

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra zoologie a rybářství**



**Gastrointestinální hlístice kozy domácí**

**Bakalářská práce**

**Autor práce: Iveta Angela Kyriánová**

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

© 2013 ČZU v Praze

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Gastrointestinální hlístice kozy domácí" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 25. 3. 2013

---

### **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Jaroslavu Vadlejchovi, Ph.D. za trpělivé vedení a cenné rady při zpracování bakalářské práce.

# Gastrointestinální hlístice kozy domácí

---

## Gastrointestinal nematodes of domestic goat

### Souhrn

V bakalářské práci jsem mapovala problematiku gastrointestinálních hlístic u kozy domácí. Hlístice jsou skupina celosvětově rozšířených helmintů parazitujících u člověka, zvířat a rostlin, kteří způsobují v zemědělství velké ekonomické škody. V chovech koz způsobují parazitózy škody zejména sníženou produkcí mléka a masa, zvýšenými výdaji na léčení a v neposlední řadě úhyny zvířat při závažných infekcích.

Problematika gastrointestinálních hlístic v chovu koz je v současné době velmi aktuální vzhledem k nárůstu rezistence hlístic na anthelmintika a k naléhavé potřebě najít přírodní preparáty, které by nahradily současná chemická anthelmintika. Vzhledem k rostoucímu počtu ekologických farem, kde je používání chemických prostředků zakázáno a v rostoucích obavách z reziduí v životním prostředí jsou přírodní a dostupné preparáty prioritou. V rámci biologické ochrany jsou studie, které potvrzují účinky na eliminaci parazitů prostřednictvím nematofágických hub, např. *Duddingtonia flagrans*. Slibné se zdají být i účinky rostlin s vysokým obsahem taninu např. *Lespedeza cuneata*, kde se předpokládá vliv taninu na potlačování plodnosti a rozmnožování parazitů, či využití křemeliny jako potravního doplňku.

Zásadní roli však hraje výživa. Je již známým faktem, že správná výživa zvyšuje odolnost a obranyschopnost zvířat. Nedávné studie potvrdily pozitivní vliv zvýšeného přísunu bílkovin na obranyschopnost jedince a potvrdily hypotézy o přerozdělování živin v organismu, kdy jsou živiny odváděny k reparaci poškozených tkání v důsledku poškození parazity. Tímto se změní dynamika proteinové distribuce a organismus hostitele jeví známky malnutrice. Přísunem vyvážené stravy poskytneme organismu hostitele dostatek živin k vytvoření dostatečně silné imunitní reakce proti parazitům a k udržení homeostázy v organismu.

**Klíčová slova:** koza, gastrointestinální trakt, hlístice, anthelmintika

## Summary

In this bachelor thesis I map the issues of gastrointestinal nematodes by domestic goat. Nematodes are a group of worldwide most common helminths parasitizing by human, animals and plants, which cause big economical damage in agriculture. These parasitosis cause damage in goat farming mainly with decreased production of milk and meat, increased cost for healing and last but not least they cause lots of passing by serious infections.

The issue of gastrointestinal nematodes in goat farming is very actual in current time, because of nematodes resistance increase to anthelmintic and urgent need to find natural drugs, which could have replaced current chemic anthelmintik. It is also important because of growing amount of ecological farms, where is forbidden to use chemical drugs. Natural and affordable drugs are so priority in growing fear of residue in environment. In scope of biological protection there are studies, which confirm impact on parasite elimination by nematofagues mushrooms, e. g. *Duddingtonia flagrans*. Plants with high content of tannin e. g. *Lespedeza cuneata* seem to have hopeful impact too. We suppose here influence of tannin for fertility and production repressions by parasites. Effective could be also use of *Diatomaceous Earth* like a food supplements.

Essential role plays nutrition. It is a known fact, that right nutrition increases resistance and immunity of animals. Latter studies confirmed positive influence of increased protein supplementation to individual immunity and confirmed hypotheses about redistribution of nutrients in organism, when are nutrients drained for reparation of damaged tissue in the train of parasitical damage. This changes the dynamic of protein distribution and the host organism shows signs of malnutrition. With the supply of balanced diet we can provide host organism sufficient amount of nutrients for creation of adequately strong immune reaction against parasites and for keeping homeostasis in organism.

**Keywords:** goat, gastrointestinal tract, nematode, anthelmintics

## Obsah

1. Úvod .....	8
2. Cíl práce.....	9
3. Literární přehled.....	10
3.1. Obecná charakteristika kmene Nematoda .....	10
3.1.1. Morfologie.....	10
3.1.2. Vývojový cyklus .....	11
3.1.3. Druhy hlístic nejčastěji parazitujících v gastrointestinálním traktu koz.....	12
3.1.3.1. Hlístice parazitující ve slezu koz .....	12
3.1.3.2. Hlístice parazitující v tenkém střevě koz.....	13
3.1.3.3. Hlístice parazitující v tlustém střevě koz.....	14
3.1.4. Význam helmintóz u koz .....	15
3.1.5. Interakce mezi parazitem a hostitelem.....	15
3.1.5.1. Porovnání pastevního chování ovcí a koz .....	17
3.1.5.2. Vliv klimatických podmínek při pastvě koz na výskyt GIN .....	18
3.1.5.3. Management pastvy .....	19
3.2. Imunita a její vliv na výskyt v gastrointestinálním traktu koz .....	21
3.2.1. Reakce imunitního systému .....	21
3.2.2. Efektorové buňky imunitního systému .....	23
3.2.3. Vliv výživy koz na imunitu .....	24
3.3. Chemická a biologická kontrola .....	26
3.3.1. Anthelmintika.....	26
3.3.1.1. Benzimidazoly .....	27
3.3.1.2. Imidazothiazol/tetrahydropyrimidiny.....	27
3.3.1.3. Makrocyclické laktony .....	28
3.3.1.4. Selektivní anthelmintické metody .....	28
3.3.1.5. Rezistence na anthelmintika .....	29
3.3.2. Alternativní metody eliminace parazitů.....	31
3.3.2.1. <i>Lespedeza cuneata</i> .....	31
3.3.2.2. <i>Duddingtonia flagrans</i> .....	33
3.3.2.3. <i>Pontoscolex corethrus</i> a <i>Perionyx excavatus</i> .....	34
3.3.2.4. <i>Diatomaceous Earth</i> .....	35
3.3.2.5. Copper oxide wire (COWP), copper sulfate (CS).....	36

4. Závěr.....	38
5. Seznam literatury .....	39

## 1. Úvod

Chov koz má v České Republice i ve světě dlouhou tradici, koza domácí (*Capra hircus*) provází člověka již od doby, kdy jako první domestikované zvíře byla chována pro produkci mléka, masa a kožek. Nemalou úlohu hrála i v náboženství a tradicích.

Dodnes je koza ceněna pro schopnost poskytovat vysokou produkci mléka, ve vyspělých zemích se z mléka vyrábějí velmi kvalitní kozí sýry. V rozvojových zemích se koza chová zejména pro maso.

Abychom docílili vysoké produkce, což je cílem jakéhokoli chovu hospodářských zvířat, musíme se zaměřit v první řadě na zdraví.

Koza se často chová společně s ovci nebo i ostatními hospodářskými zvířaty v podmínkách hromadné pastvy, kde dochází k přenosu vajíček parazitů ze společných výkalů.

Kozy jsou velmi citlivé na důsledky parazitismu v gastrointestinálním traktu. Parazitózy mají závažné zdravotní a ekonomické dopady, například sníženou plodnost, anémii, potraty, zvýšenou náchylnost k nemocem, v extrémních případech i smrt. Z ekonomického hlediska se jedná zejména o ztráty způsobené nižší produkcí (mléka, masa) a náklady na profylaxi a léčbu anthelmintiky.

Vliv parazitismu je určen podle interakce parazitů přítomných v naší zeměpisné oblasti a jejich vývojových cyklů, klimatických podmínek a životního prostředí, faktorů jako zdraví a imunita hostitele a také management farmy.

V rozvinutých zemích je většina koz chována v prostředí ekologických farem, kde je použití chemických alopatických léků nemožné, z tohoto důvodu jsou výzkumy zaměřeny na možnost použití léků přírodních.

Kozám jsou podávány stejné preparáty jako ovci. Dlouhodobě jsou výzkumy zaměřeny především na ovce a výsledky aplikovány i na kozy. Vzhledem k rozdílnému pastevnímu chování, kdy ovce se spíše pase a zaměřuje se především na spodní část porostu, koza chodí, prohledává a ochutnává především střední a koncové části rostlin, je třeba výzkum zaměřit i samostatně na kozy, abychom mohli například určit přesnější dávky anthelmintik a nedocházelo tak k dlouhodobému špatnému dávkování, které může vést ke vzniku rezistence parazita na dané anthelmintikum. Což vede k navyšování dávek léčiva, opakování terapií, navyšování ekonomických nákladů, zatěžování životního prostředí a v neposlední řadě k rozšiřování rezistentních kmenů parazitů. Není cílem, aby byla zvířata nutně parazitologicky negativní, ale aby byla v dobré kondici a bez klinických příznaků onemocnění.



## **2. Cíl práce**

Cílem této práce je vypracování aktuálního přehledu o problematice gastrointestinálních hlístic kozy domácí.

### **3. Literární přehled**

#### **3.1. Obecná charakteristika kmene Nematoda**

##### **3.1.1. Morfologie**

Hlístice jsou pozoruhodně úspěšné jednak jako volně žijící organismus, stejně jako i parazité. Rozmanitost životních cyklů hlístic a rozmanitost hostitelů odráží jak tendence k parazitismu, tak adaptabilitu na nové, náročnější podmínky (Blaxter, 2003).

Hlístice tvoří velmi početnou, morfologicky a biologicky různorodou skupinu helmintů. Do kmene Nematoda (hlístice) patří velký počet parazitů člověka, zvířat a rostlin (Jurášek et al., 1993).

Morfologicky jsou si hlístice velmi podobné, mají relativně jednoduchý v podstatě válcovitý nesegmentovaný tvar těla. Ústní dutina je umístěna terminálně na předním konci těla, zatímco anus ventrálně na druhém konci těla. Povrch těla je tvořen kutikulou bohatou na kolagen, který je vylučován buňkami hypodermu (tenká vrstva mezi kutikulou a svalstvem) (Sutherland et Scott, 2009).

Vysoký tlak tekutiny uvnitř tělní dutiny udržuje turgor tělní stěny a tím i tvar těla a kontrakci dorzálních a ventrálních svalů umožňuje pohyb (Jurášek et al., 1993).

Kutikula je tuhá, ale propustná pro určité molekuly jako voda a amoniak. Relativní nemožnost kutikuly natáhnout se a zvětšit se vede k myšlence, že toto je hlavní důvod pro svlékání během růstu. Vnější povrch je obvykle pokryt vrstvou bohatou na glykoprotein. Struktura kutikuly se mezi jednotlivými skupinami velmi liší. Kutikulární útvary v podobě papil, alae ( křídla - rozšířená část kutikuly), podélné hřebeny, obvodové dilatace se využívají pro odlišení jednotlivých druhů. Složení kutikuly se může měnit v závislosti na stádiu životního cyklu (Sutherland et Scott, 2009).

Nervovou soustavu tvoří nervový prstenec obklopující hltan, kterým je potrava nasávána do střeva (Jurášek et al., 1993).

Střevo hlístic je rovná trubice sahající od jícnu k anusu. Struktura úst je jednou z nejvíce variabilních částí anatomie hlístů a je přizpůsobena způsobu příjmu potravy jednotlivých druhů a stádií (Sutherland et Scott, 2009).

### **3.1.2. Vývojový cyklus**

Na rozdíl od mikroparazitů jako jsou viry, bakterie a prvoci a na rozdíl od intracelulárních parazitů vede reprodukce GI hlístic k produkci vajíček, která se následně močí nebo výkaly hostitele uvolňují do životního prostředí. Tato vajíčka nebo následná larvální stádia znovu infikují hostitele tím, že jsou pozřena nebo proniknou do hostitele v místě narušení pokožky. Nejvýraznějším rysem mnoha GI hlístic je jejich dlouhodobé přetrvávání uvnitř hostitele navzdory tomu, že jsou rozpoznány imunitním systémem, a jejich schopnost opakovaně infikovat hostitele (Koski et Scott, 2003).

Hlístice jsou odděleného pohlaví, samci jsou obvykle menší než samičky (Sutherland et Scott, 2009).

Pohlavní orgány samic tvoří vaječníky, vejcovody a děloha vyústující v krátkou vagínu a vulvu na povrchu těla. Vyústění vulvy je systematický znak.

Ve vaječnicích se vytváří oocyty, které putují vejcovodem do dělohy, kde jsou oplozené spermii. V děloze se vytváří vajíčka, která mají různé obaly a odcházejí z těla samic. U hlístic je běžná oviparie (vejcorodost), ovoviviparie (vejcoživorodost-kladou vajíčka s vyvinutou larvou stádia L1) a viviparie (živorodost-již vyvinuté larvy). Životní cyklus nematod probíhá přes 4 larvální stádia, která označujeme L1, L2, L3 a L4, která se oddělují svlékáním kutikuly, a nakonec L5 což jsou nezralí dospělí jedinci (Jurášek et al., 1993).

Během životního cyklu hlístic dojde zřídka k nákaze z konečného hostitele na dalšího konečného hostitele. U většiny druhů hlístic dochází k vývinu zárodků v prostředí nebo v mezihostiteli. Vývoj nematod může být buď monoxenní (geohelminti) nebo heteroxenní (biohelminti). U monoxenního vývoje larva po vylíhnutí z vajíčka projde svlékáním do stádia

L3 a proniká do hostitele per orálně, nebo přes kůži. U některých nematod může svlékání proběhnout ve vajíčku a hostitel se nakazí pozřením této infekční larvy ve stádiu L2 nebo L3 per orálně. U heteroxenních nematod probíhají první dvě svlékání v mezihostiteli (jako mezihostitelé slouží hlísticím většinou bezobratlí živočichové) a definitivní hostitel se nakazí pozřením mezihostitele nebo inokulací L3 larev. Po nákaze projde larva dalšími dvěma svlékáními do stádia L5, po kopulaci pohlavně dospělých jedinců začíná další životní cyklus. Mnozí helminti musí v organismu hostitele složitě migrovat na místo definitivního parazitování, larvu putující v těle hostitele nazýváme *larva migrans*, nejčastější je hepato-tracheální migrace. Častým jevem u hlístic je paratenický parazitismus, kdy dochází ke kumulaci infekčních larev v těle paratenických hostitelů. Larvy zde přežívají dlouho a pozřením paratenického hostitele dojde k silné jednorázové infekci konečného hostitele (Jurášek et al., 1993).

V některých případech může dojít k dočasnému přerušení vývinu larev některých druhů hlístic, k tzv. hypobióze. Tato hypobióza umožňuje přežití nepříznivých podmínek prostředí ve stádiu larvy uvnitř organismu hostitele. Význam hypobiózy spočívá v tom, že zabezpečuje přežití larev v těle hostitele za nepříznivých životních podmínek a umožňuje dokončení vývinu larev a tím kontaminaci prostředí larvami v období, kdy jsou příznivé podmínky pro jejich další vývin, čímž zvyšují možnost infikovat další hostitele (Jurášek et al., 1993).

### **3.1.3. Druhy hlístic nejčastěji parazitujících v gastrointestinálním traktu koz**

Všechny hospodářsky významné gastrointestinální hlístice parazitující u přežvýkavců patří do řádu Strongylida, nadčeleď Trichostrongyloidea (Balic et al., 2000).

#### **3.1.3.1. Hlístice parazitující ve slezu koz**

V teplém a vlhkém klimatu se nejlépe daří druhu *Haemonchus contortus*, který zde působí značné ekonomické ztráty v chovu koz, ovcí a skotu. Tato ztráta je způsobena sníženou produkcí, náklady na prevenci a léčbu a také smrtí infikovaných zvířat. *Haemonchus contortus* je krev sající vysoce patogenní hlístice, která způsobuje anémii, edém čelisti, průjemy a smrt zvířat, pokud se neléčí. *H. contortus* má krátký životní cyklus, méně než 3

týdny. Za příznivých podmínek se z vajíčka líhne larva a ta se vyvíjí do infekčního L3 stádia v půdě nebo v hnoji. Dospělí jedinci se páří v hostiteli a samice naklade vajíčka, která opustí hostitele spolu s výkaly. Vajíčka zůstávají ve výkalech, kde se vyvíjí v infekční larvy, které se přesunou na okolní píci, kde mohou být pozřeny zvířaty během pastvy, a tak dokončí životní cyklus (Marshall et al., 2012).

Dospělí jedinci jsou velcí 2-3 cm a jsou dobře viditelní na slizniční tkáni při post mortem vyšetření (Sutherland et Scott, 2009).

Kosmopolitně rozšířenou gastrointestinální hlísticí je *Teladorsagia circumcincta* (dříve *Ostertagia circumcincta*). Po proniknutí do hostitele tráví larvy variabilní dobu ve slezu, kde se v gastrických žlázách vyvíjí a způsobují změny, které vedou k tvorbě viditelných uzlin na slizničním povrchu slezu. Při těžkých infekcích může u ovcí a koz nastat průjem, anémie nebo hypoproteinémie. Ve vážných případech může nastat smrt nakaženého hostitele. *T. circumcincta* je menší parazit než *H. contortus*, samičky jsou asi 1 cm dlouhé. Při pitvě infikovaných zvířat lze tohoto helminta jen těžko najít, v žaludečním obsahu ho lze snadno přehlédnout. Jsou však vidět uzliny na sliznici slezu. Prepatentní fáze tohoto parazita je přibližně 3 týdny a dospělí jedinci žijí jen několik měsíců (Zajac, 2006).

Nejmenší z běžných hlístic, kterou můžeme nalézt ve slezu, je *Trichostrongylus axei*, tato hlístice byla nalezena u skotu, ovcí, koz, prasat a koní a vzhledem k malé velikosti ji lze snadno přehlédnout mezi ostatními hlísticemi uvnitř slezu. *T. axei* se noří mezi epiteliální buňky a tím zabírá mírně odlišnou niku oproti ostatním GIN (Sutherland et Scott, 2009).

### 3.1.3.2. Hlístice parazitující v tenkém střevě koz

Minoritní hlístice ovcí a koz v teplejších oblastech mírného pásma je *Trichostrongylus colubriformis*. Po proniknutí larvy ve stádiu L3 do tenkého střeva, dojde za 24 - 96 hodin ke svlékání a larva vstoupí do stádia L4. Další vývoj a závěrečné svlékání a vývoj do stádia L5 následuje za 8-16 dnů po infekci (Balic et al., 2000).

*T. colubriformis* jsou relativně malé hlístice, dlouhé méně než 1 cm (Sutherland et Scott, 2009). Larvy migrují horizontálně i vertikálně po trávě nebo po jiném substrátu. Ve stádiu L3 jsou larvy velmi odolné vůči chladu nebo vyschnutí, zimní období přežívají na

pastvinách a na jaře vyvolávají onemocnění. Larvy pronikají mezi epitelové žlázy mukózy a vytvářejí pod epitelem tunýlky, ale neproniknou do *lamina propria*. Během uvolňování mladých helmintů vznikají hemoragie, edémy a ztráta plazmy do lumenu střeva. Poškozením střevního epitelu se snižuje absorpční plocha, splnutím nekrotických změn mohou vznikat vředy. Při silných infekcích nastávají poruchy trávení, průjmy a ztráta hmotnosti (Jurášek et al., 1993).

Kosmopolitně rozšířené hlístice, na které jsou vnímavá převážně mláďata, jsou *Nematodirus* spp. (*N. battus*, *N. filicolis*, *N. spathiger*, *N. helvetianus*). Larvy se vyvíjejí ve vajíčku, proto jsou větší velikosti. Z tohoto důvodu mají samičky *Nematodirus* spp. výrazně širší zadní část těla (Sutherland et Scott, 2009).

Vývin po infekční larvu trvá 4 - 8 týdnů, infekční larvy se líhnou zpravidla na jaře při oteplení. Hostitelé se nakazí pozřením infekční larvy spolu s pící. V tenkém střevě se larvy dvakrát svlékají a následně dosahují pohlavní zralosti. Prepatentní fáze trvá 15 dní a v tenkém střevě mohou parazitovat průměrně 5 měsíců. Působením parazita ve sliznici střeva vznikají záněty, nekrózy klků a epitelu, které se mohou projevovat nechutenstvím, průjmem s obsahem hlenu, zpočátku černozelené později žluté barvy a celkovou slabostí. Vzhledem k tomu, že se onemocnění projevuje pravidelně na začátku jarní pastvy a propukne při oteplení, lze onemocnění předejít opakovanou aplikací anthelmintik v třítydenních intervalech (Jurášek et al., 1993).

### 3.1.3.3. Hlístice parazitující v tlustém střevě koz

Méně často se můžeme u koz setkat s *Oesophagaostomum* spp., tyto hlístice preferují teplejší klima, nemají rády oblasti se studeným klimatem během zimy. Jsou relativně veliké (více než 2 cm). Ačkoli se tento helmint zpravidla nachází na sliznici tlustého střeva, larvy byly nalezeny jak v tlustém tak v tenkém střevě, kde tvoří uzlíky. Tyto uzlíky jsou zánětlivé a mohou být naplněny hnisem (Sutherland et Scott, 2009).

### **3.1.4. Význam helmintóz u koz**

Zemědělství zaměřené na chov ovcí a koz je důležitou hospodářskou činností v Evropských zemích, zejména v zemích s mírným klimatem (Kantzoura et al., 2012).

Vliv gastrointestinálního parazitismu a ošetření anthelmintickými preparáty na výnos a kvalitu koziho mléka mají významné důsledky, pokud jde o veřejné zdraví. To platí zejména s ohledem na nárůst spotřeby koziho mléka a sýrů a skutečnost, že kozí mléko má výjimečnou výživovou hodnotu pro člověka a je považováno za alternativní zdroj mléka pro mnoho dětí s alergií na kravské mléko (Rinaldi et al., 2007).

Produkce mléka se celosvětově zvýšila o pouhých 8,7 % v posledních letech, zatímco produkce masa se zvýšila o působivých 40 % v posledních 10 letech. V rozvojových zemích vlastní venkovské domácnosti více než 90 % koz (Boyazoglu et al., 2005).

Parazitismus helmintů, zejména hlístic, je hlavní hrozbou pro zemědělskou výrobu, zdraví a welfare zvířat spojenou s pastevním chovem. Konkrétně gastrointestinální paraziti jsou jedním z hlavních omezení produkce v chovu drobných přežvýkavců v zemích s mírným klimatem a může činit až 20 % ztráty obchodovatelných produktů (Kantzoura et al., 2012).

Přestože všechny pasoucí se ovce a kozy jsou infikovány gastrointestinálními parazity, malé zatížení trávicího traktu parazity má obvykle jen malý vliv na zdraví zvířat. S rostoucím zatížením se vyskytují subklinické příznaky v podobě snížení tělesné hmotnosti a snížení chuti k jídlu, při těžších infekcích klinické příznaky ukazují ztrátu hmotnosti, průjemy a anémie (Zajac, 2006).

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

Interakce mezi hostitelem a parazitem se obvykle uplatňují zejména u parazitárních kolonií, přičemž v rámci těchto komunit mohou dané přítomné druhy navzájem buď koexistovat či interagovat takovým způsobem, který bude ku prospěchu či škodě jednoho či více ze zúčastněných druhů. Na úrovni infrakomunit hlístic byly pozorovány důkazy pro intra a interspecifické soutěžení, přičemž tyto důkazy zahrnují odezvy numerické a funkční.

Odezvy numerické jsou takové reakce, které regulují intenzitu parazitární infekce, zatímco odezvy funkční jsou představovány modifikacemi, ke kterým dochází v rámci niky dané populace poté, co je tato populace vystavena určité konkurenci ze strany jiného druhu (Randhawa, 2012).

Ovce a kozy bývají nakaženy víceméně překrývající se škálou gastrointestinálních parazitů vyvolávajících podobné patologické změny a ekonomické následky. Většina údajů o interakci mezi hostitelem a parazitem byla doposud shromažďována ze studií zaměřených pouze na ovce a výsledky těchto studií byly aplikovány i na kozy. Lze předpokládat, že díky rozličnému evolučnímu procesu si ovce a kozy vyvinuly dvě rozdílné strategie regulace infekcí gastrointestinálními parazity. Respektive na základě imunitní reakce versus potravní chování (Hoste et al., 2008).

Tyto dvě odlišné strategie se opírají o rovnováhu mezi rozvojem imunitní odpovědi (ovce) nebo existencí reakce v chování, které omezují kontakt s infekčními larvami (L3 stádium) přítomnými v prostředí (koza). U koz je podezření, že vyhýbání se L3 (larvální stádium, kdy larva migruje na vrcholky trav, kde je pozřena a následně putuje do gastrointestinálního traktu, v němž přejde do stádia L4), které jsou spojeny s pastevním porostem, je vysoká vzhledem k jejich pastevnímu chování. Generování dalších údajů, které bude možné použít pro srovnání, by mělo přinést lepší porozumění kompromisů mezi těmito dvěma regulačními procesy. Studie zaměřené na kozy by také mohly pomoci vyhnout se chybám z minulosti v řízení gastrointestinálních parazitů z důvodu nedostatku relevantních informací (Hoste et al., 2010).

Rozdíly v reakci na GIN (gastrointestinal nematode) mezi ovci a kozami byly poprvé doloženy z pozorování v podmínkách přirozeně získané infekce, kdy se dospělé kozy pásly společně. Tyto studie byly prováděny v různých epidemiologických podmínkách a to buď v Austrálii, nebo ve Skotsku. Při společné pastvě byla při porovnání odhalena vyšší úroveň parazitární infekce u koz než u ovcí. Tyto výsledky podporují hypotézy o nižší imunitní odpovědi pasoucích se koz na infekce helminty v porovnání s ovci (Hoste et al., 2008).

Kompletní reakce se projeví u koz v průměru po dvanácti měsících, zatímco u ovcí již po půl roce (Vlassoff et al., 1999). Navíc, u chovných koz je úroveň infekce téměř stejná v



případě dospělých i mladých zvířat na rozdíl od ovcí, kde jsou (ve srovnání s mlád'aty) projevy infekce u dospělých samic mnohem méně závažné (Hoste et al., 2008). Další odlišnost spočívá ve vylučování a akumulaci parazitálních vajíček v organismu zvířete. Dospělé ovce vajíčka intenzivně vyměšují z těla ven ve větších „dávkách“, kozy je spíše akumulují uvnitř gastrointestinálního traktu a vylučují je v nižším množství kontinuálně (Huntley et al., 1995).

Alberti et al. (2012) ve své studii zaměřené na zhodnocení působení gastrointestinálních parazitů na kvalitativní a kvantitativní znaky produkce mléka uvádějí, že značné rozdíly v náchylnosti vůči parazitům byly nalezeny i mezi jednotlivými plemeny koz, což bylo zřejmě způsobeno vlivem řady komplexních faktorů. Zdá se ale, že některá plemena jsou přirozeně odolnější, než plemena jiná. Alberti et al. (2012) vyslovili hypotézu, že vzhledem k těmto rozdílům v náchylnosti k infekci by se dalo hypotetizovat, že vliv parazitů na produkci kozího mléka se bude také lišit v závislosti na daném kozím plemeni. Vliv parazitů na produkci mléka se ukázal být závislým na plemeni a na stádiu laktace.

### 3.1.5.1. Porovnání pastevního chování ovcí a koz

Hlavní rozdíl mezi ovcí a kozou je v potravním chování, ovce je pasoucí se zvíře, které trvale spásá přízemní vrstvy porostu, zatímco kozy se spíše brouzdají a spásají i střední a terminální části rostlin, keřů a stromů (Smith et Sherman, 1994).

Z evolučního hlediska je myšlenka, že tento významný rozdíl v chování vedl ke zvýšenému kontaktu s celou řadou sekundárních metabolitů rostlin, z nichž jsou některé považovány za toxické, a tím ke sníženému kontaktu s infekčními larvami (L3). Předpokládá se, že tyto rozdíly mohou vysvětlit pozoruhodnou schopnost koz detoxikovat exogenní chemické látky včetně anthelmintik a sníženou schopnost vyvinout plně účinnou reakci proti gastrointestinálním parazitům (Hoste et al., 2011).

Tím, že ovce upřednostňují využití živin imunitním systémem, se tak mohou připravovat o živiny nutné pro udržení jisté odolnosti vůči působení parazitů. Naopak výzkum zaměřený na kozy udává, že kozy nespolehají na vyvolání imunitní odpovědi, ale spíše na

široký repertoár jiných strategií. Zdá se, že obrannou strategií koz je investovat menší množství živin do vyvolání imunitní odpovědi a směřovat tyto živiny spíše ke zvýšení odolnosti a obranyschopnosti, aby se tak jejich organismus mohl s působením parazitů lépe vyrovnat (Hoste et al., 2008).

### 3.1.5.2. Vliv klimatických podmínek při pastvě koz na výskyt GIN

Klima v dané oblasti určuje druhy přítomných parazitů a jejich životní cyklus. Paraziti se dokáží adaptovat na různé podmínky prostředí, k čemuž si vyvinuli vlastní strategie. Teplota ovlivňuje rychlost vývoje a přežití volně žijících stádií parazitů. Vlhkost zabraňuje vysychání larev a umožňuje larvám migraci na vegetaci. Hustota a výška vegetace také ovlivňuje přenos parazitů. Husté a splývavé trávy poskytují vlhčí a chladnější mikroklima a tím chrání larvy před slunečním zářením a vyschnutím.

Parazitární GIN jsou přítomny po celém světě, téměř od pólů k rovníku a je nemožné popsat krátce dynamiku infekcí v rámci různých zeměpisných šířek. Nicméně stojí za to prozkoumat některé obecné rysy biologie helmintů a dynamiky infekce (Torres-Acosta et Hoste, 2008).

Dospělí parazité produkují uvnitř trávicího traktu hostitele vajíčka, která jsou vylučována výkaly na pastvinu (kontaminace), kde se v průběhu doby vyvinou do infekčních larev L3 (vývoj). Infekční larvy poté vertikálně migrují na píci, kde jsou pozřeny pasoucím se zvířetem a následně se v jeho trávicím traktu vyvinou v dospělého parazita. Snížení infekčního zatížení pasoucích se zvířat GIN lze považovat za narušení tohoto cyklu, a to prostřednictvím kontroly zdrojů infekce, a tím snížit kontaminaci pastvin (Houdijk et al., 2012).

Tato L3 stádia jsou zodpovědná za infekce hostitelů z trávy a představují hlavní riziko pro zvířata, jsou vysoce odolná proti vnějším faktorům ať už chemickým nebo fyzikálním. Přežití L3 je ovlivňováno klimatickými podmínkami, v tropických/subtropických oblastech je jejich životnost poměrně krátká, od 1 do 3 měsíců. Naproti tomu v mírných podmínkách je dle druhu hlístic průměrná doba přežití L3 v rozmezí 6-12/18 měsíců. Třetí vývojové stádium je náchylné k dlouhodobému suchu nebo k mrazu. Návrh a realizace některých kontrolních

opatření, zejména těch, která jsou závislá na managementu pastvy, se do značné míry opírají o znalosti vztahů mezi parazitem a prostředím (Torres-Acosta et Hoste, 2008).

Vlhké počasí na jaře a v létě je spojeno se zvýšenou roční incidencí GIN u koz, sezónní meteorologické vzory by měly být na roční bázi při navrhování GIN kontrolních programů u koz (Valentine et al., 2007).

Obvykle je nalezeno 50 % larev stádia L3 na prvních 2 cm běžných trav, zatímco méně než 5 % je nalezeno v 5 cm a výše. Což by napovídalo, že počet L3 přítomných na druhé části rostlin závisí na struktuře rostliny. Například přítomnost epidermálních výrůstků jako například trichomů na stoncích a listech různých druhů travních porostů nebo na větší ploše listů mohou bránit vertikální migraci larev na porostu. Důsledkem by mohlo být, že hostitelé, kteří se pasou ve stejné výši porostu, mohou pozřít méně parazitů a tím úspěšně čelit snížení infekce GIN (Houdijk et al., 2012).

Mimo pozoruhodnou výjimku *Strongyloides papillosus* se infekce GIN týká využití pastvin, tedy venkovního chovu koz a ovcí. Opakované důkazy ukázaly, že třetí etapa infekční larvy (L3) nepřežije v senu nebo v siláži, to vysvětluje, proč jsou podmínky chovu uvnitř stájí s nulovou pastvou nepříznivé pro rozvoj GIN (Torres-Acosta et Hoste, 2008).

Larvy *Strongyloides papillosus* proniknou neporušenou kůží, vstoupí do kapilár a cestují krví do plic. Zde vstoupí do dýchacích cest a cestují do průdušnice a do trávicího traktu a do střev. Neexistují žádné histologické změny v kůži při první expozici, ale pustulární dermatitida je vytvořena jako vyvíjející se rezistence hostitele při opakovaných expozicích (Smith et Sherman, 1994).

### 3.1.5.3. Management pastvy

Metody založené na strategii řízení pastvy byly popsány od konce roku 1960, jejich použitelnost byla následně vyhodnocena u většiny klimatických nebo epidemiologických podmínek. Obecným cílem těchto metod je poskytnout pastviny s minimální infekčností pro vnímavá zvířata. Prostřednictvím různých možností řízení pastvy lze tento cíl dosáhnout třemi různými způsoby, jejichž cílem je rozptýlení ohrožení parazity v čase nebo v prostoru (Torres-Acosta et Hoste, 2008).

Rozptýlení je důležité pro všechny druhy, ať už volně žijící nebo parazitární, protože populaci, která je omezena na jedné malé oblasti, hrozí riziko vyhynutí, pokud se podmínky stanou nepříznivé, a protože rozptýlení snižuje příbuzenské křížení a ztrátu evoluční přizpůsobivosti. Tři aspekty šíření jsou důležité: rozptýlení na krátké vzdálenosti směrem od jednotlivých hostitelů, rozptýlení v prostoru a rozsahu rozšíření na větší vzdálenosti, a rozptýlení v čase (Rohde, 2001).

Druhá rozmanitost je cenná pro její přínos ke stabilitě ekosystémů, které druh obývá (Silvestre et al., 2000).

Návrh strategie programů GIN kontroly vyžaduje znalost dynamiky šíření vajec ve výkalech hostitele a výsledné populace larev na pastvinách. Je důležité vědět, zda jsou larvy na pastvině za přítomnosti zvířat, když larvální populace dosáhne svůj maximální počet a když jsou indukována k hypobióze. Cílem je udržovat larvální populaci na pastvinách tak nízkou, jak jen je to možné (Stromberg et Averbeck, 1999).

Využití rotační pastvy přidává další rozměr v kontrole GIN. Čím déle zůstane pastvina ladem, tím nižší bude zatížení larvami. Pokud bychom přeléčili zvířata, než spustíme systém rotační pastvy, měli bychom být schopni parazitismus kontrolovat (Stromberg et Averbeck, 1999).

Dle Hoste et Torres-Accosta (2011) by zemědělci a poradci neměli dávat kontrolu nad parazitickými helminty jako hlavní prioritu při použití rotační pastvy, neboť by toto mohlo přinést negativní důsledky na produktivitu a zdraví zvířat. Vzhledem k přetrvávajícím rozdílům v přežití L3 dominantních druhů v rámci mírného a tropického klimatu se zdá být rotační pastva jako možná volba pro kontrolu GIN pouze v horkém a vlhkém podnebí (larvy *Haemonchus contortus* a *T. colubriformis* mohou v těchto podmínkách zahynout již po 4 týdnech) zatímco účinnost rotační pastvy je sporná za méně horkých či mírných klimatických podmínek (larvy *Trichostrongylus* sp. zde mohou přežít i 6-12 měsíců). Ve všech případech by měly být systémy rotační pastvy navrženy tak, aby pícniny na pastvě byly zvířaty co nejlépe využity (Hoste et Torres-Accosta, 2011).

Barger (1999) ve své studii uvádí, že dva nebo více hostitelských druhů v daném prostředí nesdílejí společné druhy parazitů a střídání mezi druhy může být úspěšný prostředek ke zvýšení GIN kontroly. Malí přežvýkavci a dobytek, malí přežvýkavci a koně nebo koně a

dobytěk se zdají být logickými kandidáty na strategii alternativní pastvy tak dlouho, dokud se *Trichostrongylus axei*, které mohou infikovat všechny tyto hostitelské druhy, nestanou hlavním problémem. Střídání ovcí a koz nebude pravděpodobně úspěšné vzhledem k tomu, že bývají infikovány stejnými druhy parazitů.

Skot je infikován stejnými druhy parazitů jako malí přežvýkavci, ale mají obvykle své vlastní kmeny. Obecně lze říci, že druhy hlístic malých přežvýkavců neúspěšně infikují koně nebo skot, larvy jsou zabity při požití těmito hostitelskými druhy. Nicméně je třeba poznamenat dvě výjimky. Telata mohou být citlivá na *Haemonchus contortus* a neměla by být vystavena pastvinám kontaminovaným tímto parazitem a za druhé *Trichostrongylus axei* má širší specifičnost hostitele a úspěšně napadá dobytek i koně (Zajac, 2006).

## **3.2. Imunita a její vliv na výskyt v gastrointestinálním traktu koz**

### **3.2.1. Reakce imunitního systému**

Imunita je hlavním obranným mechanismem hostitele. Po vniknutí infekčních agens do těla hostitele reaguje imunitní systém řadou činností, které mobilizují různé komponenty (např. lymfocyty, žírné buňky, eozinofily), které napadají a eliminují útočníky (Miller et Horohov, 2006).

Obranné reakce proti parazitům na humorální a tkáňové úrovni jsou založeny na schopnosti hostitele odlišit vlastní buňky od cizích. Obratlovci mají 3 typy takových reakcí: fagocytóza, zánět a adaptivní imunita. Všechny tyto obranné mechanismy se obvykle vyskytují ve většině tkání a orgánů. Je typické, že se tyto reakce vyskytují v určitém pořadí: degenerace nebo nekróza buněk v důsledku infekce vede k zánětlivé reakci a edému. Fagocytární buňky pohlcují malé parazity, ale pokud nejsou parazité vyloučeni, vyvine se chronický zánět, což vede k vytvoření kapsle v pojivové tkáni kolem parazita. Makrofágy

v kapsli pohlí poškozene buňky a často i parazita. Imunitní reakce jsou vyvolány antigeny parazitů, které vedou k tvorbě specifických protilátek v hostiteli (Rohde, 2001).

Meeusen et al. (2005) ve své studii zaměřené na přirozenou imunitní odpověď vůči přítomnosti gastrointestinálních hlístic parazitujících v trávicím traktu přežvýkavců (konkrétně se jedná o *Haemonchus contortus*) zdůrazňují ekonomickou závažnost infekce hlísticemi, která roste společně se stále častější rezistencí těchto parazitů vůči anthelmintikům.

Hlavním mechanismem, kterým zvířata získávají imunitu proti parazitům, je opakovaná infekce, přičemž efektorové mechanismy imunitního systému přežvýkavců jsou tak schopny adaptace na rozdílné životní cykly jednotlivých parazitů. Studie se zabývala především identifikací parazitárních antigenů a molekulárních komponent imunitního systému přežvýkavců, které se podílejí na eliminaci těchto antigenů. Meeusen et al. (2005) se ve své studii zaměřili především na parazitická larvální stádia L3 a L4 *Haemonchus contortus*, neboť tento parazit představuje velmi slibný cíl z hlediska možného budoucího vývoje vakcíny.

Proces eliminace patogenu imunitním systémem je zahájen rozpoznáním parazitárních antigenů, indukci vhodné fenotypové imunitní odpovědi, aktivací efektorových kaskád a závěrečným vypuzením parazita. Tato závěrečná destrukce parazita je u gastrointestinálních parazitů spojena s působením specifických protilátek, unikátních efektorových buněk a T2 cytokinů (Meeusen et al., 2005).

Dle Meeusen et al. (2005) je izolace specifických protilátek proti parazitům ztížena skutečností, že gastrointestinální parazité uvnitř těla hostitele velmi rychle přechází z jednoho larválního stádia do druhého. Tento problém v rámci své studie Meeusen et al. (2005) vyřešili prostřednictvím izolace lokálních protilátek, produkovaných protilátky-sekretujícími buňkami (ASCs) v lokálních lymfatických uzlinách v době, kdy bylo aktuální larvální stádium spolehlivě identifikováno. Tímto postupem byly získány tzv. ASC sondy, díky kterým se podařilo izolovat L3 specifický antigen (HscL3) exprimovaný na povrchu L3 larev. Vakcinace purifikovaným HscL3 antigenem vedla k signifikantní redukci parazitární infekce nakažených ovcí.

### 3.2.2. Efektorové buňky imunitního systému

Hlavními efektorovými buňkami imunitního systému účastnicími se imunologické odpovědi jsou žírné buňky a eosinofilní granulocyty (tyto jsou schopny usmrtit larvy parazitů již 24 hodin po nakažení, přičemž je to právě přítomnost tkáně parazitárních larev, která se zdá být nejbližší spojena s eosinofilní infiltrací). Svoji úlohu zde hrají i cytokiny, kritické mediátory jakékoliv imunitní odpovědi, které v případě helmintární infekce vykazují klasický „alergenní“, či T2 profil (Meeusen et al., 2005).

Imunitní odpověď vyvolaná alergickými reakcemi a infekce parazitárními helminty jsou charakterizovány indukcí T helper 2 (Th2) buňkami. Tyto buňky vylučují cytokiny jako je interleukin-4 (IL-4), IL-5 a IL-13, které indukují tvorbu imunoglobulinu E (IgE) a eozinofilů. Předchozí studie využívající gastrointestinální hlístice k objasnění role Th2 buňkami zprostředkované imunitní odpovědi prokázaly příčinnou souvislost mezi T buňkami a vyhoštěním helminta z těla hostitele (McKenzie et al., 1998).

V souvislosti s rozvojem odolnosti proti GIN u přežvýkavců byly pozorovány změny ve slizničních tkáních a souvisejících lymfatických tkáních a tyto změny obsahovaly:

1. hyperplazii slizničních žírných buněk
2. výskyt globulí leukocytů
3. eosinofilii (dramaticky zvýšený počet eozinofilů)
4. zvýšenou produkci hlenu a přítomnost inhibičních látek v hlenu
5. produkci specifických protilátek (Balic et al., 2000).

Role produkce hlenu epitelových buněk (pohárkových buněk) jako efektorových buněk v rezistenci proti GIN infekcím ještě není zcela pochopena, ale hyperplazie pohárkových buněk je uznávaným fenoménem GIN infekcí a je regulována adaptivní imunitní odpovědí (Balic et al., 2000).

Hlen je směs organických (bílkoviny, glykoproteiny, lipidy a nukleové kyseliny) a anorganických (voda a sůl) složek. Složení, funkce a vlastnosti hlenové bariéry se odlišují v každé epiteliální tkáni. Slizniční bariéra je dynamická první linie obrany, která se vyvinula tak, aby mohla citlivě reagovat na fyziologické a imunologické podněty. Například trávicí trakt je schopen snadno absorbovat živiny a poskytuje vhodné prostředí pro komenzální

bakterie, které mají důležitou úlohu v boji proti patogenním organismům. Hlenová vrstva je dynamický a komplexní povlak, který umožňuje difuzi malých molekul z lumena k povrchu epitelové buňky, ale zachycuje bakterie a zpomaluje šíření větších virů. Kromě toho jako jedna ze složek vrozené imunitní obrany v sobě hlenová bariéra ukrývá celou řadu molekul např. imunoglobulin A (IgA) a anti-mikrobiální peptidy, které podporují clearance patogenních organismů (Hasnain et al., 2013).

Huntley et al. (1995) ve své studii porovnávali reakci žírných buněk a eozinofilů u koz a ovcí při GIN infekcích. Již dříve bylo prokázáno, že slizniční mastocytóza včetně přítomnosti intraepiteliálních globulí leukocytů je vždy spojena s GIN. Výsledky studie Huntley et al. (1995) poprvé popisují lokální buněčné reakce ovcí a koz na GIN. U koz byla pozorována převaha leukocytů a nedostatek MMC (slizniční žírné buňky) ve srovnání s ovci, a v gastrointestinálních tkáních ovcí byly prokázány podstatně vyšší koncentrace SMCP (proteinázy žírných buněk ovcí). Počty eozinofilů v krvi ovcí se výrazně snížily poté, co byly ovce odvedeny z pastvy a přeléčeny anthelmintiky. Míra poklesu se výrazně lišila u ovcí a koz. Funkční aktivita žírných buněk je pravděpodobně zprostředkována IgE a bylo by zajímavé porovnat IgE reakci u obou druhů.

### **3.2.3. Vliv výživy koz na imunitu**

Infekce gastrointestinálními parazity v podobě hlístic může být připodobněna k nutriční chorobě, neboť přítomnost parazitů v trávicím traktu obvykle vede ke snížení chuti k jídlu a k odklonu transportu živin, které jsou prioritně směřovány k reparaci tkáňového poškození v důsledku parazitů. Díky této změně v dynamice proteinové distribuce jeví kozy jako hostitelský organismus velmi často známky malnutrice. Zlepšení výživy koz je proto spojováno s dvěma hlavními benefity – za prvé, zvýšený přísun vyvážené stravy by mohl poskytnout organismu dostatečné množství živin potřebné k indukci dostatečně silné imunitní odpovědi proti parazitům. Za druhé, zlepšení výživy napomáhá k udržení tkáňové a krevní homeostázy hostitele navzdory přítomnosti parazitů. Zvýšená pozornost věnovaná výživě proto může pomoci zvýšit nejen obranyschopnost, ale i odolnost (Hoste et al., 2005).



Vzhledem k tomu, že nedostatek živin vyúsťuje v poškození řady tělesných funkcí (včetně imunitního systému, regulujícího zachycení, plodnost a přežití parazitů v zažívacím traktu), zvýšený přísun živin by mohl představovat jednu z metod posílení odolnosti koz vůči těmto parazitům. Imunitní systém ke své správné funkci vyžaduje dostatečné hladiny proteinů, energie, minerálů, stopových prvků a vitaminů. Teoreticky tedy zvýšená dostupnost všech těchto komponent povede ke zlepšení odolnosti hostitelského organismu vůči gastrointestinálním parazitům (Houdijk, 2012).

Houdijk (2012) se ve své studii zabývá otázkou, zda je obranyschopnost koz a jejich odolnost vůči gastrointestinálním parazitům více ovlivněna nedostatkem metabolizovatelných proteinů (MP) či nedostatkem metabolizovatelné energie (ME).

Z hlediska porovnání důležitosti a dopadu nedostatku metabolizovatelných proteinů a metabolizovatelné energie došel Houdijk (2012) k závěru, že obranyschopnost hostitele je značně citlivější k mírnému nedostatku MP, než k mírnému nedostatku ME. Nicméně byly zaznamenány i případy, kdy zvýšená dodávka ME může vést ke zvýšené hladině MP (díky mikrobiální syntéze proteinů). Rozsah zlepšení obranyschopnosti a odolnosti hostitele po dodání vyšších dávek MP se odvíjí od stupně nedostatku proteinů ve výživě v době, kdy tento nedostatek nebyl uměle suplementován. Navzdory výsledkům, které jasně upřednostňují význam suplementace MP nad ME, je zřejmé, že umělé dodávání výživy jen velmi vzácně zahrnuje čistě dodávání proteinů, a proto i dodávání ME může hrát v tomto procesu určitou roli. Většina publikovaných studií, zabývajících se malými přežvýkavci, však naznačuje, že mírný nedostatek ME (v hodnotách nepřesahujících 80% ME požadavků) nijak neovlivňuje obranyschopnost hostitelského organismu.

Z hlediska modifikace výživy je velký důraz kladen zejména na přísun bílkovin a regulaci proteinového metabolismu, neboť právě tento je přítomností gastrointestinálních parazitů nejvíce narušen. Dle studie Hoste et al. (2005) ve stádě přirozeně infikovaných koz byla zaznamenána vyšší obranyschopnost (odvozována na základě nižšího množství vajíček parazitů vylučovaných ve výkalech) a vyšší odolnost (odhadováno na základě vyšší produkce mléka a vyššího podílu tuku) u těch jedinců, kteří byli krmeni dietou pokrývající 125% proteinové potřeby (výsledky porovnávány s kontrolní skupinou, krmenou dietou pokrývající 106% proteinové potřeby).

Obecně by se dalo říci, že tyto výsledky potvrzují hypotézu o přerozdělování živin a energie mezi produkcí mléka a imunitní odpovědí proti přítomným parazitům. Stejně tak je zřejmé, že zvýšený přísun bílkovin má v tomto kontextu pozitivní dopad na odolnost hostitelského organismu. Výsledky nedávných studií také naznačují, že periody krátkodobě zvýšené výživy, aplikované zejména krátce po odstavení mláďat, mohou mít dlouhodobé pozitivní účinky na nárůst váhy a nižší počet vylučovaných vajíček parazitů.

Kromě proteinů jako hlavní složky výživy, jsou i další aspekty diety, které ukazují poměrně významné využití v této oblasti. Spadají sem zejména sekundární metabolity jako látky, které jsou přítomny v rostlinách konzumovaných býložravci. Hoste et al. (2005) zde poukazují na studie, jež informují o pozitivních efektech taninu, který je přirozenou součástí určitých druhů rostlin a jeho konzumace se ukázala mít velmi pozitivní dopad na snížené množství vylučovaných vajíček parazitů. Jeho konkrétní role v povzbuzování obranyschopnosti a odolnosti ještě nebyla přesně určena, ale předpokládá se, že se tanin podílí na potlačování plodnosti a rozmnožování parazitů a také napomáhá udržovat správnou alokaci potravinových zdrojů uvnitř hostitelského organismu.

### **3.3. Chemická a biologická kontrola**

#### **3.3.1. Anthelmintika**

Anthelmintika jsou chemické látky, které různým způsobem usmrcují, inaktivují nebo paralyzují GIN v organismu hostitele.

Nejpoužívanějšími přípravky pro eliminaci infekce hlísticemi u malých přežvýkavců jsou v současné době tři rodiny širokospektrých anthelmintik: benzimidazoly, imidazothiazol/tetrahydropyrimidiny a makrocyclické laktony (Silvestre et al., 2002).

### 3.3.1.1. Benzimidazoly

Od zavedení tiabendazolu v roce 1961 se na trh postupně uvedly další přípravky jako např. kambendazol, parabendazol, fenbendazol, albendazol, cyklobendazol. Benzimidazoly mají široké uplatnění u všech druhů zvířat a patří mezi nejméně toxické přípravky, ale u několika přípravků (kambendazol, albendazol, mebendazol, parabendazol, oxfendazol) je limitace jejich použití v průběhu gravidity pro jejich teratogenní účinek (Jurášek et al., 1993).

Pro malé přežvýkavce jsou schválená anthelmintika albendazole a fenbendazole. Na základě farmakokinetiky této lékové skupiny u malých přežvýkavců bylo doporučeno několik technik pro maximalizaci účinnosti. Snížení krmné dávky u ovcí a koz 12 - 24 hodin před aplikací přípravku zpomaluje jeho průchod trávicím traktem a zlepšuje jeho vstřebávání. Kozy metabolizují tyto přípravky jinak než ovce a vyžadují vyšší dávky (Zajac, 2006).

Mechanismus účinku benzimidazolů byl charakterizován vazbou a narušením beta-tubulinu helminta, což má za následek inhibici polymerizace mikrotubulů. Jelikož tyto mikrotubuly jsou nezbytné pro přepravu sekrečních granulí a enzymů v cytoplazmě, dojde posléze k buněčné smrti (Sutherland et Scott, 2009).

### 3.3.1.2. Imidazothiazol/tetrahydropyrimidiny

Ze skupiny těchto anthelmintik se nejvíce používají tetramizol a levamizol. Tyto přípravky nemají teratogenní účinek a mohou se podávat i gravidním zvířatům (Jurášek et al., 1993).

Tyto přípravky působí selektivně na synaptické a extra-synaptické acetylcholinové receptory, což má za následek spastické ochrnutí helmintů, což vede k jejich vyloučení z těla hostitele (Sutherland et Scott, 2009).

### 3.3.1.3. Makrocyclické laktony

Mezi užívané přípravky z této skupiny anthelmintik patří ivermectin, který je produkováný plísní *Streptomyces avermitilis* a představuje přípravek účinný nejen na endoparazity, ale také ektoparazity. Ivermectin inaktivuje helminty a roztoče uvolňováním inhibitoru neurotransmiteru - kyseliny gama-aminomáselné - a zesiluje její vazbu na receptory. Působí jen na helminty, u kterých vzruchy přenáší kys. gama-aminomáselná, tedy u nematod, ne však u trematod a cestod (Jurášek et al., 1993).

Další rozšířený přípravek z této skupiny je moxidektin. Obecně jsou tyto produkty bezpečné, i když existují neoficiální zprávy o toxicitě moxidektinu při podávání u velmi mladých zvířat (Zajac, 2006).

Je zajímavé, že s každou významnější třídou anthelmintik se i přes odlišné způsoby účinnosti začali během několika let od komerčního zavedení objevovat rezistentní paraziti. Abychom toto obešli, jsou hledány a testovány nové molekulární cíle, jako proteázy cysteinu, které podle všeho útočí na kutikulu parazita, mitochondriální proteiny zapojené do energetického metabolismu, neuropeptidů a nervového systému, metabolismu fosforylcholinu, který hraje důležitou roli ve vývoji hlístic, plodnosti a přežití (Mitreva et al., 2007).

### 3.3.1.4. Selektivní anthelmintické metody

Problematika selektivní anthelmintické terapie a parazitologických a patofyziologických metod, které by se mohly využít pro identifikaci jednotlivých zvířat, jimž budou anthelmintika podána, je odvozena ze stále rostoucí incidence rezistence parazitů vůči anthelmintikům (Rinaldi et Cringoli, 2012).

Dle Rinaldi et Cringoli (2012) tyto léky i v současné době sice představují hlavní metodu boje proti parazitární infekci, ale v rámci zachování udržitelnosti jejich používání je

nutné aplikovat je racionálním způsobem. Tím by mohlo být cílené podávání anthelmintik pouze vybraným jedincům (TST – targeted selective treatment) namísto léčení celého stáda.

Mezi parazitologické indikátory toho, jaká zvířata ve stádu se hodí pro administraci anthelmintik, patří zejména počet vajíček parazitů ve výkalech infikovaných zvířat (FEC), který je zpravidla vyjadřován kvantitativně jako počet parazitických elementů obsažených v jednom gramu výkalů (EPG). Nejčastěji využívané protokoly pro aplikaci této metody jsou tradiční McMasterova technika a také poměrně nově prosazované FLOTAC techniky (umožňující standartizaci výsledků).

Dalšími využívanými indikátory jsou indikátory patofyziologické, popř. indikátory odvozené od hospodářské produktivity. Jedním z hlavních patofyziologických metod je tzv. FAMACHA systém, odvozený od jména svého vynálezce Dr. Faffa Malan – FAffa MAIan CHArt (Rinaldi et Cringoli, 2012).

Systém FAMACHA byl původně vyvinut jako léčebná strategie pro chudé zemědělské systémy v Jižní Africe, aby se zde zlepšila parazitární kontrola a produktivita, zemědělci v těchto chudých oblastech potřebovali integrovat řídicí postupy zaměřené na minimalizaci expozice zvířat parazity a omezit spoléhání se na anthelmintika (Odoi et al., 2007).

Tento systém využívá anémii jako hlavní marker pro heamonchózu, infekci parazitem *Haemonchus contortus*. Na základě této metody jsou selektivně léčena pouze zvířata, vykazující známky těžké anémie (skóre 3, 4 a 5). V případě, že *H. contortus* není v dané lokalitě dominantním druhem, pak není anémie vhodným indikátorem. V takových případech se využívá buď parazitologický indikátor FEC, popřípadě jiné patofyziologické ukazatele kromě FAMACHA systému – například podíl vlhkosti ve výkalech, skóre tělesné konstituce, úroveň produkce mléka a přírůstek na váze (Rinaldi et Cringoli, 2012).

### 3.3.1.5. Rezistence na anthelmintika

Rezistence vůči anthelmintickým přípravkům se obecně charakterizuje jako situace, ve které normální dávka léků nevede k požadované redukci množství parazitů či vylučovaných vajíček. Na základě publikovaných dat se v současné době jako parazit s nejvyšším sklonem k vývinu rezistence jeví *Haemonchus contortus*. Za účelem zabránění nárůstu a výskytu rezistence k anthelmintikům současní farmáři zpravidla střídají používané přípravky, čímž

ovšem mohou přispívat k budoucí rezistenci na změněný přípravek. Jako následek tohoto postupu se pak objevují případy multirezistentních kmenů parazitů (Silvestre et al., 2002).

Rezistence vůči anthelmintikům se během posledních tří dekád stala globálním problémem, který výrazným způsobem ovlivňuje odvětví průmyslu zaměřená na malé přežvýkavce. V současné Evropě byla rezistence vůči benzimidazolu nalezena až v 80 % stád, přičemž se objevují i případy, kdy bylo dané stádo rezistentní současně vůči dvěma či dokonce všem třem rodinám anthelmintik (Domke et al., 2012).

Na základě provedených studií bylo zjištěno, že šíření rezistence vůči anthelmintikům není způsobeno vysokým selekčním tlakem, vyvolaným častým používáním těchto látek, ale kombinací tří specifických faktorů. Mezi ně patří infekce stáda rezistentními parazity prostřednictvím zakoupení nových zvířat (pocházejících z cizích pastvin), nedostatečné dávkování a příliš časté používání jednoho a toho samého anthelmintika a dále také velikost populace v daném refugiu v době administrace anthelmintik. Tyto faktory spolu navzájem interagují a představují hlavní rizikové indikátory, jež mohou vést k selekci parazitů rezistentních na léčbu anthelmintiky (Silvestre et al., 2002).

V případě podezření na rezistenci je vhodné dle Torres-Acosta et Hoste (2008) prozkoumat další možné příčiny, které mohou mít za následek neúčinnost anthelmintik, a to například:

- prostředek byl použit po uplynutí doby spotřeby
- špatné skladování
- nesprávné dávkování - v případě benzimidazolů a levamizolu byla zjištěna rezistence v případě poddávkování
- poškozené dávkovací zařízení, což může mít za následek nižší dávky
- nepřesně spočítaná hmotnost zvířete a z toho plynoucí chybné dávkování
- nedostatečná karanténa u nově přichozích zvířat

Teprve po prozkoumání těchto možných alternativ přistoupit k podezření na výskyt rezistentních hlístic u zvířat na farmě (Torres-Acosta et Hoste, 2008).

### 3.3.2. Alternativní metody eliminace parazitů

Hlavní pohnutkou ke směřování výzkumu tímto směrem je zjištění, že vlivem stále rostoucí získané rezistence proti anthelmintikům se snižuje účinnost této léčby, která ale zároveň představuje hlavní nástroj boje proti parazitární infekci. Biologické metody proto představují jedno z možných řešení (d'Alexis et al., 2009).

#### 3.3.2.1. *Lespedeza cuneata*

Nedávné výsledky ukazují, že rostliny s vysokým obsahem taninu (třísloviny) představují cennou alternativu ke komerčním lékům na ochranu proti GIN. Tanin může nepřímo ovlivnit biologii hlístic prostřednictvím zlepšení imunitní reakce hostitele. Vzhledem k jejich schopnosti vázat bílkoviny, můžou taniny snížit jejich ruminální degradaci. Je předpoklad, že ve slezu se proteinové komplexy tříslovin oddělí od proteinů působením nízkého pH, díky tomu projde do tenkého střeva větší množství aminokyselin a peptidů, kde jsou absorbovány (Hoste et al., 2012).

Jako jedna z velmi slibných rostlin bohatých na tanin s účinkem na eliminaci GIN je dle nedávných výzkumů *Lespedeza cuneata*.

Gujja et al. (2013) provedli studii efektu podávání sušených listů lespedézie klínovité (*Lespedeza cuneata*, *Lespedeza sericea*) v redukci infekce koz gastrointestinálními parazity. Tento efekt byl zatím prokázán pouze u koz chovaných v zajetí a vliv této rostliny jako potravinového doplňku u volně se pasoucích koz zatím nebyl zkoumán. Studie je zaměřena na podávání lespedézie klínovité jako doplňku stravy (pelety se 75% a 95% obsahem listů lespedézie společně s komerčními peletami; vše podáváno v množství 0,91 kg/ks/den) u volně se pasoucích koz.

Gujja et al. (2013) uvádějí, že pro účely tohoto výzkumu bylo použito 30 dospívajících španělských koz, stáří 9 měsíců o hmotnosti  $20,6 \pm 2,8$  kg, volně se pasoucích na pastvinách ve Fort Valley ve státě Georgia, USA od září do listopadu roku 2010. Během průběhu studie byly zvířatům jednou týdně odebírány vzorky krve a výkalů za účelem určení počtu vajíček

ve výkalech (FEC) a objemu červených krvinek (PCV). Na začátku a na konci studie byla zvířata také zvážena. Po 11 týdnech volné pastvy byla zvířata poražena za účelem stanovení přítomnosti, počtu a druhů jednotlivých GIN nalezených ve slezu a tenkém střevě koz.

Na základě provedené analýzy nebyl nalezen žádný rozdíl hodnot mezi zvířaty, jimž byly podány pelety se 75% a 95% obsahem listů lespedézie, nicméně u obou těchto skupin byl zaznamenán nižší počet vajíček ve výkalech v porovnání s kozami krmenými komerčními peletami. Hodnoty objemu červených krvinek nebyly dietními podmínkami ovlivněny. Průměrný denní nárůst hmotnosti u koz krmených peletami s 95% lespedézie dosáhl 102,0g, u koz krmenými komerčními peletami 77,2g a u koz krmenými peletami se 75% obsahem listů lespedézie pouze 55,3g. Zvířata krmená peletami s 95% obsahem listů lespedézie vykazovala pokles výskytu *Haemonchus contortus* o 93%, zatímco pokles ve výskytu *Teladorsagia circumcincta* dosáhl 43% u obou pohlaví. Oproti tomu u zvířat krmených peletami se 75% obsahem listů lespedézie došlo ke snížení výskytu pouze v případě *Haemonchus contortus* a to o 47,6% zaznamenaný pouze u samců koz. Jak tedy ukázaly výsledky studie, podávání pelet s listy lespedézie klínovité zvyšuje hospodářskou výtěžnost zvířat a snižuje jejich zatížení GIN, zároveň se ukazuje, že pravděpodobně existuje určitá prahová hodnota, jež ovlivňuje maximální výživový a zdravotnický přínos přídatku lespedézie ve stravě, nicméně přesné stanovení tohoto prahu a dalších podmínek vyžaduje další studie (Gujja et al., 2013).

Studiem efektu *Lespedeza cuneata* na množství vylučovaných vajíček GIN jako jednou z možných nefarmakologických alternativ se také zabývali Luginbuhl et al. (2011), kdy cílem jejich studie bylo stanovit účinnost komerčního rostlinného anthelmintického prostředku HDC (herbal dewormer) a vytrvalé luštěniny použité jako pícnina obsahující kondenzovaný tanin (CT), v rámci studie byl sledován vliv těchto dvou metod na snížení počtu vylučovaných vajíček (FEC) u pasoucích se koz.

Celkové provedení studie bylo rozděleno do tří fází, kdy se ve fázi 1 kozy pásly především na rostlině *Festuca arundinacea* a infekce parazity byla léčena prostřednictvím HDC. Ve fázi 2 se kozy pásly především na rostlině *Lolium multiflorum* L. a léčeny byly s pomocí kombinace HDC a fenbendazolu, ivomectinu, zatímco ve fázi 3. spásaly kozy zejména listy rostlin *Lespedeza cuneata* a nebo *Tripsacum dactyloides* a léčeny byly pomocí rostlin s vysokým obsahem kondenzovaného taninu (Luginbuhl et al., 2011).



Luginbuhl et al. (2011) uvádějí, že během fáze 1 došlo ke snížení počtu nalezených vajíček z 1 006 na 758 vajíček/gram výkalů do 33. dne trvání studie, přičemž do konce studie (103. den) se počet vajíček stabilizoval na 740ks/g výkalů. V rámci fáze 2 neměla ani aplikace ivomectinu, ani doprovodná administrace HDC vliv na počet vylučovaných vajíček parazitů, což naznačuje přítomnost rezistence vůči fenbendazolům. Výsledky fáze 3 ukazují, že kozy pasoucí se na *L. cuneata* a *T. dactyloides* po dobu 5 týdnů vykazovaly snížený počet nalezených vajíček z 860ks/g výkalů na 500ks/g výkalů v případě *L.cuneata*, zatímco počet nalezených vajíček pro *T. dactyloides* vzrostl z 1630 na 2310ks/g výkalů. Poté, co byly kozy pasoucí se na *T. dactyloides* převedeny na *L. cuneata* došlo během 3 týdnů k progresivnímu snížení FEC – z 1595 na 1120 a dále až na 410ks/g výkalů.

Na základě popsané studie se dle Luginbuhl et al. (2011) komerční rostlinný anthelmintický přípravek neprokázal být účinným prostředkem kontroly infekce gastrointestinálními parazity. Oproti tomu se ovšem využití luštěniny *L. cuneata* zdá být realizovatelnou variantou.

Absenci účinku komerčního rostlinného anthelmintického preparátu také potvrzují Burke et al. (2009) ve své studii, kde dále uvádějí možnost příliš nízké dávky doporučené výrobcem jako možný důvod absence účinku na GIN, ale zvažují možnost, zda vyšší dávky těchto bylinných anthelmintických preparátů nemohou na zvířata působit toxicky či způsobit potrat u březích zvířat. Burke et al. (2009) uvádějí, že vzhledem k rozmachu ekologického zemědělství je naléhavá potřeba alternativy k chemickým anthelmintickým prostředkům a jako další nové metody vhodné k dalšímu výzkumu uvádí rostliny s vysokým podílem taninu jako lespedéza nebo rotační pastvu.

#### 3.3.2.2. *Duddingtonia flagrans*

Biologická kontrola GIN zahrnující nematofágní houby má potenciál stát se důležitou součástí budoucí integrované kontrolní strategie ve výživě zvířat proti parazitickým hlísticím. Pojem houba jako biologická ochrana proti hlísticím není nový, již v 30-tých letech 19. století Linford et al. na Hawai experimentovali s kontrolou parazitických hlístic na ananasech. Těmito experimenty se inspirovala skupina vědců v Pasteurově institutu ve Francii a v letech

1930 - 1940 prováděli průkopnické experimenty s nematofágní houbou jak v in vitro testech na agarovém médiu tak ve studiích s malým počtem zvířat. V poslední době je největší pozornost soustředěna na nematofágní houbu *Duddingtonia flagrans*. Tato houba tvoří trojrozměrnou lepkavou síť a velké množství silnostěnných klidových výtrusů - chlamydiospor. Je pravděpodobné, že tato tvorba chlamydiospor je základem pro přežití *Duddingtonia flagrans* při průchodu zažívacím traktem skotu a ovcí (Larsen et al., 1997).

Dle studie Vilela et al. (2012) testující účinnost *Duddingtonia flagrans* se potvrdila účinnost biologické kontroly hlístic pomocí nematofágní houby. Tato studie byla prováděna v sušších oblastech severovýchodní Brazílie během měsíce března až srpna 2011. Kozy byly po sedmi kusech rozděleny do 3 skupin. První skupině byly podány 3 g pelet obsahující *Duddingtonia flagrans* na každých 10 kg živé hm. dvakrát týdně. Druhé skupině byl podán Moxidectin 0,2% per orálně každých 30 dnů. Třetí, kontrolní skupině byly podány 3 g pelet bez houby na každých 10 kg živé hm. dvakrát týdně.

Skupina, které byla podávána *Duddingtonia flagrans* v peletách, vykazovala nižší parazitární zátěž oproti skupině, které byl podáván Moxidectin, a oproti kontrolní skupině.

Skupina, které byly podávány pelety s obsahem *Duddingtonia flagrans* vykazovala na konci experimentu přírůstek 9,3 kg, skupina, které byl podáván Moxidectin měla přírůstek 5,7 kg a kontrolní skupina vykazovala snížení hmotnosti 1,1 kg.

Pelety alginátu sodného obsahující nematofágní houby jsou vyrobeny z inertního materiálu a mohou být skladovány, vykazují potenciál pro využití v oblasti živočišné výroby (Vilela et al., 2012).

### 3.3.2.3. *Pontoscolex corethrus* a *Perionyx excavatus*

Žížaly jsou schopné požit za poměrně krátkou dobu velká množství hlístic. Kromě snižování množství těchto parazitů je jejich přítomnost také velmi prospěšná pro půdu, neboť vede ke zlepšování vodní cirkulace a má pozitivní vliv na růst kořenového systému a lokálních nižších rostlin. Právě prostřednictvím zvyšování úrovně vegetace mohou žížaly nepřímo modifikovat kvalitu stravy pasoucích se zvířat a tím následně zvýšit kvalitu a intenzitu imunitní odpovědi vůči přítomnosti gastrointestinálních parazitů. Žížaly také představují ekonomicky příznivé řešení, zvláště v případě, kdy se jedná o místní, dobře

adaptované druhy, které lze velmi jednoduše inokulovat na vybrané pastviny (d'Alexis et al., 2009).

d'Alexis et al. (2009) provedli studii, kdy jako další z možných biologických metod zkouli vliv populace žížal (*Pontoscolex corethrus* a *Perionyx excavatus*) na množství a podíl parazitárních hlístic obsažených ve výkalech přirozeně nakažených kreolských koz.

Praktické provedení studie d'Alexis et al. (2009) spočívalo ve sběru vzorků půdy smíšenými s výkaly. Celkem byly odebrány vzorky výkalů od 20 koz. Následně k nim byla přidána různá množství místních žížal a po jednom týdnu byly odečteny výsledky v podobě množství přítomných vajíček a infekčních larev parazitů. Počet vajíček nalezených v odebraných výkalech koz sahal od 451-2967 na gram výkalů. Po týdnu kultivace bylo ve vzorku nalezeno od 6-555 larev na gram výkalů, přičemž tyto larvy byly identifikovány jako zástupci dvou druhů – *Haemonchus* sp. a *Trichostrongylus* sp. Podíl každého druhu byl podobný – 51% připadlo na *Haemonchus* sp. a 49% na *Trichostrongylus* sp. Jak je patrné na základě výsledků, množství infekčních larev hlístic, nalezených po jednom týdnu, bylo značně nižší, než množství před kultivací žížalami. Průměrné snížení počtu infekčních larev dosáhlo 34%, což potvrzuje hypotézu o tom, že použití místních druhů žížal by mohlo vést ke snížení kontaminace pastvin a být tak velmi efektivním nástrojem v boji proti gastrointestinálním parazitům.

#### 3.3.2.4. *Diatomaceous Earth*

*Diatomaceous Earth* (DE) - křemelina, je sypký jílovitý prášek tvořený kosterními pozůstatky rozsivek sedimentovaných na mořském dně. Skládá se převážně z oxidu křemičitého a je používán jako abrazivum, filtrační médium, přidává se do zubních past a je také součástí potravinových doplňků. Potravinářskou křemelinu lze využít pro domácí zvířata jako anthelmintický přípravek, kdy díky svému tvaru může očistit trávicí systém. DE vypadá jako malé střepy skla a díky ostrým hranám může zachytit škodlivé látky v trávicím systému a následně je spolu s výkaly odstranit z těla (Bernard et al., 2009).

Výzkumem využití DE jako doplňku stravy pro malé přežvýkavce a jeho vlivu na vylučování vajíček GIN se zabývali Bernard et al. (2009) v reakci na potřebu alternativ

k běžným anthelmintikám. Ve studii bylo použito 20 koz rozdělených do 3 skupin, po dobu 6 týdnů byla zaznamenávána tělesná hmotnost, počet vyloučených vajíček a hematokrit.

Výsledek studie Bernard et al. (2009) neprokázal významné účinky DE jako anthelmintického prostředku ve vztahu k počtu vyloučených vajíček na gram výkalů (EPG), nicméně byla pozorována variabilita v hodnotách leukogramu což mohlo být spojeno s imunitní reakcí, genetickou změnou nebo výsledek expozice stopových prvků v DE.

Dle Bernard et al. (2009) je potřeba dalších studií k vyhodnocení vlivu DE u různých plemen koz, jeho vliv na tělesnou hmotnost a imunitní reakce a podpořit tím využití DE jako doplňku potravy v živočišné produkci.

#### 3.3.2.5. Copper oxide wire (COWP), copper sulfate (CS)

Částice oxidu měďnatého (COWP) se ukázaly být účinnou metodou pro snížení zatížení GIN u ovcí a koz, nicméně účinnost podávání COWP se může u ovcí a koz lišit. Ve své studii se Soli et al. (2010) zaměřili na *Haemonchus contortus* u odstavených jehňat a kůzlat, kterým podávali COWP ve formě gelových kapslí. Výsledky studie potvrdily úspěšnost COWP při snížení GIN zátěže u jehňat a kůzlat. Počáteční snížení FEC bylo výraznější u jehňat, ale, vyjádřeno v procentech, nebyl mezi jehňaty a kůzlaty velký rozdíl, snížení FEC u zvířat, kterým byl podáván COWP ve srovnání se skupinou, kterým COWP podáván nebyl se pohybovalo v rozmezí 75 - 95 % v celé studii a toto snížení bylo zachováno po dobu 42 dnů po ukončení podávání COWP.

Podávání COWP se zdá být dobrým řešením při eliminaci GIN, zejména *Haemonchus contortus* u odstavených jehňat a kůzlat a bylo by třeba dalších výzkumů k porovnání účinnosti podávání COWP u dospělých jedinců (Soli et al., 2010).

Ovce jsou citlivé na toxicitu mědi, pokud jsou její hladiny ve stravě příliš vysoké. Kozy jsou k toxicitě mědi méně náchylné. Je důležité zjistit, zda síran měďnatý (CS) může být využit ve formě krmného doplňku nebo přimísením do krmiva pro snížení hladiny GIN, zejména *Haemonchus contortus* u dospívajících koz (Burke et Miller, 2008).

V aktuální studii Burke et Miller (2008) použití rozpustného CS k eliminaci infekce GIN nedoporučili, v jejich studii nedošlo k ovlivnění GIN podáváním CS.

## 4. Závěr

V této bakalářské práci jsem shrnula problematiku hlístic parazitujících v gastrointestinálním traktu kozy domácí. Parazitózy způsobené hlísticemi mají ekonomický dopad na farmáře, kteří musejí vynakládat prostředky na léčbu a prevenci a na zvířata samotná, která následkem parazitóz trpí průjmy, anémií, záněty v gastrointestinálním traktu, nechutenstvím a vyčerpáním. Těžké parazitózy mohou způsobit i smrt nakaženého zvířete. Nelze opomenout také vliv na březí samici a její plod.

Léčba parazitálních infekcí spočívá v podávání chemických anthelmintik, dlouhou dobu byly ovcím i kozám podávány stejné preparáty, což představuje problém, neboť, jak již bylo zjištěno, kozy mají odlišný metabolismus anthelmintik než ovce. Léčba pak není efektivní a vede k prodlužování průběhu onemocnění a snižování kvality chovu. Dalším problémem v souvislosti s léčbou je vznik rezistence, jejíž důsledkem je zvyšování dávek anthelmintik, opakované terapie, a tím dochází k dalšímu navyšování ekonomických nákladů, k zatěžování životního prostředí a rozšiřování rezistentních kmenů parazitů.

Problematika zatěžování životního prostředí a reziduí chemických látek je v dnešní době velmi aktuální a moderní záležitostí. Studie se nyní zaměřují na nalezení přírodních prostředků, které by nahradily chemické látky, jelikož z důvodu rezistentních kmenů hlístic již nejsou účinné a s rozmachem ekologického zemědělství je poptávka po přírodních preparátech eliminujících zatížení gastrointestinálního traktu hlísticemi velmi naléhavá. V rozvinutých zemích začínají spotřebitelé vyhledávat produkty z ekologických farem a budoucnost se bude jistě ubírat tímto směrem.

## 5. Seznam literatury

- 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
- 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.
- 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.
- Blaxter, M.L. 2003. Nematoda: Genes, Genomes and the Evolution of Parasitism. *Advances in Parasitology*. Volume 54. Pages 101-195.
- Bernard, G., Worku, M., Ahmedna, M. 2009. The Effects of *Diatomaceous Earth* on Parasite Infected Goats. *Bulletin of the Georgian National Academy of Sciences*. vol. 3. no. 1. 129-135.
- Boyazoglu, J., Hatziminaoglou, I., Morand-Fehr, P. 2005. The role of the goat in society: past, present and perspectives for the future. *Small Ruminant Research*. 60. 13-23. doi: 10.1016/j.smallrumres.2005.06.003
- Burke, J.M., Miller, J.E. 2008. Dietary copper sulfate for control of gastrointestinal nematodes in goats. *Veterinary Parasitology*. 154. 289-293. doi: 10.1016/j.vetpar.2008.03.010
- Burke, J.M., Wells, A., Casey, P., Kaplan, R.M. 2009. Herbal dewormers fails to control gastrointestinal nematodes in goats. *Veterinary Parasitology*. 160. 168-170. doi: 10.1016/j.vetpar.2008.10.080
- d'Alexis, S., Loranger-Merciris, G., Mahieu, M., Boval, M. 2009. Influence of earthworms on development of the free-living stages of gastrointestinal nematodes in goat faeces. *Veterinary Parasitology*. 163. 171-174. doi: 10.1016/j.vetpar.2009.03.056
- Domke, A.V.M., Chartier, C., Gjerde, B., Höglund, J., Leine, N., Vatn, S., Stuen, S. 2012. Prevalence of anthelmintic resistance in gastrointestinal nematodes of sheep and goats in Norway. *Parasitol. Res.* 111:185-193. doi: 10.1007/s00436-012-2817-x
- Gujja, S., Terrill, T.H., Mosjidis, J.A., Miller, J.E., Mechineni, A., Kommuru, D.S., Shaik, S.A., Lambert, B.D., Cherry, N.M., Burke, J.M. 2013. Effect of supplemental sericea lespedeza leaf meal pellets on gastrointestinal nematode infection in grazing goats. *Veterinary Parasitology*. 191. 51-58.
- Hasnain, S.Z., Gallagher, A.L., Grecis, R.K., Thornton, D.J. 2013. A new role for mucins in immunity: Insights from gastrointestinal nematode infection. *The International Journal of Biochemistry & Cell Biology*. 45. 364-374.

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., 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.x

Hoste, H., Torres-Acosta, J.F.J. 2011. Non chemical control of helminths in ruminants: Adapting solutions for changing worms in a changing world. *Veterinary Parasitology*. 180. 144-154. doi:10.1016/j.vetpar.2011.05.035

Hoste, H., Torres-Acosta, J.F., Paolini, V., Aguilar-Caballero, A., Etter, E., Lefrileux, Y., Chartier, C., Broqua, C. 2005. Interactions between nutrition and gastrointestinal infections with parasitic nematodes in goats. *Small Ruminant Research*. 60. 141-151. doi: 10.1016/j.smallrumres.2005.06.008

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., Sotiraki, S., Torres-Acosta, J.F.J. 2011. Control of Endoparasitic Nematode Infections in Goats. *Vet. Clin. Food Anim*. 27. 163-173. doi: 10.1016/j.cvfa.2010.10.008

Houdijk, J.G.M. 2012. Differential effects of protein and energy scarcity on resistance to nematode parasites. *Small Ruminant Research*. 103. 41-49. doi:10.1016/j.smallrumres.2011.10.017

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

Huntley, J.F., Patterson, M., Mackellar, A., Jackson, F., Stevenson, L.M., Coop, R.L. 1995. A comparison of the mast cell and eosinophil responses of sheep and goats to gastrointestinal nematode infections. *Research in Veterinary Science*. 58. 5-10.

Jurášek, V., Dubinský, P. et al. 1993. *Veterinárná parazitológia*. Nakladatelství Příroda. Bratislava. 382 s. ISBN: 80-07-00603-6.

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 Published Online March 2012 (<http://www.SciRP.org/journal/ojvm>)



- Koski, K.G., Scott, M. 2003. Gastrointestinal Nematodes, Trace Elements, and Immunity. *The Journal of Elements in Experimental Medicine*. 16:237-251. doi: 10.1002/jtra.10043
- Larsen, M., Nansen, P., Gronvold, J., Wolstrup, J., Henriksen, S.A. 1997. Biological control of gastro-intestinal nematodes- facts, future, or fiction ? *Veterinary Parasitology*. 72. 479-492.
- Luginbuhl, J.M., Pietrosemoli, S., Howell, J.M., Anderson, K.L. 2011. Alternatives to traditional anthelmintics to control gastrointestinal nematodes in grazing meat goats. *Asociación Latinoamericana de Producción Animal*. Vol. 18. Núm. 3-4. 113-122 ISSN: 1022-1301. 2010.
- Marshall, R., Gebrelul, S., Gray, L., Ghebreyessus, Y. 2012. Mixed Species Grazing of Cattle and Goats on Gastrointestinal Infections of *Haemonchus Contorsus*. *American Journal of Animal and veterinary Sciences*. 7(2). 61-66. ISSN 1557-4555
- 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
- McKenzie, G.J., Bancroft, A., Grecis, R.K., McKenzie, A.N.J. 1998. A distinct role for interleukin-13 in Th2-cell-mediated immune responses. *Current Biology*. 8:339–342.
- Miller, J.E., Horohov, D.W. 2006. Immunological aspects of nematode parasite control in sheep. *Journal of animal science*. 84:E124-E132.
- Mitreva, M., Zarlenga, D.S., McCarter, J.P., Jasmer, D.P. 2007. Parasitic nematodes - From genomes to control. *Veterinary Parasitology*. 148. 31-42. doi: 10.1016/j.vetpar.2007.05.008
- Odoi, A., Gathuma, J.M., Gachuri, Ch.K., Omore, A. 2007. Risk factors of gastrointestinal nematode parasite infections in small ruminants kept in smallholder mixed farms in Kenya. *BMC Veterinary Research*. 3:6. doi: 10.1186/1746-6148-3-6
- 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
- Rinaldi, L., Cringoli, G. 2012. Parasitological pathophysiological methods for selective application of anthelmintik treatments in goats. *Small Ruminant Research*. 103. 18-22. doi: 10.1016/j.smallrumres.2011.10.014
- Rinaldi,L., Veneziano,V., Cringoli G. 2007. Dairy goat production and the importance of gastrointestinal strongyle parasitism. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*. 101. 745-746. doi: 10.1016/j.trstmh.2007.03.010
- Rohde, K. 2001. Parasitism. *Encyclopedia of Biodiversity*. Volume 4. 463-484.
- Silvestre, A., Chartier, C., Sauvé, C., Cabaret, J. 2000. Relationship between helminth species diversity, intensity of infection and breeding management in dairy goats. *Veterinary Parasitology*. 94. 91-105.

- 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
- Soli, F., Terrill, T.H., Shaik, S.A., Getz, W.R., Miller, J.E., Vanguru, M., Burke, J.M. 2010. Efficacy of copper oxide wire particles against gastrointestinal nematodes in sheep and goats. *Veterinary Parasitology*. 168. 93-96. doi: 10.1016/j.vetpar.2009.10.004
- Stromberg, B. E., Averbek, G. A. 1999. The role of parasite epidemiology in the management grazing cattle. *International Journal for Parasitology*. 29. 33-39.
- Smith, M. C., Sherman, D. M. 1994. *Goat Medicine*. Wiley-Blackwell. 620. ISBN: 978-0-7817-9643-9.
- Sutherland, I., Scott, I. 2009. *Gastrointestinal Nematodes of Sheep and Cattle: Biology and Control*. John Wiley and Sons. West Sussex. 242 pp. ISBN: 978-1-4051-8582-0.
- 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
- Valentine, B. A., Cebra, Ch. K., Taylor, G. H. 2007. Fatal gastrointestinal parasitism in goats: 31 cases (2001-2006). *Journal of the American Veterinary Medical Association*. Vol. 231. No. 7. Pages 1098-1103. doi: 10.2460/javma.231.7.1098
- Vlassoff, A., Bisset, S.A., McMurtry, L.W. 1999. Faecal egg counts in Angora goats following natural or experimental challenge with nematode parasites: within-flock variability and repeatabilities. *Veterinary Parasitology*. Volume 84. Issues 1-2. Pages 113-123.
- Vilela, U.L.R., Feitosa, T.F., Braga, F.R., de Araújo, J.V., de Oliveira Souto, D.V., da Silva Santos, H.E., da Silva, G.L.L., Athayde, A.C.R. 2012. Biological control of goat gastrointestinal helminthiasis by *Duddingtonia flagrans* in a semi-arid region of the northeastern Brazil. *Veterinary Parasitology*. 188. 127-133. doi: 10.1016/j.vetpar.2012.02.018
- 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