1991. *The Structure of Nematodes*. Academic Press, Inc. p. 317. ISBN: 9780323138390
- Balicka-Ramisz, A., Ramisz, G., Żychlińska-Buczek, J. 2013. The annual population dynamics of gastrointestinal nematodes in breeding sheep of the Silesian Foothills, southern Poland. *Annals of Parasitology*. 59 (4). 163–167.
- Cabaret, J., Bouilhol, M., Mage, Ch. 2002. Managing helminths of ruminants in organic farming. *Veterinary Research*. 33. 625–640. doi: 10.1051/vetres:2002043
- Coles, G. 2003. Strategies to minimise anthelmintic resistance in large animal practice. *In Practice*. 25 (8). 494-499. doi:10.1136/inpract.25.8.494

- Carstensen, H., Larsen, L., Ritz, Ch., Nielsen, M. K. 2013. Daily Variability of Strongyle Fecal Egg Counts in Horses. *Journal of Equine Veterinary Science*. 33. 161-164. doi.org/10.1016/j.jevs.2012.06.001
- Colwell, R. K., Dunn, R. R., Harris, N. C. 2012. Coextinction and Persistence of Dependent Species in a Changing World. *The Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. 43. 183–203. doi: 10.1146/annurev-ecolsys-110411-160304
- de Sá Guimarães, A., Guimarães Gouveia, A. M., do Carmo, F. B., Gouveia, G. C., Silva, M. X., da Silva Vieira, L., Molento, M. B. 2011. Management practices to control gastrointestinal parasites in dairy and beef goats in Minas Gerais; Brazil. *Veterinary Parasitology*. 176. 265–269. doi:10.1016/j.vetpar.2010.10.049
- Dorris, M., De Ley, P., Blaxter, M. L. 1999. Molecular analysis of nematode diversity and the evolution of parasitism. *Parasitology Today*. Vol. 15 (5). 188–196.
- Decristophoris, P. M. A., von Hardenberg, A., McElligott, A. G. 2007. Testosterone is positively related to the output of nematode eggs in male Alpine ibex (*Capra ibex*) faeces. *Evolutionary Ecology Research*. 9. 1277–1292.
- Domke, A. V. M., Chartier, Ch., Gjerde, B., Leine, N., Vatn, S., Stuen, S. 2013. Prevalence of gastrointestinal helminths, lungworms and liver fluke in sheep and goats in Norway. *Veterinary Parasitology*. 194 (1). 40-48. doi:10.1016/j.vetpar.2012.12.023
- Elsheikha, H. M. 2011. Major Nematode Infections. In: Elsheikha, H. M., Khan, N. A. (edt.). *Essentials of Veterinary Parasitology*. Horizon Scientific Press. pp. 221. ISBN: 9781904455806.
- Eckert, J., Braun, R., Shirley, M. W., Coudert, P. 1995. *Biotechnology. Guidelines of Techniques in Coccidiosis Research*. Published by the European Commission Directorate-General XII Science, Research and Development Agriculture Biotechnology L-2920 Luxembourg. p. 306. ISBN: 9282749703.
- Gasnier, N., Cabaret, J., Chartier, C., Reche, B. 1997. Species diversity in gastrointestinal nematode communities of dairy goats: species-area and species-climate relationships. *Veterinary Research*. 28 (1). 55-64.
- Geurden, T., Vercruyse, J. 2007. Field efficacy of eprinomectin against a natural *Muellerius capillaris* infection in dairy goats. *Veterinary Parasitology*. 147. 190–193.
- Grassly, N. C., Fraser, Ch. 2006. Seasonal infectious disease epidemiology. *Proceedings of the Royal Society Biological Sciences*. 273. 2541–2550. Published online 7 July 2006. doi:10.1098/rspb.2006. 3604
- Gunn, A., Pitt, S. J. 2012. *Parasitology: An Integrated Approach*. John Wiley & Sons. p. 442. ISBN: 9780470684245.
- Gómez, A., Nichols, E. 2013. Neglected wild life: Parasitic biodiversity as a conservation target. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife*. 2. 222–227. doi: 10.1016/j.ijppaw.2013.07.002



- Gorski, P., Niznikowski, R., Strzelec, E., Popielarczyk, D., Gajewska, A., Wedrychowicz, H. 2004. Prevalence of protozoan and helminth internal parasite infections in goat and sheep flocks in Poland. *Arch. Tierz. Dummerstorf* 47. Special Issue. 43-49.
- Hendrix, Ch. M., Robinson, E. 2014. *Diagnostic Parasitology for Veterinary Technicians*. Fourth Edition. Elsevier Health Sciences USA. p. 416. ISBN: 9780323291255.
- Houdijk, J. G. M., Kyriazakis, I., Kidane, A., Athanasiadou, S. 2012. Manipulating small ruminant parasite epidemiology through the combination of nutritional strategies. *Veterinary Parasitology*. 186. 38-50. doi: 10.1016/j.vetpar.2011.11.044
- Hoste, H., Chartier, Ch., Le Frileux, Y. 2002. Control of gastrointestinal parasitism with nematodes in dairy goats by treating the host category at risk. *Vet. Res.* 33. 531–545. doi: 10.1051/vetres:2002037
- Hoste, H., Le Frileux, Y., Goudeau, C., Chartier, C., Pors, I., Broqua, C., Bergeaud, J. P. 2002a. Distribution and repeatability of nematode faecal egg counts in dairy goats: a farm survey and implications for worm control. *Veterinary Science*. 72. 211-215. doi:10.1053/rvsc.2002.0546
- Hoste, H., Martinez- Ortiz- De- Montellano, C., Manolaraki, F., Brunet, S., Ojeda-Robertos, N., Fourquaux, I., Torres-Acosta, J. F. J., Sandoval-Castro, C. A. 2012. Direct and indirect effects of bioactive tannin-rich tropical and temperate legumes against nematode infections. *Veterinary Parasitology*. 186. 18-27. doi: 10.1016/j.vetpar.2011.042
- Hoste, H., Sotiraki, S., Landau, S. Y., Jackson, F., Beveridge, I. 2010. Goat-Nematode interactions: think differently. *Trends in Parasitology*. 26. 376-381. doi: 10.1016/j.pt.2010.04.007
- Hoste, H., Torres-Acosta, J. F. J., Aguilar-Caballero, A. J. 2008. Nutrition – parasite interactions in goats: is immunoregulation involved in the control of gastrointestinal nematodes? *Parasite Immunology*, 30, 79–88. doi: 10.1111/j.1365-3024.2007.00987
- Issouf, M., Guégnard, F., Koch, Ch., Le Vern, Y., Blanchard-Letort, A., Che, H., Beech, R. N., Kerboeuf, D., Neveu, C. 2014. *Haemonchus contortus* P - Glycoproteins Interact with Host Eosinophil Granules: A Novel Insight into the Role of ABC Transporters in Host - Parasite Interaction. *PLoS ONE* 9 (2). e87802. doi: 10.1371/journal.pone.0087802
- Jabbar, A., Mohandas, N., Jex, A. R., Gasser, R. B. 2013. The mitochondrial genome of *Protostrongylus rufescens* – implications for population and systematic studies. *Parasites & Vectors*. 6:263. 2-9.
- Kantzoura, V., Kouam, M. K., Theodoropoulou, H., Feidas, H., Theodoropoulos, G. 2012. Prevalence and Risk Factors of Gastrointestinal Parasitic Infection in Small Ruminants in the Greek Temperate Mediterranean Environment. *Open Journal of Veterinary Medicine*. 2. 25-33. doi:10.4236/ojvm.2012.21005
- Khan, A. I., Kishor, P. 2014. Haemato-biochemical changes in caprine helminthosis treated with polyherbal anthelmintics. *Livestock Research International*. Vol. 2 (3). 59-62.

- Klein, S. L. 2004. Hormonal and immunological mechanisms mediating sex differences in parasite infection. *Parasite Immunology*. 26. 247–264.
- Lee, D. L. 2002. *The Biology of Nematodes*. CRC Press. New York. p. 635. ISBN: 0203166434.
- Lahmar, S., Cabaret, J., Cheniti, T. 1990. Land Snails and Periods at High Risk for Protostrongylid Infection on a Sheep-grazed Pasture of Northeast Tunisia. *Veterinary Parasitology*. 36. 105-115.
- Matthews, J. G. 2011. *Diseases of the Goat*. Third Edition. Published by John Wiley & Sons, Inc. P. 448. ISBN: 9781444358032.
- McKenna, P. B. 1999. Comparative evaluation of two emigration/sedimentation techniques for the recovery of dictyocaulid and protostrongylid larvae from faeces. *Veterinary Parasitology*. 80 (4). 345-51.
- Manfredi, M. T., Di Cerbo, A. R., Zanzani, S., Stradiotto, K. 2010. Breeding management in goat farms of Lombardy, northern Italy: Risk factors connected to gastrointestinal parasites. *Small Ruminant Research*. 88. 113-118. doi:10.1016/j.smallrumres.2009.12.018
- Martinez, J., Merino, S. 2011. Host - parasite interactions under extreme climatic conditions. *Current Zoology*. 57 (3). 390–405.
- Meeusen Els, N. T., Balic, A., Bowles, V. 2005. Cells, cytokines and other molecules associated with rejection of gastrointestinal nematode parasites. *Veterinary Immunology and Immunopathology*. 108. 121-125. doi: 10.1016/j.vetimm.2005.07.002
- Niemann, D. 2013. *Raising Goats Naturally: The Complete Guide to Milk, Meat and More*. New Society Publishers. p. 304. ISBN: 9780865717459.
- O'Connor, L. J., Walkden-Brown, S. W., Kahn, L. P. 2006. Ecology of the free-living stages of major trichostrongylid parasites of sheep. *Vet. Parasitol.* 142. Issue 1-2. 1 – 15. doi: 10.1016/j.vetpar.2006.08.035
- Panuska, C. 2006. Lungworms of Ruminants. *Veterinary Clinic Food Animal*. 22. 583–593.
- Poulin, R., Fredensborg, B. L., Hansen, E., Leung, T. L. F. 2005. The true cost of host manipulation by parasites. *Behavioural Processes*. 68. 241–244. doi: 10.1016/j.beproc.2004.07.011
- Raffel, T. R., Martin, L. B., Rohr, J. R. 2008. Parasites as predators: Unifying natural enemy ecology. *Trends in Ecology and Evolution*. 23. 610-618. doi: 10.1016/j.tree.2008.06.015
- Rahman, W. A., Collins, G. H. 1990. Seasonal variations in the populations of infective larvae on pasture and the numbers of nematode eggs in the faeces of farmed goats. *Journal of Helminthology*. Vol. 64. Issue 03. 263-270.

- Rahmann, G., Seip, H. 2007. Alternative management strategies to prevent and control endoparasite diseases in sheep and goat farming systems - a review of the recent scientific knowledge. *Landbauforschung Völkenrode*. 2. 57. 193-206.
- Rinaldi, L., Veneziano, V., Morgoglione, M. E., Pennacchio, S., Santaniello, M., Schioppi, M., Musella, V., Fedele, V., Cringoli, G. 2009. Is gastrointestinal strongyle faecal egg count influenced by hour of sample collection and worm burden in goats? *Veterinary Parasitology*. 163. 81–86. doi: 10.1016/j.vetpar.2009.03.043
- Randhawa, H. S. 2012. Numerical and functional responses of intestinal helminths in three rajid skates: evidence for competition between parasites ? *Parasitology*. 139. 1784-1793. doi: 10.1017/S0031182012001035
- Rohde, K. 2001. Parasitism. *Encyclopedia of Biodiversity*. Volume 4. 463-484.
- Schulte, R. D., Makus, C., Schulenburg, H. 2013. Host – parasite coevolution favours parasite genetic diversity and horizontal gene transfer. *Journal of Evolutionary Biology*. 26. 1836-1840. doi: 10.1111/jeb.12174
- Silvestre, A., Leignel, V., Berrag, B., Gasnier, N., Humbert, J. F., Chartier, Ch., Cabaret, J. 2002. Sheep and goat nematode resistance to anthelmintics: pro and cons among breeding management factors. *Veterinary Research*. 33. 465-480. doi: 10.1051/vetres:2002033
- Smith, M. C., Sherman, D. M. 2009. *Goat Medicine, Second Edition*. Published by John Wiley & Sons, Inc. p. 888. ISBN: 9780781796439.
- Stadalienė, I., Höglund, J., Petkevičius, S. 2015. Seasonal patterns of gastrointestinal nematode infection in goats on two Lithuanian farms. *Acta Veterinaria Scandinavica*. 57 (16). 2-5. doi: 10.1186/s13028-015-0105-3
- Singh, V., Varshney, P., Dash, S. K., Lal, H. P. 2013. Prevalence of gastrointestinal parasites in sheep and goats in and around Mathura, India, *Vet. World*. 6 (5). 260-262. doi:10.5455/vetworld.2013.260-262
- Stadalienė, I., Petkevičius, S., Šarkūnas, M. 2014. The impact of grazing management on seasonal activity of gastrointestinal parasites in goats. *Helminthologia*. 51 (2). 103 – 111. doi: 10.2478/s11687-014-0217-8
- Sweeny, J. P. A., Ryan, U. M., Robertson, I. D., Jacobson, C. 2012. Prevalence and on-farm risk factors for diarrhoea in meat lamb flocks in Western Australia. *The Veterinary Journal*. 192. 503–510. doi: 10.1016/j.tvjl.2011.06.042
- Sutherland, I., Scott, I. 2010. *Gastrointestinal Nematodes of Sheep and Cattle: Biology and Control*. John Wiley and Sons. West Sussex. p. 242. ISBN: 9781405185820.
- Taylor, M. A., Coop, R. L., Wall, R. L. 2007. *Veterinary Parasitology*. Third Edition. Blackwell Publishing Ltd. p. 600. ISBN: 9781405119641.

Terefe, D., Demissie, D., Beyene, D., Haile, S. 2012. A prevalence study of internal parasites infecting Boer goats at Adami Tulu Agricultural Research Center, Ethiopia. *Journal of Veterinary Medicine and Animal Health* Vol. 4(2). pp. 12-16.  
doi: 10.5897/JVMAH11.046

Torres-Acosta, J. F. J., Hoste, H. 2008. Alternative or improved methods to limit gastrointestinal parasitism in grazing sheep and goats. *Small Ruminant Research*. 77. 159-173.  
doi: 10.1016/j.smallrumres.2008.03.009

Vallade, S., Hoste, H., Goudeau, G., Broqua, C., Lazard, K., Lefrileux, Y., Chartier, C., Etter, E. 2000. Relationship between nematode parasitism of the digestive tract and the characteristics of dairy goat farms in two French regions. *Revue Méd. Vét.* 151. 12. 1131-1138.

Vlassoff, A., Leathwick, D. M., Heath, A. G. C. 2001. The epidemiology of nematode infections of sheep. *New Zealand Veterinary Journal*. 49 (6). 213-221.

van Wyk, J. A., Mayhew, E. 2013. Morphological identification of parasitic nematode infective larvae of small ruminants and cattle: A practical lab guide. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*. 80 (1). 1-14. doi: 10.4102/ojvr.v80i1.539

Yu, S. K., Hu, B., Deng, Y., Li, H. M., Ren, W. X., Bian, Q. Q., Gao, M., Wang, X. Y., Cong, M. M., Song, J. K., Lin, Q., Xu, M. J., Zhao, G. H. 2012. Phylogenetic studies of *Oesophagostomum asperum* from goats based on sequences of internal transcribed spacers of ribosomal deoxyribonucleic acid (DNA). *African Journal of Microbiology Research*. Vol. 6 (13). pp. 3360-3365. doi: 10.5897/AJMR12.371

Zajac, A. M. 2006. *Gastrointestinal Nematodes of Small Ruminants: Life Cycle, Anthelmintics and Diagnosis*. *Vet. Clin. Food Anim.* 22. 529-541.  
doi: 10.1016/j.cvfa.2006.07.006

Zajac, A. M., Conboy, G. A. 2012. *Veterinary Clinical Parasitology*. Eight Edition. Published by John Wiley & Sons. Inc. p. 368. ISBN-13: 9780813820538/2012.

Zhao, G. H., Jia, Y. Q., Cheng, W. Y., Zhao, W., Bian, Q. Q., Liu, G. H. 2014. Characterization of the complete mitochondrial genomes of *Nematodirus oiratianus* and *Nematodirus spathiger* of small ruminants. *Parasites & Vectors*. 7 (319). doi:10.1186/1756-3305-7-319 Published online 2014 (<http://www.parasitesandvectors.com/content/pdf/1756-3305-7-319.pdf>)

<http://www.jakjevenku.info/>: Klimatické údaje za období leden 2014 - leden 2015 [online]. [cit 2015 – 03 – 18]. Dostupné z < <http://www.jakjevenku.info/> >

## 9. Přílohy

Seznam příloh:

Obr. 1 Fylogenetická struktura nematod dle Blaxter et al. (1998)

Obr. 2 Typy hltanů hlístic

Obr. 3 Morfologie samečka a samičky hlístice

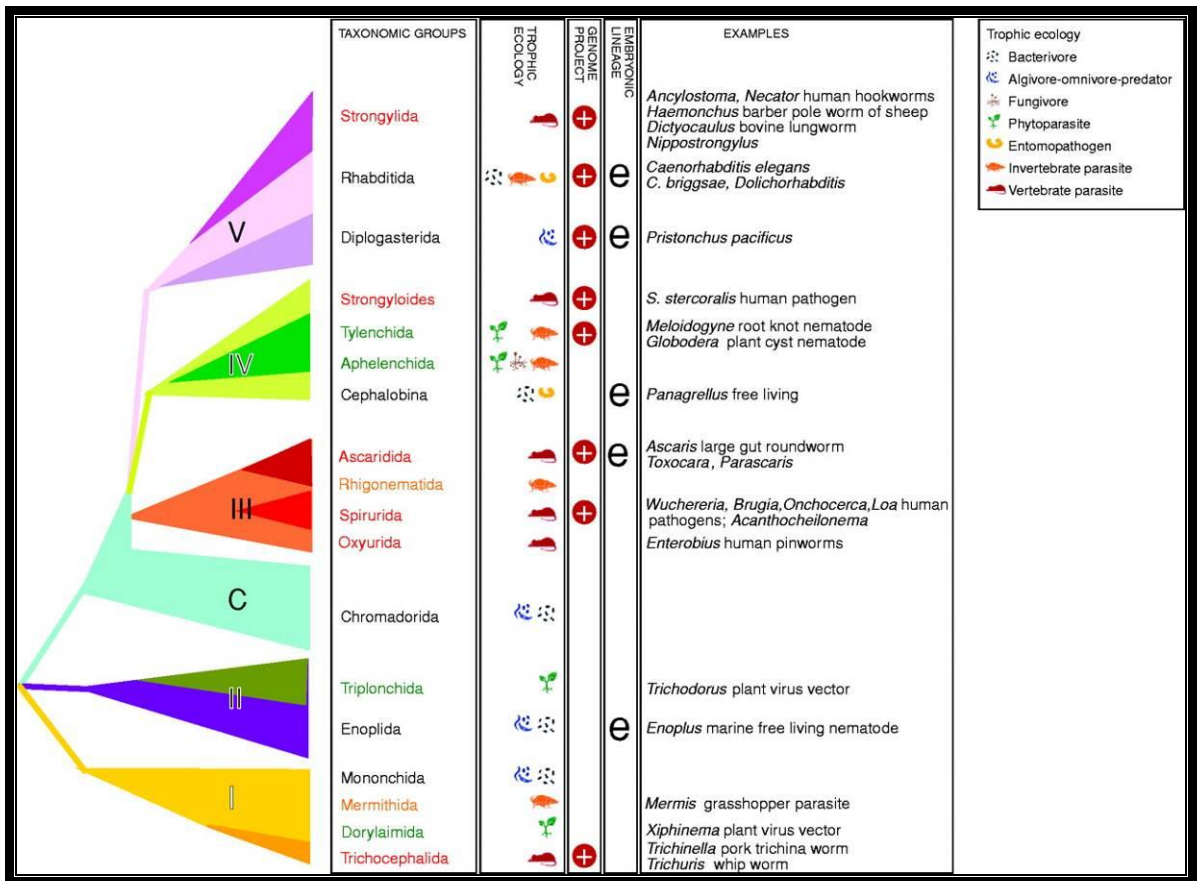
Obr. 4 Gastrointestinální paraziti přežvýkavců

Obr. 5 Vajíčka strongylidního typu v koprologickém preparátu

Obr. 6 Vajíčko *Trichuris* sp.

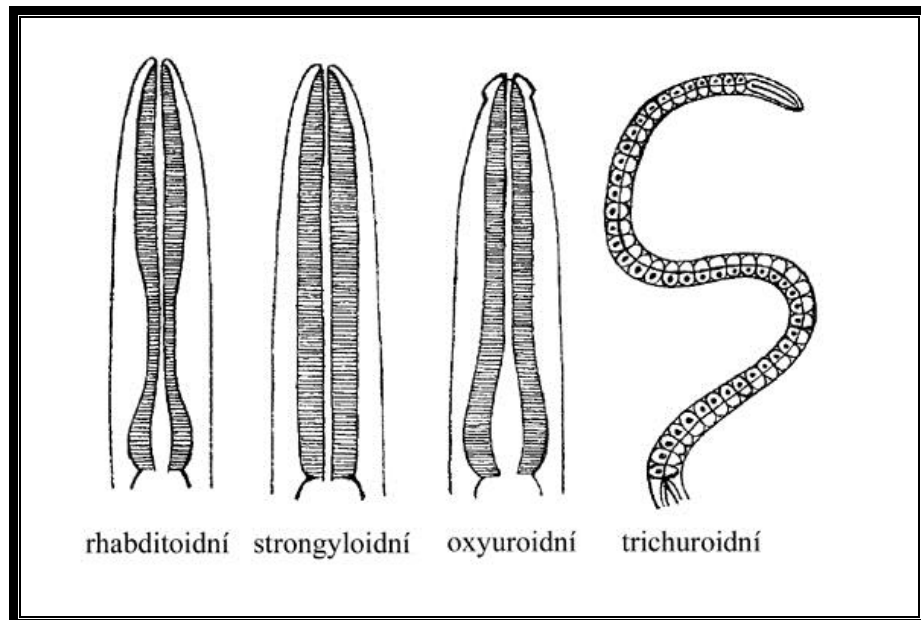
Obr. 7 Larva *Muellerius* sp.

Obr. 8 *Moniezia* sp. v koprologickém preparátu



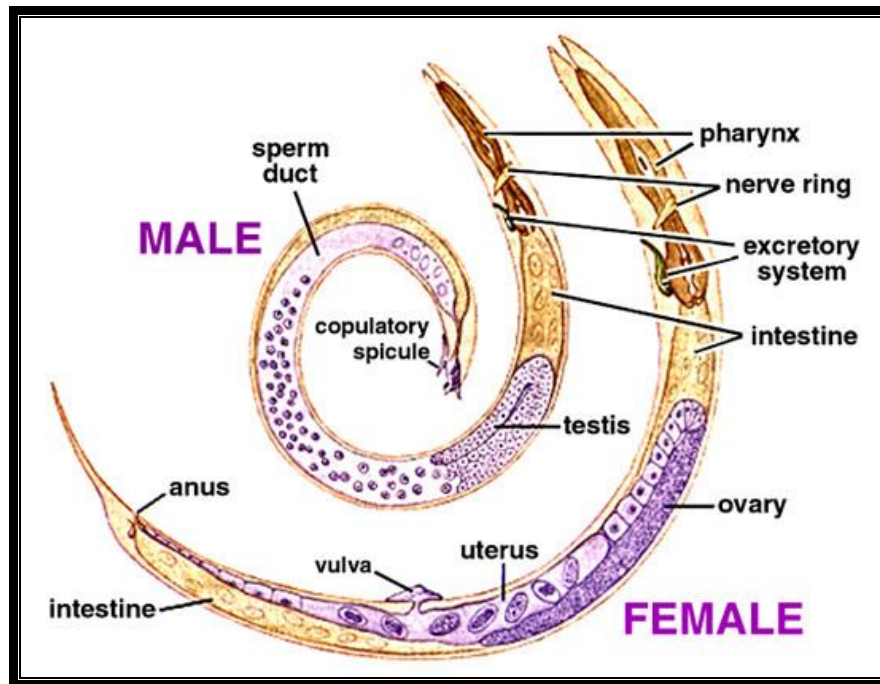
Obr. 1 Fylogenetická struktura nematod dle Blaxter et al. (1998)

(převzaté z: <http://www.sciencemag.org/content/282/5396/2041/F2.expansion>)



Obr. 2 Typy hltanů hlístic

(převzaté z: <http://www.zoologie.frasma.cz/mmp%202009%20hlistice/hl%C3%ADstice.html>)



Obr. 3 Morfologie samečka a samičky hlístice

(převzaté z: <http://nervoussystemphylum.weebly.com/nematoda.html>)



Obr. 4 Gastrointestinální paraziti přežvýkavců

(převzaté z: <http://www.jrcnboergoats.net/goat-health.html>)



Obr. 5 Vajíčka strongylidního typu v koprologickém preparátu (foto: Jaroslav Vadlejch)



Obr. 6 Vajíčko *Trichuris* sp. (foto: Jaroslav Vadlejch)





Obr. 7 Larva *Muellerius* sp. (foto: Jaroslav Vadlejch)



Obr. 8 *Moniezia* sp. v koprologickém preparátu (foto: Jaroslav Vadlejch)