

# Endoparaziti koza

---

**Lepoglavec, Valentina**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2021**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:*

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek /  
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:151:954529>

*Rights / Prava:* [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-09-12**



Sveučilište Josipa Jurja  
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet  
agrobiotehničkih  
znanosti Osijek**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Agrobiotechnical  
Sciences Osijek - Repository of the Faculty of  
Agrobiotechnical Sciences Osijek](#)



,SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Valentina Lepoglavec

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Zootehnika

## **Endoparaziti koza**

Završni rad

Osijek, 2021.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Valentina Lepoglavec

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Zootehnika

**Endoparaziti koza**

Završni rad

Osijek, 2021.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Valentina Lepoglavec

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Zootecnika

**Endoparaziti koza**

Završni rad

Povjerenstvo za ocjenu završnog rada:

1. izv. prof. dr. Mislav Đidara, mentor
2. izv. prof. dr. Josip Novoselec, član
3. doc. dr. sc. Željka Klir Šalavardić, član

Osijek, 2021.

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

---

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Završni rad

Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda, smjer Zootehnika

Valentina Lepoglavec

### **Endoparaziti koza**

#### **Sažetak:**

Cilj ovog rada je pobliže objasniti endoparazitizam kod koza i opisati različite vrste endoparazita koji napadaju koze. Također, objasniti životne cikluse parazita, kliničke znakove infekcije, dijagnosticiranje infekcije, liječenje i preventivne mjere protiv endoparazita koji inficiraju koze. Endoparazitizam je trenutno sve češći i veći problem u kozarstvu s obzirom da veliki broj lijekova nije djelotvoran, a paraziti su razvili otpornost na lijekove.

**Ključne riječi:** endoparaziti koza, oblići, trakavice, metilji, praživotinje

37 stranica, 7 slika, 40 literaturnih navoda

Završni rad je pohranjen: u Knjižnici Fakulteta Agrobiotehničkih znanosti Osijek i u digitalnom repozitoriju završnih i diplomskih radova Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek

## BASIC DOCUMENTATION CARD

---

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek

BSc Thesis

Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

Undergraduate university study Agriculture, course Zootechnique

Valentina Lepoglavec

### **Goat endoparasites**

#### **Summary:**

The aim of this paper is to explain endoparasitism in goats in more detail and to describe different types of endoparasites that attack goats. Also, explain the life cycles of parasites, clinical signs of infection, diagnosis of infection, treatment and preventive measures against endoparasites that infect goats. Endoparasitism is currently an increasingly common and growing problem in goat farming due to the fact that a large number of drugs are not effective due to the high resistance of parasites.

**Keywords:** endoparasites of goats, nematodes, cestodes, trematodes, protozoa

37 pages, 7 figures, 40 references

BSc Thesis is archived in Library of Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek and in digital repository of Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

## SADRŽAJ

|  |    |
|--|----|
| 1. UVOD.....   | 1  |
| 2. OBLICI - NEMATODE .....   | 2  |
| 2.1. Gastrointestinalne nematode.....  | 2  |
| 2.1.1 Etiologija i životni ciklus .....  | 2  |
| 2.1.2. Klinički znakovi infekcije .....  | 4  |
| 2.1.3. Dijagnoza infekcije .....   | 4  |
| 2.1.4. Programi liječenja i kontrole kemijskim tretiranjem .....                         | 7  |
| 2.1.5. Antihelminthska otpornost i prilagođena upotreba<br>antihelminthika kod koza..... | 10 |
| 2.1.6. Programi liječenja i kontrole alternativnim tretmanima .....                      | 13 |
| 2.2. Plućne nematode .....   | 18 |
| 2.2.1. Etiologija i životni ciklus .....   | 18 |
| 2.2.2. Klinički znakovi infekcije i dijagnoza .....                                      | 18 |
| 2.2.3. Liječenje i prevencija.....   | 19 |
| 2.3. Nematode mozga.....   | 20 |
| 2.3.1. Etiologija, životni ciklus i klinički znakovi infekcije .....                     | 20 |
| 2.3.2. Dijagnoza, liječenje i prevencija .....   | 20 |
| 2.4. Filijalna dermatosa.....  | 20 |
| 3. TRAKAVICE – CESTODA.....  | 21 |
| 3.1. Infekcije odraslim cestodama .....  | 21 |
| 3.1.1 Etiologija i životni ciklus.....   | 21 |
| 3.1.2 Dijagnoza i liječenje infekcije.....   | 23 |
| 3.2. Infekcija "nezrele" cestodama.....  | 23 |
| 3.2.1 Etiologija i životni ciklus.....   | 23 |
| 3.2.2 Dijagnoza i liječenje infekcije.....   | 24 |
| 4. METILJI – TREMATODE .....   | 25 |
| 4.1. Etiologija i životni ciklus.....  | 25 |
| 4.2. Klinički znakovi i dijagnoza infekcije.....   | 26 |
| 4.3. Liječenje i prevencija infekcije.....   | 28 |
| 5. PRAŽIVOTINJE – PROTOZOA .....   | 29 |
| 5.1. Kokcidijska.....  | 29 |
| 5.2. Toksoplazmoza .....   | 31 |
| 5.3. Sarkocistoza.....   | 31 |
| 6. ZAKLJUČAK .....   | 33 |
| 7. POPIS LITERATURE.....   | 34 |

## 1. UVOD

Koze su rod pravih preživača iz porodice šupljorožaca. Koze su planinske životinje, ali ih je čovjek privikao na život u nizinama. Žive u stadima, a kao domaće životinje raširene su posvuda u svijetu. Smatra se da su među prvim domaćim životinjama koje su pripitomljene. Brojni zdravstveni problemi mogu rezultirati smanjenom proizvodnjom i gubitcima kada je u pitanju uzgoj koza. Jedan od većih zdravstvenih problema je parazitizam. Parazitizam je prema definiciji oblik životne zajednice u kojem nametnički organizam živi na račun organizma domaćina. Kod koza, kao i kod drugih vrsta, postoje različite vrste parazita koje mogu invadirati životinje pa tako postoje ektoparaziti i endoparaziti. Ektoparaziti žive na površini tijela i napadaju domaćina "izvana", dok endoparaziti žive unutar tijela domaćina. Kada je riječ o zdravlju koza, uzgajivače najviše zabrinjava infestacija endoparazitima jer ju u nekim slučajevima nije lako detektirati, odnosno posljedice infestacije nisu uvijek vidljive. Endoparaziti su s vremenom razvili sposobnost promjene vlastite morfologije, fiziologije i životnog ciklusa, zbog čega je danas tako velika raznolikost endoparazita. Neki endoparaziti su uspjeli, zbog nepravilne primjene u prošlosti, razviti otpornost na lijekove. Bez pravilne kontrole i liječenja endoparazita smanjuje se plodnost, mliječnost, produktivnost i vrijednost jedinki. Prema istraživanjima Nacionalnog sustava za nadzor zdravlja životinja (NAHMS) koji promatra smrti životinja koje nisu povezane s grabežljivcima, endoparaziti su najčešći uzrok smrtnosti koza, oko 22,7% (NAHMS, 2018.). Invadiranost endoparazitima često rezultira anemijom, gubitkom težine, smanjenim imunitetom, smanjenom reproduktivnom sposobnošću, smanjenom proizvodnjom mesa ili mlijeka te u najgorim slučajevima smrću. Nekadašnja antihelmintska sredstva sada više nisu učinkovita, trenutne preporuke za rješavanje problema s endoparazitima usredotočene su na provedbu održive strategije integriranog upravljanja parazitima (Starkey i sur., 2021.). Endoparazite možemo s obzirom na vrste podijeliti na oblice, trakavice, metilje i praživotinje.

Cilj rada je opisati najčešće endoparazite koza, uključujući njihov životni ciklus, kliničke znakove infestacije, dijagnostiku, liječenje i preventivne mjere za borbu protiv infestacije.

## 2. OBLIĆI – NEMATODE

Oblici – nematode su razred životinja crvolika, beskolutičava tijela iz koljena oblenjaka. Imaju tanko vretenasto tijelo koje je suženo na krajevima, obavijeno je debelom i elastičnom kutikulom. Ispod kutikule nalazi se sloj glatkih uzdužnih mišićnih vlakana. Na prednjem kraju tijela nalazi se usni otvor u kojem su hitinski zubići, hvataljke ili pruživo rilo. Duljina tijela ovisi o vrsti, a kreće se od jednog milimetra do više od jednog metra. Na stražnjem dijelu tijela, crijevo u obliku cijevi završava izmetnim otvorom. Živčani sustav sastoji im se od okoždrijelnog živčanog prstena i jednog para živčanih vrpca. Nemaju organe za disanje i krvotok. Spol je kod nematoda, uz neke iznimke, lako razlikovati, oplodnja im je unutarnja i većinom polažu jajašca. Brojne su vrste nematoda koje napadaju koze, a s obzirom na sustav koji invadiraju dijelimo ih na: gastrointestinalne nematode, plućne nematode, nematode mozga i druge ( Hrvatska enciklopedija, 2021.).

### 2.1. Gastrointestinalne nematode

#### 2.1.1. Etiologija i životni ciklus

Parazitizam gastrointestinalnih nematode glavna je prijetnja zdravlju i proizvodnji kod koza. Parazitarne gastrointestinalne nematode odgovorne su za velike ekonomske troškove zbog izravnih i neizravnih gubitaka. Izravni gubitci su: smanjena proizvodnja, niža kvaliteta proizvoda i smrtnost, dok su neizravni gubitci: troškovi liječenja, dijagnostike i lijekova. Zbog takvih ekonomskih gubitaka važna je prevencija, odnosno bolje mjere kontrole (Waller, 2006.). Neke vrste preživača imaju zajedničke parazite. Vrste parazita razlikuje se s obzirom na pojavnost po regijama i klimatskim područjima te brojem različitih dostupnih domaćina. Prevladavajuće gastrointestinalne nematode koje mogu invadirati i dovesti do bolesti kod koza su *H. contortus*, *Teladorsagia circumcincta*, *Trichostrongylus spp.*, *Ostertagia spp.*, *Cooperia spp.* i *Oesophagostomum spp.*. Glavnina ovih parazita boravi u sirištu ili tankom crijevu domaćina. Bolest kao posljedica infestacije gastrointestinalnim nematodama obično je najizraženija kod mladih životinja koje još nisu imale priliku razviti dostatan imunitet. Iako se infekcija gastrointestinalnim nematodama događa kod odraslih životinja razvoj kliničkih znakova sekundarne bolesti nakon infekcije uobičajene su u prisutnosti dodatnih stresora. Pod stresorima se smatra trudnoća, porođaj i laktacija, odbijanje od sise, temperaturni ekstremi, prenapučenost objekta, nepravilna hranidba i drugo. Većina gastrointestinalnih nematoda usko je povezana pa tako i njihovi



životni ciklusi. Njihov životni ciklus općenito kreće tako da se odrasli muški i ženski paraziti nalaze na preferiranom mjestu unutar gastrointestinalnog trakta. Ženke polažu jajašca u probavni trakt koja potom izmetom izlaze iz domaćina. Izlazak iz jajašaca i sazrijevanje ličinki događaju se kada su temperature okoliša i vlaga povoljni. Ekstremna vrućina ili smrzavanje sa isušivanjem mogu štetiti rastu ili preživljavanju ličinki. Ličinke prvog i drugog stadija hrane se organskim materijalom danima ili tjednima prije prelaska u zarazne ličinke trećeg stadija. Ličinke trećeg stadija zadržavaju kutikulu ličinke drugog stadija i stoga su manje podložne okolišnim uvjetima. Ovakva ličinka može preživjeti dulje vrijeme, nekoliko mjeseci, u izmetu ili na pašnjaku te čekati na ulazak u odgovarajućeg domaćina putem napasivanja. Ličinke zahtijevaju odgovarajuću vlagu koju pruža kiša, rosa ili poplava kako bi migrirali iz izmeta na travu na paši. Nakon ulaska u domaćina, odnosno ulaska u burag, ličinka gubi kutikulu i može se slobodno kretati do željenog mjesta unutar gastrointestinalnog trakta, zatim prodire u sluznicu gdje sazrijeva u ličinku četvrtog stadija, napušta sluznicu i završava proces sazrijevanja u odraslog parazita (Zajac, 2006.). Neke vrste parazita stekle su sposobnost hipobioze, oblik zaustavljenog razvoja, za prevladavanje nepovoljnih uvjeta okoliša van domaćina. Ličinka može ostati zahvaćena u sluznici dulje vrijeme te izaći iz hipobiotskog stanja kada okolišni uvjetuju postanu pogodni za preživljavanje ličinke van domaćina. Postoji nekoliko iznimaka od gore navedenog životnog ciklusa, kao na primjer perkutano prodiranje ličinke trećeg stadija *Bunostomum spp.*, odgođeno valjenje jajašaca dok u njima potpuno ne sazre ličinka, a uvjeti okoliša postanu povoljni kod *Nematodirus spp.* Također *Trichuris spp.* su još jedna iznimka, jer se u stadiju ličinki nikada ne mogu naći na pašnjacima. Nematode kao što je *S. papillosus*, mogu prijeći u latentno stanje u tkivu mliječne žlijezde majke te proći kroz mlijeko do mladunčeta. Životni ciklus gastrointestinalnih nematoda je izravan i uglavnom se oslanja na ispašu domaćina kako bi došlo do infestacije nove jedinice. Provedba strategije za remećenje životnog ciklusa, poput uklanjanja izmeta ili stvaranja sušnih uvjeta okoliša, može pomoći u smanjenju mogućnosti ponovne infestacije (Starkey i sur., 2021.). Rutinska upotreba kemijskih antihelminatika predstavlja početak programa kontrole gastrointestinalnih nematoda već više od 5 desetljeća. Lijekovi se mogu upotrebljavati kurativno, kako bi spasili životinju od smrti ili sačuvali produktivnost, ili preventivno tako što se prekine životni ciklus parazita prije nego opseg infestacije pokaže kliničke znakove. Međutim, javlja se problem razvoja antihelmintske rezistencije u populaciji nematoda, te se pojavila potreba za integriranim i održivim pristupima suzbijanju (Kaplan, 2004.).

### 2.1.2. Klinički znakovi infekcije

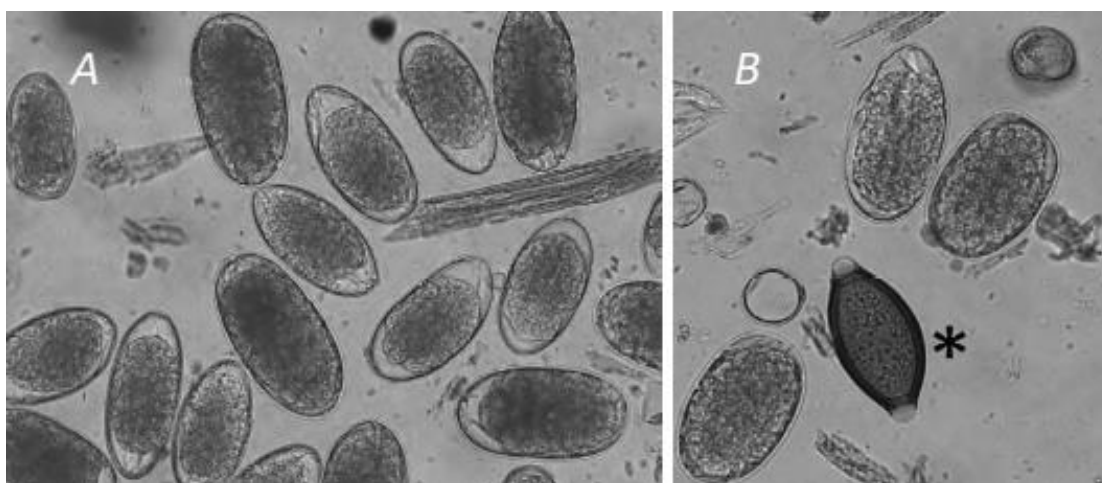
Infekcija gastrointestinalnim nematodama može i ne mora uzrokovati da invadirani domaćin pokaže kliničke znakove bolesti. Kliničke znakove pokazuju domaćini koji imaju veliki broj parazita te osobito oni mlađi koji nemaju dovoljno razvijen imunitet. Klinički znakovi mogu uključivati proljev, blijede sluznice, edeme, loš rast ili gubitak težine, smanjenu proizvodnju, a u težim slučajevima i smrt. Infekcije jednom vrstom nematoda su rijetka pojava, invadirani domaćini obično su zaraženi s nekoliko različitih vrsta nematoda, što može dovesti do složenih kliničkih znakova ovisno o brojnosti i raznolikosti prisutnih parazita (Zajac, 2006.).

### 2.1.3. Dijagnostika infestacije

Spomenuti klinički znakovi nisu isključivo za pokazatelji invadiranosti crijeva stoga postizanje točne dijagnoze na vrijeme može biti od životnog značaja. Prvenstveno se u dijagnozi koristi pregled fecesa i brojanje jajašaca parazita u njemu te FAMACHA bodovanje, u kojem se na osnovu boje sluznice dodjeljuju bodovi. Ove metode koristan su alat za utvrđivanje kojim kozama je najpotrebnije liječenje ili koje najviše doprinose onečišćenju pašnjaka. Tercijarna dijagnostika uključuje kulturu ličinki, tehnike diferencijalnog bojenja jajašaca, fekalni PCR (lančana reakcija polimeraze) i serodijagnostiku koja je namijenjena određivanju vrsta parazita prisutnih unutar životinje ili skupine životinja i njihovog udjela u ukupnoj populaciji parazita (Coles i sur., 2006.). Dodatna dijagnostika poput *in vitro* testova za procjenu otpornosti na antihelmintike omogućuje identificiranje i utvrđivanje učinkovitosti lijekova. Tehnika brojanja jajašaca u fecesu ima svojih nedostataka, ali i prednosti. Nedostatak ove metode je što pruža ograničene informacije o vrsti parazita, drugi glavni nedostatak je zahtjev za posebnom opremom (npr. mikroskop i centrifuga), a prednosti su te što proizvođač može dobiti informaciju o ukupnom broju parazita prisutnih u životinji te može poslužiti za praćenje učinkovitosti lijekova nakon liječenja. Korištenje McMasterove metode za određivanje broja jajašaca u izmetu široko je prihvaćeno i prakticirano u mnogim zemljama. Uz McMasterovu metodu i njene modifikacije postoje i razne druge metode. Bez obzira koja metoda se koristi dosljedna je uporaba najvažnija kako bi se omogućile usporedbe i valjani zaključci (Coles i sur., 2006.). Rezultati brojanja jajašaca u izmetu prikazuju se kao broj

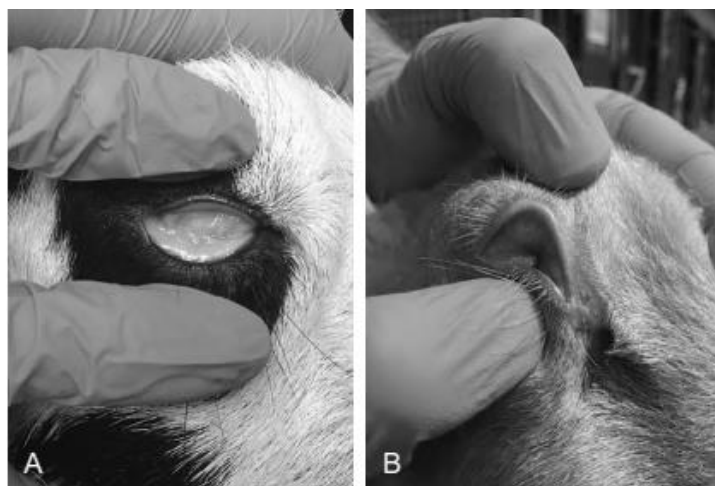
jajašaca po gramu. Na broj prisutnih jajašaca može utjecati nekoliko čimbenika kao što su: vrsta parazita u populaciji (ženke nekih vrsta generiraju veći broj jajašaca), stadij parazita u populaciji (nezrele odrasle jedinke mogu biti prisutne i doprinositi bolesti, ali još nisu reproduktivno zrele pa ne doprinose broju jajašaca), konzistencija uzorka izmeta (u rjeđem izmetu broj jajašaca je razrijeđen) te nedavno korišteni antihelmintici (Zajac, 2006.). Jajašca koja možemo pronaći u fecesu klasificiraju se kao jajašca trihostrongilidnog tipa ili "HOTC". Akronim HOTC označava uobičajene gastrointestinalne nematode roda *Haemonchus*, *Ostertagia*, *Trichostrongylus* i *Cooperia* (Slika 1.). Pri procjeni rezultata brojenja jajašaca iz fecesa važno je da se za donošenje odluke o liječenju ne oslanja samo na broj jajašaca koji se dobije prebrojavanjem. Općenito koze, i druge životinje, mogu imati visok broj jajašaca u izmetu i ne pokazivati nikakve znakove bolesti, dok druge mogu biti u lošem tjelesnom stanju i pokazivati ostale kliničke znakove bolesti, a broj jajašaca u izmetu je nizak. Prije donošenja odluke o liječenju životinje uvijek se u obzir moraju uzeti klinički znakovi, konzistencija izmeta, tjelesna kondicija i rezultati FAMACHA bodovanja ako su dostupni. Korištenje FAMACHA kartica i bodovanja jedan je od primarnih dijagnostičkih alata koji se prakticira kod proizvođača koza jer se može izvoditi bez posebne opreme ili mikroskopa. FAMACHA kartice dobile su naziv po svome tvorcu profesoru Francoisu "Fafa" Malan-u. Kartice su dizajnirane kao posebna pomoć za otkrivanje infestacije gastrointestinalnim nematodama koje izazivaju anemiju, prvenstveno *H. contortus*, dok za druge vrste nematoda slabo koristi. FAMACHA kartice koriste se za procjenu obojenosti sluznica oka domaćina, kao sredstva za određivanje hematokrita. Ispitivač procjenjuje boju konjunktive donjeg kapka s pet boja (u rasponu od crvene do bijele) predstavljenih na kartici dok stoji pokraj životinje i kažiprstom lagano i nježno pritišće očnu jabučicu prema gornjem kapku. Takav postupak pomaže u otkrivanju što veće površine konjunktive i uočavanju boje te uspoređivanju s karticom. Svaka boja od 1 do 5 pokazuje domaćinov hematokrit i ozbiljnost bolesti povezane uz zarazu *H. contortus*. Hematokrit se može mjeriti i direktno iz uzorka krvi za što je potrebna odgovarajuća oprema. Boja sluznice koja se podudara s oznakom 3 može biti povezana s razvojem anemije, a one s oznakom 4 i 5 pokazatelj su ozbiljnih bolesti. (Slika 2.) Ako je velik broj parazita *Haemonchus* prisutan u gastrointestinalnom traktu, životinja bi mogla brzo iskrvariti do smrti, međutim, transfuzija krvi može spasiti život životinje (Pugh i sur., 2021.). Ako životinja uginu pod sumnjom na probleme povezane s parazitima, postmortalna pretraga može biti korisna za otkrivanje problema u ostatku stada. Treba izvršiti postmortalnu pretragu i ispitati sadržaj gastrointestinalnog trakta na prisutnost

parazita. Mnogi odrasli crvi su mali i mogu biti čvrsto vezani za sluznicu crijeva te lako mogu promaknuti oku onoga koji radi pretragu, ako nije oprezan. Za pomoć u dijagnostici parazita i odluci koje koze treba dehelmintizirati koristi se i "Provjera u pet točaka". Ovaj program detaljno su opisali Bath i van Wyk, ali nedostatak jest taj što je teško primjenjiv u većoj proizvodnji (Bath i van Wyk, 2009.). Provjera u pet točaka sastoji se od pet postupaka: oči (primjenom ranije opisane FAMACHA bodovanja), leđa (procjenjivanjem indeksa tjelesne kondicije u rasponu 0-5), rep (od 1 do 5, gdje je 1 životinja bez ostataka izmeta, a 5 životinja s vodenastim proljevom, a uprljanost se proteže do skočnog zgloba), nos (ako se preglednom ustanovi bilo što osim uobičajeno vlažnih nosnica) i čeljust (otečenost mekog tkiva donje čeljusti ili bilo koji drugi znak upale). Provjera u 5 točaka s brojenjem jajašaca u izmetu uvelike pomaže u praćenju parazita i cjelokupnog zdravlja koza.



Slika 1. Jajašca nematoda viđena metodom prebrojavanja, A-jajašca tipa HOTC; B-jajašca *Trichuris spp.*(\*) okruženo HOTC jajašcima

Izvor: Pugh i sur., 2021.



Slika 2. Primjer FAMACHA bodovanja, A- koza s ocjenom 4; B koza s ocjenom 2-3 i PCV-om 38

Izvor: Pugh i sur., 2021.

#### *2.1.4. Programi liječenja i kontrole kemijskim sredstvima*

Koze se razlikuju od ovaca i goveda u nekoliko važnih stvari. Koze, za razliku od ovaca koje pasu, vole brstiti. Smatra se da je ova glavna razlika u ponašanju dovela do povećanog kontakta sa širokim spektrom biljnih sekundarnih metabolita koji mogu biti toksični za parazite i do smanjenog kontakta s ličinkama invazivnih nematoda (Hennessy, 1997.). Zbog tih značajki pretpostavlja se da koze imaju izuzetnu sposobnost detoksikacije egzogenih kemikalija u koje ubrajamo i antihelminthske lijekove te je zbog toga smanjena njihova sposobnost da potpuno razviju imunološki učinkovit odgovor protiv gastrointestinalnih nematoda (Hoste i sur., 2011.). Tradicionalno se za suzbijanje gastrointestinalnih nematoda oslanjalo na upotrebu antihelminskih spojeva širokog spektra djelovanja u cijelom stadu u određenim vremenskim intervalima, taj pristup nazvan je supresivna dehelmintizacija. Takva prekomjerna upotreba tada visokoučinkovitih lijekova dovela je do razvoja parazita koji su otporni na dostupne antihelminthike. Svaka primjena lijeka ubila bi osjetljive parazite u domaćinu, ali mali postotak nematoda bi ipak preživio tretmane. One nematode koje su preživjele, bile bi jedine koje su ostale u domaćinu i stoga su jedina jajašca koja su i dalje kontaminirala pašnjake sadržavala nematode otporne na lijekove. Kontinuiranom uporabom istog lijeka došlo je do toga da s vremenom populacija otpornih parazita naraste. Kada su ti otporni paraziti ponovno ušli u domaćina više ih se nije moglo ukloniti iz životinje redovitom dehelmintizacijom i uslijedio bi začarani krug,

što je rezultiralo porastom bolesti s kliničkim znakovima (Coles i sur., 2006.). Istraživanjima je zaključeno da paraziti nisu ravnomjerno raspoređeni među životinjama u stadu, zapravo mali dio životinja sadrži većinu parazita, što znači da samo taj mali dio životinja doprinosi većini onečišćenja pašnjaka (Zajac, 2006.). Ciljanim tretmanom onih životinja koje pate od kliničke bolesti povezane s infestacijom ili onih životinja koje najviše doprinose onečišćenju pašnjaka možemo smanjiti pretjeranu upotrebu i zloupotrebu antihelmintika (Kenyon i sur., 2009.). Suzbijanje nematode moguće je kombiniranjem više od jednog načina suzbijanja, korištenjem antihelmintskih tretmana u kombinaciji sa smanjenjem onečišćenja pašnjaka i poboljšanjem imuniteta domaćina (Waller, 1999.). Ova tri načela: liječenje, higijenske mjere i imunološka prevencija su primjer kontrole većine patogena. Za kontrolu gastrointestinalnih nematoda mnoga su rješenja prvo istražena kod ovaca, a zatim su se s obzirom na fiziološke i metaboličke razlike metode prilagodile kozama (Hoste i sur. 2011.). Jedna od metoda je taktička dehelmintizacija. Taktička dehelmintizacija uključuje uklanjanje parazita u domaćinima prije nego što se mogu razmnožavati i pridonositi zagađivanju pašnjaka, ali teško je predvidjeti situacije u kojima bi ova strategija bila od najbolje koristi. Metode koje obično nisu vrlo učinkovite dugoročna su oportunistička dehelmintizacija i "spašavanje". Oportunistička dehelmintizacija uključuje dehelmintizaciju dok se sa životinjama manipulira u neke druge svrhe. Iako je prikladna, ne pomaže dostatno za zaštitu zdravlja i podizanje ukupne produktivnosti. "Spašavanje" podrazumijeva spašavanje života jako zaražene životinje, ali ako životinja mora biti teško bolesna kako bi ju se liječilo, produktivnost životinje ili stada već je ugrožena (Pugh i sur., 2021.). Još jedna važna metoda u borbi od parazita je ciljani selektivni tretman.

Ciljana selektivna upotreba antihelmintika. Parazitske infekcije koza slijede negativnu binomnu raspodjelu, u kojoj većina životinja ima nizak broj jajašaca u izmetu, a samo nekoliko ima visok broj, što ukazuje na višu razinu infestacije. Ova raspodjela daje mogućnost primjene antihelmintskih lijekova selektivno ciljajući samo jako invadirane životinje (George i sur., 2011.). Stoga trenutna preporučena strategija za upotrebu antihelmintika jest njihova ciljana selektivna upotreba, s različitim prednostima i nedostacima. Jedan od nedostataka ovog pristupa jest povećanje vremena i napora potrebnog za utvrđivanje koji su specifični paraziti prisutni u stadu i koji su domaćini s najviše parazita te kojem od njih je potrebna dehelmintizacija. Kada su se nekada tretirale sve životinje proizvođač nije imao posebno puno dodatnog napora osim troškova za

dehelmintizaciju čitavog stada, a danas primjena selektivnog ciljanog tretmana zahtijeva da proizvođač koristi različite metode, uključujući savjetovanje s veterinarom ili dijagnostičarom kako bi postupak bio učinkovit, što troši dodatno vrijeme i novac (Pugh i sur., 2021.). Prednost ovoga tretmana je to što je sada potrebno tretirati manje životinja čime se smanjuje vrijeme i napor samog postupka tretiranja, manja je uporaba lijekova čime se štedi novac, a trenutno dostupni lijekovi ostaju učinkoviti dulje. Razvoj učinkovitog programa suzbijanja parazita koji uključuje upotrebu ciljanog selektivnog tretmana kontinuirani je postupak koji zahtjeva procjenu trenutnih strategija, pregled dostupnih pristupa i ažuriranje upravljačkih praksi (Zajac, 2006.). Potrebno je fokusirati se na pristupe koji osiguravaju primjereno doziranje lijekova odgovarajućim životinjama te na naknadnu procjenu radi dokazivanja djelotvornosti lijeka. Strateška dehelmintizacija najbolje djeluje kada u obzir uzmemo životni ciklus i epidemiologiju parazita. S obzirom na to da se većina životinja zarazi ličinkama trećeg stadija gastrointestinalnih nematoda s pašnjaka, na taj se stadij životnog ciklusa parazita treba usredotočiti. Jedan od načina provođenja ciljanog selektivnog tretmana jest korištenje rutinske metode procjene invadiranosti parazitima u određenim vremenskim intervalima tijekom sezone ispaše, kako bi se identificirale životinje kojima je najpotrebnije liječenje. Strateškom dehelmintizacijom samo klinički bolesnih životinja ili životinja odgovornih za većinu onečišćenja na pašnjaku tijekom pašne sezone smanjit ćemo onečišćenje pašnjaka i pojavu bolesti. Iznimku od strateške dehelmintizacije predstavljaju životinje koje su neposredno pred klanje, kod takvih životinja nije nužno koristiti ciljani selektivni tretman. Druga iznimka su koze sjarne zimi u sjevernoj umjerenoj klimi. Strateško tretiranje lijekom koji cilja na hipobiotičke i odrasle parazite životinja koje se zimi sklanjaju s pašnjaka smanjit će teret parazita, a istovremeno smanjiti i porast broja jajašaca u izmetu i onečišćenje pašnjaka sljedećeg proljeća. Ova bi se strategija mogla pokazati problematičnom na farmama koje već imaju problem s parazitima otpornim na više lijekova, a ako je to slučaj neke bi životinje trebale ostati neliječene. Obično su to one koje u prošlosti nisu imale visoki fekalni broj jajašaca ili kliničke znakove bolesti. Ova je strategija manje učinkovita u toplijim podnebljima (Pugh i sur., 2021.). Za mliječne koze razvijene su sheme za selektivni tretman temeljene na razlikama u otpornosti i ovisno o dobi ili razini proizvodnje mlijeka. U vrućim vlažnim uvjetima, u kojima je *Haemonchus contortus* dominantna patogena vrsta primijenjena je metoda selektivnog liječenja. Novi pristup je donio dobre rezultate, a rezultat je uzorkovanja izmeta životinja, a zatim liječenja samo onih životinja kod kojih je utvrđen veliki broj jajašaca u izmetu (George i sur., 2011.).

### *2.1.5. Rezistencija na antihelmintike i prilagođavanje primjene antihelmintika*

Razni se pripravci koriste u liječenju od parazita. Neki od proizvoda odobreni su za uporabu na jednoj vrsti domaćina, a kada se ti lijekovi koriste za posebne skupine kao što su stada za proizvodnju prehrambenih proizvoda (mesa ili mlijeka) tada treba obratiti pažnju na legislativu vezanu za upotrebu lijekova za životinje i izbjegavanje prisutnosti rezidua u animalnim proizvodima. Dostupni antihelmintici uključuju benzimidazole, nikotinske depolarizatore membrane i makrocikličke laktone. Uporaba lijekova ovisi o vrsti proizvodnje, npr. levamisol se ne smije koristiti kod koza koje proizvode vlakna, kao na primjer Angora koze, zbog problema s toksičnošću (Cawley i sur.,1993.). Iako su neki proizvodi u početku korištenja bili djelotvorani za određene parazite, neke gastrointestinalne nematode stvorile su otpornost na sve dostupne skupine antihelmintika. Neki lijekovi iz iste skupine snažniji su od drugih, ali kada parazit postane otporan (stekne sposobnost preživljavanja jednog lijeka u skupini) čak i snažniji lijekovi iz skupine u konačnici neće djelovati. Takva otpornost naziva se "bočni" otpor (Zajac, 2006.). U skupinu benzimidazola pripadaju lijekovi tiabendazol, fenbendazol i albendazol. Bili su među prvim antihelminticima širokog spektra koji su predstavljeni. Učinkovitost benzimidazola poboljšava se povećanjem doze s podjelom doze na dva puta u razmaku 12 sati, primjenom antihelmintika tijekom tri do pet dana i gladovanjem životinje prije liječenja kako bi se usporila brzina prolaska sadržaja kroz crijeva. Međutim, takvo korištenje lijeka neće biti dugoročno učinkovito jer će paraziti postati otporni na ovu skupinu lijekove, a nakon što razviju otpornost, osjetljivost parazita na ovu skupinu lijekova neće se vratiti, čak i ako se lijek ne koristi godinama (Hennessy,1997.). Nikotinski antihelmintici kao što su imidazotiazoli (levamisol) i tetrahidropirimidini (morantel tartrat) bili su sljedeća generacija lijekova širokog spektra. Ti se lijekovi nisu koristili tako često kao benzimidazoli, pa stoga nemaju visoku razinu antihelmintske otpornosti. Unatoč tome populacije parazita razvile su sposobnost preživljavanja terapije i ovim skupinama lijekova (Zajac, 2006.). Makrociklični laktone najnovija su skupina antihelmintika širokog spektra. Lijekovi iz ove skupine uključuju ivermektin, moksidektin, eprinomektin i druge. Baš kao i kod ostalih skupina nakon što se ustanovi otpornost na jedan od lijekova u skupini, pojavit će se i "bočni" otpor na jače lijekove, posebno ako se često koriste. Moksidektin je snažniji lijek iz ove skupine te bi se trebao koristiti razumno kako bi se očuvala njegova učinkovitost, treba ga koristiti samo kad su se svi drugi antihelmintici pokazali



nedjelotvornima (Kaplan, 2013.). Jedna od jedinstvenih značajki u skupini makrocikličnih laktona bila je raznolikost načina na koje se mogu primijeniti na domaćinu, uključujući peroralnu i injekcionu primjenu, dok su peroralni načini primjene bili tradicionalni kod drugih skupina lijekova. Postoje podaci koji potkrepljuju učinkovitu injekcionu primjenu moksidektina kod koza (Craig, 1998.). Razvijena je nova skupina antihelminatika koja je odobrena za uporabu, a to su derivati amino-acetonitrila (monopentel). Nažalost kao i kod ostalih lijekova paraziti su uspjeli u rekordnom vremenu razviti otpornost na ovu skupinu lijekova. Ovaj lijek koristio se na način na koji se većina lijekova koristila prije, supresivnom metodom, što je dokazalo da primjena samo takve metode vrlo brzo rezultira rezistentnim parazitima. Jedini način da se istinski izbjegne razvoj antihelminske otpornosti je da se uopće ne koriste lijekovi što nije održiva opcija. Kod preživača razlikuje se brzina metaboliziranja lijekova. Poznato je da koze brže metaboliziraju antihelminske lijekove, ključni su farmakokinetički parametri koji utječu na djelotvornost lijeka u sve tri skupine. Dugo su se metaboličke razlike ovaca i koza zanemarivale što je, zbog doziranja lijekova prema standardima za ovce, dovelo do nedovoljne količine lijeka kod koza i smanjene učinkovitosti. Zbog takve uporabe, odnosno nedovoljne količine lijeka, visoka je učestalost pojave otpornosti na antihelminske lijekove u populacijama parazita kod koza te slučajevite multioptornih skupina nematoda (Kaplan, 2004.). Te uočene razlike dovele su do povećanog doziranja lijekova kod koza kako bi se postigla učinkovitost (Edwards i sur., 2007.). Kada se kod koza koriste lijekovi odobreni za goveda doza se za učinkovitost mora udvostručiti, iznimka je levamisol koji se daje kao jedna i pol doza (Pugh i sur., 2021.). Oralna primjena lijekova se preferira u odnosu na intramuskularni injekcioni način koji se kod nekih pasmina koza ne smije koristiti. Kod peroralne primjene treba paziti da cijela doza uđe u burag pomoću šprice za doziranje tako što se ista postavi na stražnji dio jezika. Kako bi se osiguralo točno doziranje lijeka nužno je znati točne težine pojedinih životinja. Ako su životinje u proizvodnji nužno je paziti na vrijeme zaostajanja lijeka u proizvodima odnosno na vrijeme karence. Prije prelaska na drugu skupinu lijekova preporučuje se koristiti jednu skupinu sve dokona ne zakaže jer češće prebacivanje između skupina može uzrokovati ubrzan razvoj otpornosti parazita. Ako je na farmi prisutan rezistencija na više skupina lijekova pokazalo se da istovremena uporaba dvije skupine poboljšava učinkovitost. Na primjer zajedno se mogu koristiti fenbendazol i levamisol ili albendazol i ivermektin. Važno je napomenuti da se daje puna doza oba lijeka (Craig, 1998.). Testovi za provjeru smanjenja broja fekalnih jajašaca trebaju se provoditi nakon tretmana kako bi se osigurala antihelminska učinkovitost. Svjetsko udruženje za unapređenje veterinarske

patologije (The World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology – WAAVP) preporučuje usporedbu broja fekalnih jajašaca tretiranih životinja i netretiranih životinja jedan do dva tjedna nakon tretmana. Ako ne postoji grupa netretiranih životinja onda je preporuka usporediti broj fekalnih jajašaca prije i nakon tretmana za pojedinačne životinje. Fekalne testove treba provesti na najmanje deset pojedinačnih životinja unutar skupine. Sve manje od 95% smanjenja jajašaca ukazuje na pojavu otpornosti parazita i potrebna je promjena skupine lijekova (Coles, 2006.). Testovi za provjeru smanjenja broja fekalnih jajašaca trebaju se provoditi svake dvije do tri godine ili kada god se sumnja na pojavu otpornosti parazita. Umjesto ovakvih testova neki dijagnostički laboratoriji pružaju vrlo precizne, ali skupe *in vitro* metode kako bi se utvrdilo je li prisutna antihelminthska otpornost. Alternativne metode suzbijanja trebale bi se koristiti s razumnom uporabom lijekova za stvaranje sveobuhvatnog programa suzbijanja parazita (Pugh i sur., 2021.). Za sve nove lijekove ili metode trebao bi postojati strogi program provjere biološke sigurnosti. Životinje bi trebale biti zatvorene tri do četiri tjedna, a za to vrijeme liječene s najmanje dvije različite skupine lijekova. Učinkovitost treba potvrditi, a rezultati fekalnog broja jajašaca trebaju biti što bliži nuli prije integracije životinje u stado. To će ograničiti potencijalno unošenje parazita otpornih na lijekove u stado (Craig, 1998.). Ove smjernice opisuju osnovne korake u optimizaciji programa suzbijanja parazita s ciljevima održavanja zdravlja životinja i učinkovitosti dostupnih antihelminthika, ali čak i uz ove smjernice provedba je neadekvatna. Podaci najnovijih istraživanja otkrili su da se za procjenu antihelminthske učinkovitosti proizvođači najviše oslanjaju na subjektivni opći izgled životinje (67,2%), a najmanje na objektivne metode kao što su laboratorijsko testiranje (3,3%). Što se tiče odluke o liječenju, manje od polovice ispitanika (38,2%) uključilo bi veterinara u odluku o liječenju (NAHMS, 2009.).

U trenutnoj situaciji u kojoj su mnogi paraziti razvili sposobnost da izdrže liječenje s više različitih lijekova nužno je da proizvođači i veterinari čine sve što mogu kako bi zadržali preostalu djelotvornost i minimalizirali daljnji razvoj otpornosti parazita. To uključuje uporabu jednog ili više pristupa liječenju, odabir odgovarajućih lijekova, doza i načina primjene, vođenje točne evidencije koja uključuje dijagnostiku i liječenje i primjenu integriranog pristupa upravljanju stada, koji može uključivati alternativne metode kontrole parazita. Kako bi se proizvođačima to olakšalo na internetskim stranicama dostupni su vrijedni izvori i materijali u vezi s kontrolom parazita (Pugh i sur., 2021.).

### 2.1.6. Programi liječenja i kontrole alternativnim tretmanima

Alternativni tretmani podrazumijevaju uporabu metoda koje isključuju uporabu bilo kakvih sintetičkih preparata. Najčešće alternativne metode u borbi s parazitima su: dodatak bakra, hranidba, upotreba nematofagnih gljiva, genetska selekcija za otpornost, sigurni pašnjaci i integrirana kontrola.

Dodatak bakra, bilo u obliku čestica bakrovog oksida ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ) ili pripravaka s kontinuiranim oslobađanjem u obliku bolusa, ostvaruje antihelminski učinak protiv *Haemonchus contortus*, uzrokujući privremeno smanjenje broja jajašaca u izmetu. Primjena bakra treba bi se provoditi tijekom toplih i vlažnih mjeseci kada je infestacija s *H. contortus* česta. Primjena bakrova sulfata ( $\text{CuSO}_4$ ) kod koza nije pokazala učinkovitost. Pokazatelji učinkovitosti bakra protiv *H. contortus* utvrđeni su prilikom primjene čestica bakrova oksida (Chartier i sur., 2000.). Primjena čestica bakrova oksida u želatinoznim kapsulama može biti otežana stoga se testirao dodatak u hranu, a utvrđena je podjednaka učinkovitost. Dakle, uzgajivači ga mogu koristiti kao dohranu, ali kompletna doza treba biti pojedena u jedan ili dva obroka. Zato su ješnost krme i prilagodljivost koza važne prilikom ovakve primjene. Problem je ako koza pojede više od preporučene doze zbog mogućnosti trovanja bakrom. Istraživanja na kozama i ovcama pokazala su da kod koza nema produženog djelovanja i sprečavanja da nove ličinke invadiraju domaćina. Nadalje, iako su razlozi nepoznati, koze koje su primaju dodatak bakra u nekom od oblika jare jariće sa smanjenom tjelesnom težinom (Burke i sur., 2007.). Budući da su dodaci razvijeni za životinje na paši s nedostatkom bakra, koze kojima se dodaje bakar pokazuju povećani sadržaj bakra u jetri. Zbog potencijalne toksičnosti bakra povremeno će možda biti potrebna analiza obroka s naglaskom na molibden, bakar, željezo i sumpor. Nedavna istraživanja sugeriraju da upotreba dodatka bakra s primjenom albendazola pruža sinergijski učinak, dovodeći do većeg smanjenja broja fekalnih jajašaca u odnosu na odvojenu primjenu (Burke i sur., 2007.).

Možda najvažniji, ali lako previdljivi aspekt alternativnih strategija suzbijanja parazita je hranidba. Hranjive tvari apsorbiraju se kroz crijeva i iskorištavaju se za najpotrebnije: za rast, razmnožavanje, imunitet itd. Životinje koje su adekvatno hranjene mogu se bolje nositi s infekcijom parazitima od životinja koje su pothranjene ili nisu adekvatno hranjene. Pravilna hranidba olakšava otpornost i izdržljivost životinja. Otpornost se odnosi na sposobnost suočavanja s parazitskom infestacijom, dok se izdržljivost odnosi na sposobnost domaćina da se odupre infestaciji. Pravilno hranjena životinja bolje je

osposobljena za rješavanje negativnih fizioloških učinaka uzrokovanih infestacijom, a istodobno ima zdraviji imunološki sustav sposoban održavati infestaciju na minimumu. Infestacija može utjecati na apetit i ometati sposobnost domaćina da apsorbira i koristi hranjive tvari. Oštećenje sluznice koju uzrokuju neki paraziti može ugroziti sposobnost crijeva da apsorbira hranjive sastojke, ostavljajući domaćina da se oslanja na tjelesne rezerve. Paraziti također mogu izazvati enteropatiju odnosno gubitak proteina zbog značajnog oštećenja crijevnih stanica. Smanjena dostupnost bjelančevina može dovesti do oštećenja imunoloških funkcija, jer su bjelančevine neophodni hranjivi sastojci potrebni za pravilnu imunološku funkciju. Oštećen imunitet dovodi do smanjene otpornosti domaćina na naknadnu infestaciju parazitima (Pugh i sur., 2021.). U nedavnim istraživanjima pokazalo se da povećanje udjela bjelančevina u obroku koza ima pozitivne učinke, posebice dodatak bjelančevina koji mogu zaobići burag. Dodatno dodavanje potrebnih vitamina, minerala i energije može biti korisno, posebno u vrijeme povećanih potreba za hranjivim tvarima. Također se pokazalo, da kod visoko mliječnih koza, hranidba s puno proteina nudi mogućnost djelomično nadomjestiti gubitak proteina koji se izlučuje mlijekom (Etter i sur., 2000.). U rastuće jaradi mesnih pasmina, rani pokušaji poboljšanja otpornosti kroz hranidbu isprva su dali obećavajuće rezultate, međutim, kasnija ispitivanja u kojem je povećana količina samo proteina nije pokazalo poboljšanje otpornosti na *H. Contortus*. Nadalje, jarad koja je dobivala visokoproteinski obrok imala je tendenciju izlučivanja viška dušika mokraćom. Terenska ispitivanja provedena u tropskim klimatskim uvjetima s prirodno zaraženom jaradi pokazala su da dodatak hranidbi koji kombinira povećanje proteina i energije poboljšava otpornost na gastrointestinalne nematode. Ukupni rezultati podupiru ideju da u uvjetima velike raspoloživosti bjelančevina dodavanje energije može poboljšati otpornost na ekonomski održivu razinu (George i sur., 2011.). Negativni učinci na različite korake i faze životnog ciklusa nematoda utvrđeni su kada koze konzumiraju mahunarke poput *Sericea lespedeza* (*Lespedeza cuneata*) (Shaik i sur., 2004.). *Sericea lespedeza* višegodišnja je biljka koja sadrži tanin. Ova biljka raste tijekom tople sezone i može se koristiti kao ispaša ili preraditi u sijeno i pelete. Prednosti ovog krmiva koje sadrži tanin uključuju smanjenje fekalnog broja jajašaca i odraslih oblika *H. contortus* prisutnih u sirištu. Neizravne koristi uključuju smanjenje ličinki na pašnjaku ili razvoj ličinki. Životinje koje kreću s napasivanjem ovom biljkom trebaju četiri tjedna da se prilagode na novu krmu, a ako se koristi u obliku sijena ali peleta mora činiti najmanje 50% obroka. Ostala krma koja je pokazala određenu antiparazitsku aktivnost uključuje cikoriju (*Cichorium intybus*) i esparteinu (*Onobrychis viciifolia* - *Sainfoin*) (Houdijk i sur.,

2012.). Smatra se da se kroz adaptivne mehanizame kod koza može objasniti bolja sposobnost neutralizacije tanina zbog posebnih svojstava sline da veže proteine ili zbog flore predželudaca otporne na tanine. Utjecaj biljaka bogatih taninom u borbi protiv gastrointestinalnih nematoda manje je istraživano nego kod ovaca, te su nužna daljnja istraživanja (George i sur., 2011.).

Budući da uporaba nematofagnih gljiva predstavlja polivalentno rješenje protiv širokog spektra parazita, primjenjive su u mnogim vrstama domaćih životinja te su komplementarne kemijskoj kontroli gastrointestinalnih nematoda. Gljive koje ubijaju nematode u prirodi su prisutne u tlu diljem svijeta, a hrane se slobodno živućim nematodama pomoću hifinih zamki. Učinak primjene gljivica u promjeni kontrole infestacije istraživano je i kod koza. Da bi gljive bile učinkovite u ubijanju parazitarnih ličinki i smanjenju onečišćenja pašnjaka, gljive moraju biti prisutne u velikoj količini u izmetu. To se može postići hranjenjem sporama gljivica koje će potom isključiti u fecesu i zarobiti parazitske ličinke. U istraživanjima su korištene spore *Duddingtonia flagrans* kao dodatak hrani te se pokazala djelotvornost u smanjenju razvojnih stadija različitih gastrointestinalnih nematoda za više od 80% (Paraud i sur., 2005.). Noviji dokazi ističu korelaciju između broja fekalnih jajašaca i broja klamidospora koje dospijevaju u feces. Najbolja djelotvornost postiže se kod životinja koje u fecesu imaju omjer od 5 do 10 klamidospora po jajašcu. Koze mogu konzumirati veću količinu hrane koja sadrži biljne sekundarne metabolite koji mogu utjecati na izlijevanje jajašaca nematoda te koji smanjuju količinu ličinki stvarajući hvatajuće strukture u fecesu (George i sur., 2011.). Glavni nedostaci nematofagnih gljivica su što komercijalno dostupan proizvod koji sadrži gljivične spore još uvijek ne postoji, a gljive nemaju poznat utjecaj na odrasle parazite nastanjene unutar domaćina. Ako komercijalni proizvod postane dostupan, ova metoda biološkog suzbijanja nametnika može se koristiti s drugim strategijama liječenja i suzbijanja parazita za stvaranje sveobuhvatnijeg programa suzbijanja parazita.

Genetski odabir životinja koristan je alat za unutarnju kontrolu parazita. Imunološki odgovor koza u nekoliko aspekata manje je učinkovit, primjerice u smanjenju razvoja larvi i izbacivanju odraslih crva i rijetko se može primijetiti kod koza. Međutim, treba uzeti u obzir genotipske razlike u pasminama i fenotipsku selekciju na što veću mliječnost. Te temeljne razlike mogu utjecati na učinkovitost alternativnih metoda suzbijanja parazita koje se oslanjaju na imunološki odgovor domaćina (George i sur., 2011.). Postoji dovoljno istraživanja koja ukazuju na to da se negativna binomna raspodjela nematoda u

populacijama domaćina odnose na neke genetske čimbenike domaćina. Istraživanja genskog odgovora dokazala su postojanje genske varijabilnosti između pasmina ili unutar pasmina (Pralomkarn i sur., 1997.). Određene pasmine pokazale su gensku otpornost na infekciju nematodama kao što su Istočno-afrička patuljasta koza i Sanska koza. Ove pasmine pokazuju pojačanu razinu urođene otpornosti na infekcije nematodama u usporedbi s drugim pasminama. Nedostatak ovih pasmina je taj što mogu biti manje produktivne ili imati manje potomstva, što može smanjiti njihovu privlačnost u proizvodnji (Zvinorova i sur., 2016.). Osim otpornosti na parazite specifične za pasminu, pojedine životinje unutar stada imat će povećanu razinu imuniteta i otpornosti na parazite u usporedbi sa ostatkom skupine. Otpornost na parazite nasljedna je osobina stoga proizvođači mogu poboljšati sposobnost svog stada tako da iz uzgoja isključe životinje koje pokazuju kliničke znakove parazitizma, imaju visok broj fekalnih jajašaca ili loše rezultate na FAMACHA testu. Identificiranjem jarca koji ima konstantno dobar rezultat FAMACHA testa i nizak broj fekalnih jajašaca može povećati ukupnu otpornost stada na parazite u jednoj generaciji (Pugh i sur., 2021.).

Sigurni pašnjaci su još jedna od strategija. Koze na ispaši bolje iskorištavaju pašnjak čime dobivaju tri pozitivna učinka vezana uz infekciju gastrointestinalnim nematodama. Koze imaju manji rizik od konzumiranja određenih razvojnih stadija nematoda kojih nema na drveću i grmlju čiju biomasu koze vrlo rado konzumiraju. Ponašanje im omogućuje bolje iskorištenje ekstenzivnih sustava paše čime se razrjeđuje rizik od infekcije. Također mogu bolje iskoristiti antihelmintska svojstva biljaka što je dokazano u istraživanjima o mogućnosti samoliječenja kod malih preživača držanih u okolišu s biološkom raznolikošću (Lisonbee i sur., 2009.). Sigurni pašnjaci su oni s niskom razinom prisutnih parazita, uključujući i one koji su nekoliko mjeseci van paše tijekom sezone u kojoj će okolišni uvjeti ukloniti ličinke, pašnjake koji su ranije korišteni za sijeno ili usjeve, pašnjake koji su prethodno spaljeni ili pašnjake koje su prethodno koristili vrste (konj ili govedo) koje uglavnom ostavljaju parazite koje ne inficiraju koze. Općenito, svaka životinjska vrsta ima svoju raznolikost faune parazita, a često paraziti koji invadiraju i uzrokuju bolesti kod jedne vrste životinja ne invadiraju drugu vrstu životinja. Istraživanja u kojima su dobiveni pozitivni rezultati povezuju se uz naizmjeničnu ili mješovitu ispašu goveda i malih preživača - koza. Ovakva ispaša dovodi do smanjenja razine infestacije kod koza, ali ujedno i povećava raznolikost endoparazita na pašnjaku (George i sur., 2011.). Proizvođači mogu iskoristiti taj fenomen napasivanjem različitih skupina životinja zajedno na istoj

ispaši ili uzastopnom ispašom i tada jedna vrsta pojede nametnike druge vrste i obrnuto, bez opasnosti od invazije, pomažući tako u čišćenju pašnjaka jedne vrste za drugu. Ako se koriste sigurni pašnjaci uporabom ciljanog selektivnog tretmana osigurava se da pašnjak ostane siguran. Ako se sve životinje u stadu tretiraju antihelminticima neposredno prije ili nakon premještanja na sigurnu pašu, sve faze parazita prisutne na novoj sigurnoj paši bit će otporne nakon jednog kruga tretmana. Jedan od uobičajenih načina korištenja pašnjaka jest rotacijsko odnosno pregonsko napasivanje. Cilj rotacije je omogućiti pašnjaku da odstoji neko vrijeme nakon ispaše kako bi se vegetacija mogla oporaviti, pružajući kvalitetnu vegetaciju i sljedećem nizu životinja. Uobičajeno je koristiti odmor od 30 dana koji se nažalost podudara s vremenom potrebnim za razvoj mnogih ličinki parazita. Smještanje osjetljivog domaćina na pašu koja je prethodni mjesec pogodovala razvoju ličinki može pogoršati infekciju stada, a ne imati blagotvoran učinak čišćenja pašnjaka. Ovisno o klimi potreban je odmor pašnjaka od tri ili više mjeseci ako se želi smanjiti broj ličinki parazita, što nije pogodno za učinkovito korištenje vegetacije pašnjaka. Rotacijski sustavi također omogućuju povećanu gustoću životinja što može dovesti do onečišćenja pašnjaka, stoga se općenito više ne preporučuje rotacija pašnjaka. Ako se koristi rotacija, ona se mora kombinirati s odgovarajućim ciljanim selektivnim tretmanom kako bi se održale razine infestacije na svim pašnjacima (Pugh i sur., 2021.).

Korištenje bilo koje od prethodno spomenute alternativne metode kao jedinog sredstva za suzbijanje parazita rezultiralo bi razočaranjem. Ipak, ove metode, kada se koriste u kombinaciji s razumnom i strateškom uporabom antihelmintika i upravljana pašnjacima, rezultirat će učinkovitim i sveobuhvatnim programom suzbijanja parazita. Uz ove strategije suzbijanja parazita na životinjama i u objektima, treba uspostaviti program biološke sigurnosti kako bi se spriječilo unošenje novih parazita ili otpornih parazita u objekte (Pugh i sur., 2021.).

## **2.2. Plućne nematode**

### *2.2.1. Etiologija i životni ciklus*

Tri su glavne skupine plućnih crva koje inficiraju preživače *Muellerius capillaris*, *Dictyocaulus spp.* i *Protostrongylus spp.*. Životni ciklus *Dictyocaulus spp.* prilično je sličan spomenutom životnom ciklusu gastrointestinalnih nematoda, ličinke sazrijevaju u okolišu, ličinke trećeg stadija se unose u organizam tijekom paše i nije im potreban

privremeni domaćin. Glavne karakteristike životnog ciklusa kojima se razlikuju od gastrointestinalnih su da odrasli crvi nisu prisutni u crijevima nego u bronhima pluća, u fecesu su prisutne ličinke, a ne jajašca (Taylor i sur., 2016.). Životni ciklusi *Muellerius capillaris* i *Protostrongylus spp.* neizravni su i da bi ličinke sazrele do trećeg stadija zahtijevaju prisustvo posrednog domaćina, puža. Odrasli crvi borave u bronhiolama ili alveolama domaćina (preživača), a ličinke prvog stadija dopijevaju u okoliš izmetom ili respiratornim sekretima. Budući da završetak životnog ciklusa ovisi o prisutnosti puževa, sezona prijenosa ograničena je na godišnja doba kada su prisutni posredni domaćini (Pugh i sur., 2021.).

### 2.2.2. Klinički znakovi infekcije i dijagnoza

Od plućnih nematoda crvi roda *Dictyocaulus* su najpatogeniji, slijede ih crvi roda *Protostrongylus*, zatim *Muellerius*. Klinički znakovi povezani s infestacijom nematodama roda *Dictyocausolum* obično se opažaju kod mlađih životinja i uključuju kašalj, otežano disanje, povećanu frekvenciju disanja, iscjedak iz nosa i zaostajanje u rastu. Teži slučajevi mogu rezultirati plućnim edemom, emfizemom i sekundarnom bakterijskom ili virusnom infekcijom. Infestacija nematoda roda *Protostrongylusom* ne mora se uočiti, a mogu se primijetiti znakovi bolesti kao što su proljev, gubitak tjelesne težine ili iscjedak iz nosa s pojačanim respiratornim zvukovima i povišenom frekvencijom disanja. Odrasle životinje mogu biti opsežnije invadirane ovim rodnom nematoda u usporedbi s mlađim životinjama. Kod infestacije rodnom *Muellerius* klinička slika obično izostaje, ako nije prisutan veliki broj parazita, što može rezultirati kašljem. Budući da su u izmetu prisutne ličinke, za dijagnosticiranje i identificiranje parazita se preferira Baermannova tehnika. Flotacija izmeta može biti od određene koristi za otkrivanje infestacije plućnim crvima jer će ličinke prve faze plutati u nekim flotacijskim otopinama. Međutim, specifična težina flotacijske otopine može izmijeniti izgled ličinke što čini razlikovanje morfoloških karakteristika teško ili nemoguće. Ličinke prvog stadija mogu se međusobno razlikovati pomoću strukture repova i drugih značajki (Slika 3.). Odrasli paraziti mogu se pronaći i na postmortalnoj razudbi. Nematode roda *Dictyocaulus* se obično nalaze u bronhijama kaudalnih režnjeva pluća, a mogu se vidjeti i emfizem, edem ili gnojna područja na površini pluća. Odrasle nematode roda *Protostrongylus* prisutne su u manjim bronhiolama i mogu se primijetiti mala područja sivkasto-žute lobularne upale pluća, a infestacija



nematodama roda *Muellerius* obično rezultira malim, upaljenim, kvržicama duž površine pluća (Taylor i sur., 2016.).



Slika 3. Uvećana slika ličinke *Muellerius capillaris*, koja naglašava detalje uvijenog repa

Izvor: Pugh i sur., 2021.

### 2.2.3. Liječenje i prevencija.

Eliminacija parazita u domaćina obično se postiže uporabom uobičajenih antihelmintika: ivermektina, fenbendazola ili albendazola. Stadij larve roda *Muellerius* u domaćinu manje reagira na lijekove, stoga se često koristi povišena doza lijekova. Prevencija je teška jer su pokušaji suzbijanja ličinki trećeg stadija na pašnjaku ili suzbijanja puževa među domaćinima često neisplativi. Dostupno je cjepivo protiv infestacije nematoda roda *Dictyocaulus* u goveda, ali nije odobreno za uporabu na drugim vrstama preživača, poput koza (Pugh i sur., 2021.).

## 2.3. Nematode mozga

### 2.3.1. Etiologija, životni ciklus i klinički znakovi infekcije

Bjelorepi jelen glavni je domaćin *Parelaphostrongylus tenuis*, meningealnog crva, međutim, i koze, mogu biti zaražene i često trpe ozbiljne komplikacije zbog infestacije. Odrasli crvi prisutni su u središnjem živčanom sustavu u venskim sinusima moždanih ovojnica. Jajašca se probijaju u krvotok, do pluća i na kraju do gastrointestinalnog trakta, usput sazrijevajući do ličinke prvog stadija. Ličinka prvog stadija iz izmeta mora naći put do puža, posrednog domaćina u životnom ciklusu. Unutar posrednog domaćina, ličinka

prvog stadija će sazreti do zarazne ličinke trećeg stadija. Životinje se invadiraju slučajnim gutanjem puževa. Ličinke zatim migriraju kroz crijevnu stijenkku i putuju do središnjeg živčanog sustava kako bi dovršile sazrijevanje. Infestacija kod koza može rezultirati razornim neurološkim znakovima: ataksija, kretanje u krug, sljepoća, pareza, gubitak težine i potencijalno uginuće (Taylor i sur., 2016.).

### 2.3.2. Dijagnoza, liječenje i prevencija

Osim kod jelena, teško je postaviti i potvrditi dijagnozu jer se infestacija rijetko očituje ličinkama prvog stadija u izmetu. Često je dijagnoza tek posmortalno kada se pronađu paraziti u različitim dijelovima središnjeg živčanog sustava. Liječenje često nije praktično ili se niti ne pokušava. Različiti stupnjevi uspjeha postižu se visokim dozama različitih antihelmintika samostalno ili u kombinaciji, međutim, niti jedno kontrolirano istraživanje nije dokumentiralo učinkovitost liječenja protiv infestacije *P. tenuis*. Prevencija se oslanja na pokušaj suzbijanja puževa i kontrolu kretanja po pašnjacima. Preventivna uporaba antihelmintika poput ivermektina ili drugih makrocikličkih laktona na mjesečnoj bazi ili svakodnevna primjena pirantel tartarata, može spriječiti pojavu kliničkih znakove suzbijanjem ličinki prije dolaska do središnjeg živčanog sustava, a može se koristiti i tijekom aktivne sezone puževa u područjima u kojima je infestacija s *P. tenuis* predstavljala problem (Nagy, 2004.).

## 2.4. Filijalna dermatitoza

Koze kao domaćini također mogu patiti od stanja koje uzrokuje infestacija s *Elaeophora schneideri*, tankim crvima koji žive u krvnim žilama. Parazit se prenosi između domaćina ugrizom invadirane konjske muhe (obad) kao posrednog domaćina. Muha unosi mikrofilariju u sebe dok se hrani krvlju domaćina. Te će mikrofilarije sazreti unutar muhe u ličinke trećeg stadija, koje se potom prenose domaćinu i probijaju se do krvožilnog sustava gdje borave kao odrasli crvi. Domaćini mogu patiti od elaeoforoze, obično uzrokovane prisutnošću odraslih crva u arterijama što rezultira smanjenjem ili prestankom protoka krvi. Dijagnoza se obično postavlja na temelju karakterističnih kliničkih znakova, a biopsija zahvaćenog područja može omogućiti vizualizaciju mikrofilarija. Moguće je i postmortalno otkrivanje odraslih crva u arterijama. Nisu opisani učinkoviti antihelmintici, a

kontrola se fokusira na smanjenje populacije muha kao posrednih domaćina ili sprečavanje ugriza muha (Bernard i sur., 2016.).

### 3. TRAKAVICE – CESTODA

Trakavice – cestoda su razred beskolutićavaca. Odrasle su trakavice nametnici u crijevu kralježnjaka, a njihove ličinke u vezivnom tkivu, mišićima ili tjelesnim šupljinama. Imaju člankovito tijelo, koje može biti dugo od jednog do petnaest metara. Tijelo ima oblik vrpce i pokriveno je čvrstom kutikulom. Trakavica se sastoji od dvaju glavnih dijelova: prednji dio (glava i vrat) i trup (od 3 do nekoliko tisuća segmenata). Na glavi se nalaze prijanjaljke ili kukice za pričvršćivanje. Trakavice rastu u svom vratnom dijelu nastankom novih segmenata te im se tako tijelo neprekidno produžuje. Segmenti uz vrat su najuži a kako se udaljavaju postaju sve širi. Probavni, dišni, osjetilni organi i krvožilni sustav nisu razvijeni. Hranu apsorbiraju difuzijom preko kutikule tijela. Gotovo sve trakavice su hermafroditi, a razvoj im je složen i vezan uz domaćina. U svakom zrelom segmentu su muški i ženski spolni sustav te je moguća samooplodnja ili oplodnja između segmenata (Hrvatska enciklopedija, 2021.).

#### 3.1. Infekcije odraslim cestodama

##### 3.1.1. Etiologija i životni ciklus

Imati odrasle trakavice u probavnom traktu zvuči problematično za domaćina, međutim, većina infekcija trakavicama kod preživača više je estetska briga za osobu koja vidi segmente trakavice prisutne u fecesu, a ne uzrok bolesti u domaćina. Primijećeno je da gastrointestinalna infestacija trakavicom može dovesti do anoreksije, oštećenja pokretljivosti crijeva, a kod ozbiljnih infestacija s velikim brojem prisutnih trakavica, moguće je puknuće crijeva s naknadnim peritonitisom. Kod koza najčešće trakavice koje se javljaju u gastrointestinalnom traktu su *Moniezia spp.* i *Thysanosoma actinoides*. Životni ciklus trakavica složeniji je od života ostalih nametnika, jer trakavice trebaju najmanje dva različita domaćina da završe svoj životni ciklus. Kod roda *Moniezia* odrasla trakavica prisutna je u tankom crijevu i prijanjaljkama usidrena za sluznicu. Tijelo trakavice visi u crijevu i kroz kutikulu upija hranjive tvari. Svaki segment služi za razmnožavanje i proizvodnju jajašaca. Najzreliji segmenti na završnom dijelu trupa oslobađaju se i izbacuju iz domaćina izmetom. Jajašca trakavice mogu biti prisutna u segmentu, što je vidljivo golim okom, i u fecesu. Ta jajašca trakavice zatim unosi posredni domaćin i unutar njegovih organizma razvija se do ličinke stadija cisticerk, u kojem može ostati i nekoliko

godina. Kada preživač slučajno proguta zaraženog posrednog domaćina, cisticerki se oslobađa i sazrijeva u odraslu trakavicu u tankom crijevu (Taylor i sur., 2016.).



Slika 4. Jajašca trakavice roda *Moniezia spp.*

Izvor: Pugh i sur., 2021.

### 3.1.2. Dijagnoza i liječenje infestacije

Uočavanje segmenata trakavice u ili na uzorku izmeta često je dovoljna za postavljanje dijagnoze. Identifikacija jajašaca parazita u flotaciji izmeta ili izbacivanje jajašaca iz segmenata može potvrditi pretpostavljenu dijagnozu. Nekoliko je lijekova koji imaju dozvolu za uporabu kod koza i pokazuju učinkovitost. Teško je postići kontrolu okoliša za ovog parazita jer se posredni domaćin slobodno kreće te je ponovna infestacija trakavicama vrlo vjerojatna (Pugh i sur., 2021.).

## 3.2. Infestacija "nezrelim" cestodama

### 3.2.1. Etiologija i životni ciklus

Postoji nekoliko vrsta trakavica koje domaćine, preživače, mogu koristiti kao posredne domaćine u svom životnom ciklusu, to su: *Taenia* i *Echinococcus spp.*. Preživači se zaraze nezrelim stadijem trakavice – cisticerkom, nakon slučajnog gutanja jaja trakavice iz hrane zagađene izmetom mesojeda. Različite vrste mesojeda konačni su domaćini u ovim životnim ciklusima trakavica, što znači da su odrasli oblici pojave u probavnom traktu mesojeda nakon unošenja razvojnog stadija trakavice prisutne u preživača (Taylor i sur., 2016.).

### 3.2.2. Dijagnoza i liječenje infestacije

Klinička bolest je daleko vjerojatnija u preživača koji udomljavaju nezrele stadije trakavice, koji se, ovisno o vrsti trakavice, mogu lokalizirati u različitim organima u tijelu. Infestacija trakavicom roda *Taenia* ovis može dovesti do malih bijelih čvorića u mišićima što često ne uzrokuje kliničku bolest. Teža bolest posljedica je infekcije *Taenia hydatigena*, *Taenia multiceps* ili *Echinococcus granulosus*. Nezrele trakavice razvijaju se u jetri, mozgu ili drugim tkivima, a klinički znakovi ovise o organskom sustavu u kojem se razvijaju. Čak i ako klinički znakovi infekcije izostanu, identifikacija ovih nezrelih stadija trakavica kod klanja u mišiću ili organima često dovodi do odbacivanja invadiranog tkiva ili trupa što rezultira ekonomskim gubitkom za proizvođača. Otkrivanje antitijela ili antigena u serumu ili klinička slika mogu pomoći u postavljanju dijagnoze, međutim, većina se infekcija identificira postmortalno razudbom ili nakon klanja. Liječenje nezrelih stadija trakavice kod preživača često nije učinkovito ili praktično. Kontrolne mjere oslanjaju se na smanjenje onečišćenja okoliša tretiranjem konačnih domaćina mesojeda, proizvodima za suzbijanje odraslih trakavica, uz pokušaj sprečavanja fekalne kontaminacije izvora hrane preživača. Također se sprječava kontakt mesojeda i trupova preživača. Ovakva će prevencija učinkovito prekinuti životni ciklus parazita (Pugh i sur., 2021.). Razvoj pouzdanih cjepiva za domaćine, preživače, je u tijeku i ona će uskoro biti dostupna kao pomoć u prevenciji infekcijama (Purseif i sur., 2018.).

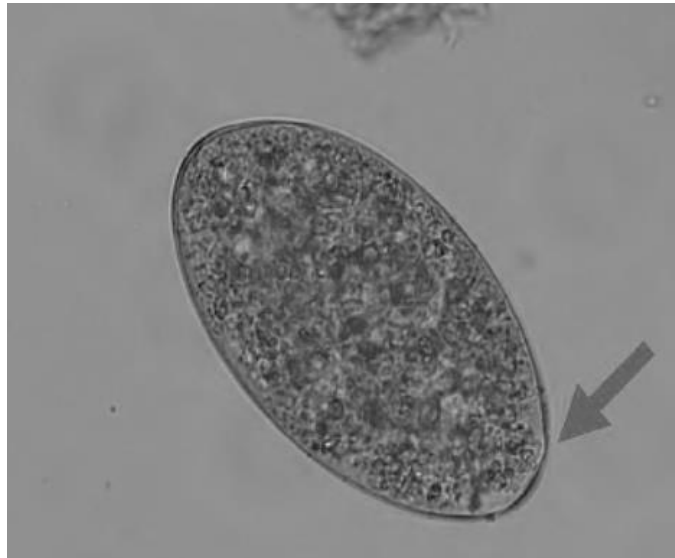
## 4. METILJI – TREMATODE

Metilji – trematode, razred su parazitskih plošnjaka. Imaju listoliko ili vrpčasto tijelo, kod većine dugo od jednog do deset milimetara, ali postoje i mnogo dulji oblici metilja. Kod odraslih metilja tijelo je prekriveno hitinskom kutikulom, a metilji koji žive u vodi imaju trepetljikavi epitel. Ispod kutikule imaju subkutikularni sloj sastavljen od žljezdanih i epitelnih stanica. Zbog svog nametničkog načina života razvili su posebne organe, prijanjaljke koje koriste za pričvršćivanje na ili unutar tijela domaćina. Unutar tijela metilja nalazi se razgranato crijevo, između kojeg su živci i dijelovi rasplodnih organa. Većina su metilja hermafroditi. Razred metilja obuhvaća oko 9000 do sada poznatih vrsta, a dijele se u tri reda. Jednorodni metilji koji najčešće žive kao vanjski nametnici. Dvorodni metilji su unutarnji nametnici u crijevima, jetri ili krvnim žilama domaćina. Treći red metilja su *Aspidobothira*, oni nemaju usta na usnoj prijanjaljki, nametnici su na mekušcima i kralježnjacima koji nemaju stalnu tjelesnu temperaturu (Hrvatska enciklopedija, 2021.).

### 4.1. Etiologija i životni ciklus

Preživači mogu biti domaćini nekoliko vrsta trematoda, to su: *Fasciola hepatica*, *Fasciola magna* i *Dicrocoelium dendriticum*. Neizravni životni ciklus ovih metilja sličan je kod svih. Koze su konačni domaćini za *F. hepatica* i *D. dendriticum*. Krajnji domaćin ostavlja jajašca u fecesu (Slika 5.). Za *F. hepatica* potrebno je vodeno okruženje jer je posredni domaćin puž prisutan samo u vodi i oko nje. Miracidij je prisutan u razvijenom jajašcu i iz njega se izliježe u vodi gdje mora pronaći i prodrijeti kroz puža u prvih 24 do 48 sati, inače će uginuti. Unutar puža parazit se aseksualno replicira i na kraju se oslobađaju cercarije. Cercarije su slobodne u vodi i plivat će do vodene vegetacije i encizirati kao metacercarije koje će konačni domaćin, preživač, unijeti u organizam tijekom ispaše (Malcicka, 2015.). *D. dendriticum* ima kopneni životni ciklus koji uključuje dva posredna domaćina, kopnenog puža, a zatim i mrava. Razvijeno jajašce, koje je na vegetaciji dugovječno, čeka da ga proguta kopneni puž. Replikacija se događa unutar puža koji će zatim pustiti cercarije u sluzavim kuglicama, koje zatim unosi drugi posredni domaćin, mrav. *Dicrocoelium* koristi dodatnog posrednog domaćina kako bi si olakšao prijenos u kopnenom okruženju. Unutar mrava cercarije sazrijevaju do metacercarija, zaraženi mravi pokazuju neobično ponašanje i migriraju na vrhove trave te tamo ostaju i povećavaju šanse da ih konačni domaćin unese pašom. Jednom kada konačni domaćin proguta metacercarije,

parazit započinje s migracijom na konačno mjesto infekcije, jetru i/ili žučne kanale (Taylor, 2016.).



Slika 5. Jajašca *Fasciola hepatica* (plavom strelicom naznačen operculum)

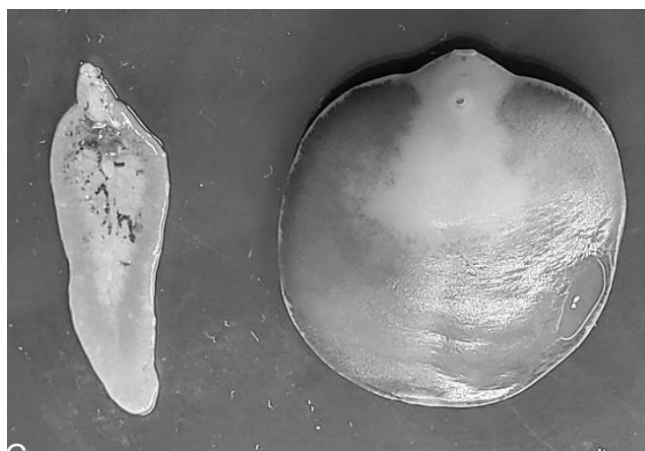
Izvor: Pugh i sur., 2021.

#### 4.2. Klinički znakovi i dijagnoza infestacije

Klinički znakovi bolesti kod infestacije metiljem *F. hepatica* mogu biti akutni, subakutni ili kronični. Akutna bolest povezana je s gutanjem brojnih metacerkarija koje istodobno migriraju kroz parenhim jetre, što dovodi do razaranja i krvarenja. Klinički znakovi akutne bolesti uključuju: otežano disanje s blijedim sluznicama, slabost, ascites, mirovanje životinje ili iznenadnu smrt. Subakutna bolest karakterizira gutanje metacerkarija u dužem vremenskom okviru gdje neki migriraju kroz jetreni parenhim, dok su drugi sazreli te borave i hrane se unutar žučnih kanala. Ova manifestacija bolesti može biti kobna ako se ne liječi, ali nije tako akutno fatalna kao kod akutnog oblika bolesti. Subakutno pogođene životinje mogu pokazivati smanjeni apetit, loše stanje, edeme, ascites i blijede sluznice. Kronična infekcija najčešći je oblik bolesti, a karakterizira je smanjenim apetitom s progresivnim gubitkom vigora, slabošću i pogoršanjem hipoalbuminemije i anemije. Značajni ožiljci na jetri i zadebljanje žučnih kanala su često prisutni (Taylor, 2016.). Kod infestacije s *F. magna*, u koza nema imunološkog odgovora i metilji će intenzivno migrirati kroz jetreni parenhim, a infekcija može rezultirati iznenadnom smrću (Malcicka, 2015.). Infestacija s *D. dendriticum* često ne nanosi štetu jetri jer nema migratorne faze, međutim teške infestacije mogu rezultirati cirozom jetre i napuhanim žučnim kanalima. Klinički



znakovi često izostaju, ali zabilježene su anemija, edemi i mršavost (Taylor, 2016.). Dijagnoza *F. hepatica*, prije uginuća, može biti teška jer se akutna i subakutna bolest mogu razviti bez da se pojave jajašca u izmetu. Oslanjanje na kliničke znakove, rezultate krvnih pretraga, s povijesti prisutnosti bolesti na farmi ili u tom području, korisnija je dijagnostika u ranoj fazi infekcije. Jajašca mogu biti prisutna u izmetu tijekom kronične infestacije i mogu se otkriti uporabom metode sedimentacije fecesa. Jajašca metilja preteška su da bi se mogla otkriti standardnim otopinama za flotaciju fecesa i zahtijevala bi upotrebu flotacijskih otopina visoke specifične težine. Postmortalna identifikacija lezija karakterističnih za *F. hepatica* i prisutnost mlađih ili odraslih metilja u jetri ili žučnim kanalima mogu potvrditi infestaciju (Slika 6.). Lezije kod akutnog oblika bolesti obično uključuju povećanu hemoragičnu jetru s migracijskim putovima metilja. Subkutane lezije slične su po tome što jetra često povećana, međutim migracijski putovi mogu biti nekrotični. S kroničnom infekcijom jetreno tkivo je nepravilnog oblika i kruto, što ukazuje na ožiljke. Žučni kanali su često napuhani i sadrže brojne metilje. Infestacija s *F. magna* nije specifična kod koza pa se dijagnoza temelji na kliničkim znakovima, poznavanjem činjenice prisutnosti jelena na pašnjacima (jeleni su najčešće invadirani ovom vrstom metilja) i prisutnosti metilja ili lezija pri razudbi (tračci crnog pigmenta u jetrenom parenhimu su karakteristični nalaz). Sedimentacija izmeta za jajašca *F. magna* nije korisna jer infestacija rijetko dosegne toliki opseg. Za *D. dendriticum* dijagnoza se postavlja prisutnošću jajašaca u izmetu ili odraslim metilja kod postmortalne razudbe žučnih kanala. Radi se procjena alternativnih metoda za otkrivanje infestacije metiljima koja uključuje otkrivanje antigena ili antitijela u uzorcima domaćina, no rezultati još nisu poznati (Taylor, 2016.).



Slika 6. Odrasli metilj *F. hepatica* (lijevo) i *F. magna* (desno)

### 4.3. Liječenje i prevencija infekcije

Postoji nekoliko lijekova koji su učinkoviti u liječenju ranih stadija infekcije s *F. hepatica* i *F. magna*. Triklabendazol je vrlo učinkovit u ubijanju mladih i odraslih metilja, ali otpornost na ovaj lijek se sve više širi. Closantel će ubiti metilje starije od četiri do šest tjedana, ali možda će biti potrebno ponoviti liječenje. Albendazol u flukicidalnoj dozi odobrava se samo za *F. hepatica*. Ovi lijekovi imaju određenu učinkovitost i protiv *F. magna*, ali nisu sto posto učinkoviti. Tiabendazol se pokazao učinkovitim za liječenje *D. dendriticum*. Uvijek se preporučuje premještanje životinja na pašnjak bez metilja i puževa u kombinaciji s djelotvornim lijekovima. Sprječavanje kontaminacije pašnjaka jajašcima metilja tijekom sezone prijenosa, ključ je za kontrolu metilja. To se postiže pravilnim rasporedom liječenja i liječenjem svih životinja u stadu, ako se dijagnosticira *F. hepatica*. Liječenje se provodi na način da se suzbiju odrasli paraziti u domaćinu kako bi se spriječila kontaminacija okoliša jajašcima u vremenu kada se povećava aktivnost puževa. Za *F. magna* pokušaji smanjenja prisutnosti jelena u području gdje pasu koze su ključni, ali često nedostižni. Upravljanje populacijama puževa također je preporučljivo, ali često nepraktično. Za vodene puževe može se raditi na isušivanju pašnjaka ili ograđivanju onečišćenih područja. Suzbijanje puževa kod *D. dendriticum* još je teže, a jaja dugotrajno preživljavaju na pašnjacima (Taylor, 2016.).

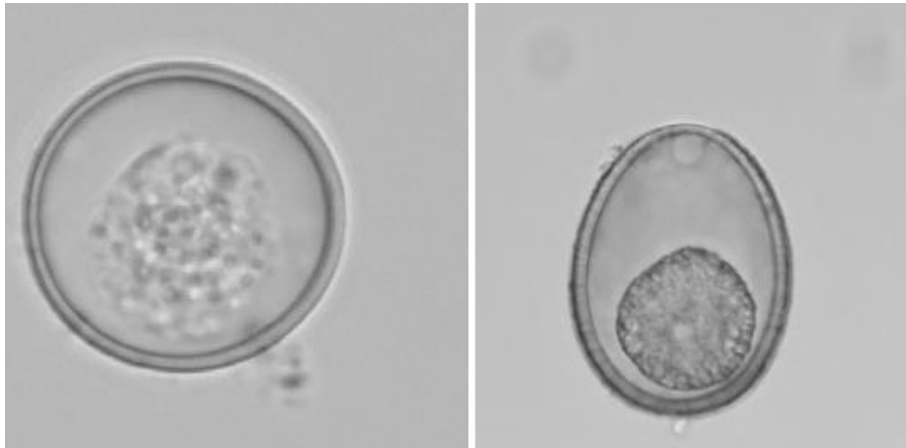
## 5. PRAŽIVOTINJE – PROTOZOA

Praživotinje – protozoa su koljeno životinja čije tijelo čini samo jedna stanica. Stanica funkcionalno predstavlja samostalni organizam, u njoj se odvijaju sve glavne životne funkcije. Praživotinje se hrane holozoički i autotrofno. Poznato je oko 25 000 vrsta praživotinja, uglavnom su to mikroskopski sitne životinje koje žive u vodenom ili vlažnom okolišu. Mnoge praživotinje su paraziti u krvi, tkivnim međuprostorima ili tjelesnim šupljinama životinja, a prema domaćinu se odnose specifično. Neke praživotinje su za jednu vrstu minimalno opasne dok su za drugu jako, pa čak i smrtno, opasne. Načini prijenosa su različiti od direktnog prodora, pa preko vode i hrane do vektorskog prijenosa. Praživotinje su podijeljene u pet potkoljena prema građi i obliku organela za kretanje i hranjenje, to su: sluzavci, trepetljikaši, sluzotruskovci i sitnotruskovci, truskovci i bičaši (Hrvatska enciklopedija, 2021.)

### 5.1. Kokcidioza

Proljev u mlađih životinja može biti povezan s infekcijom praživotinja *Eimeria spp.* (Slika 7.), uzročnicima kokcidioze kod preživača. Nevjerojatno su specifični za domaćina, stoga ih ne dijele različite vrste preživača. Ti se paraziti repliciraju unutar stanica koje oblažu gastrointestinalni trakt što dovodi do propadanja stanica. Životni ciklus uključuje gutanje sporuliranih oocista iz okoline. Parazit se zatim podvrgava nespolnoj replikaciji u crijevnim stanicama prije stvaranja gametocita koji će se stopiti i na kraju stvoriti oocistu. Svaki krug nespolne ili spolne replikacije rezultira sa sve više propalih stanicama domaćina. Na kraju oocista uzrokuje pucanje stanice te dolazi u feces domaćina. Szazrijevanje do infektivne sporulirane oociste može se odviti za samo nekoliko dana, a u okolišu mogu ostati nepromijenjene mjesecima ili čak godinama. Situacije u kojima su životinje skupa i kada je okoliš zagađen oocistama mogu se dogoditi teže infestacije s potencijalno ozbiljnijim kliničkim simptomima (Keeton i sur., 2018.). Životinje svih dobnih skupina mogu biti invadirane, međutim bolest je najteža u mlađih životinja. Klinički se znakovi obično pojačavaju ako su životinje pod stresom zbog odbijanja od sise, zbog hladnog vremena ili preseljenja. Općenito, vrste koje preferiraju repliciranje unutar stanica debelog crijeva dovode do ozbiljnijih bolesti. Za koze je najteža bolest obično posljedica infestacije s *Eimeria christenseni*, *E. hirci*, *E. ninakohlyakimovae*, *E. arloingi*, i *E. caprina*. Klinički znakovi mogu biti blagi proljev s anoreksijom ili smanjena konverzija,

dehidracija, hemoragični proljev i uginuće (Taylor, 2016.). Flotacijom izmeta možemo otkriti velik broj oocista, ipak važno je napomenuti da životinje mogu biti klinički bolesne prije nego što se oociste pojave u izmetu. Također klinički zdrave životinje mogu izbaciti mali broj oocista bez znakova bolesti. Prebrojavanje jajašaca u izmetu obično se ne provodi jer oociste mogu biti premale da bi se utvrdile standardnom McMasterovom metodom, a broj oocista ne mora nužno biti povezan s kliničkom bolešću. Pri razudbi može biti prisutna zadebljala, hiperemična gastrointestinalna sluznica. Mikroskopskim pregledom strugotina sluznice ili histološki preparati tkiva otkrit će se različite razvojne stadije kokcidija (Keeton i sur., 2018.). Liječenje životinje koja pati od kliničkih znakova kokcidioze uključuje antikokcidijalnu terapiju, osiguravajući odgovarajuću potpurnu njegu, hranidbu i smještaj te puštanje u nekontaminirano okruženje (Taylor, 2016.). Nekoliko lijekova pokazalo se učinkovitima u liječenju i kontroli *Eimeria spp.*. Za uporabu kod koza odobreni su Amprolium ili sufakinoksalin, ali samo uz savjetovanje sa stručnjacima i veterinarima. Cijelu skupinu mladih životinja treba liječiti pri izbijanju bolesti jer su sve vjerojatno invadirane. Proljev se može nastaviti i nakon liječenja jer zacjeljivanje crijevne sluznice može potrajati nekoliko dana ili tjedana. Jarićima odgajanima na dudu može se davati kokcidiostatik (dekokinat) svakodnevno u mlijeku. Korištenje kokcidiostatika u hrani može biti od koristi za kontrolu kokcidioze, međutim neadekvatan unos lijeka i njegove količine ugrožavaju upotrebu takvog sustava. Lijekovi za primjenu u vodi mogu biti korisni, a kada se koriste, voda koja sadrži lijek trebala bi biti jedini izvor vode. Dobar uzgoj presudan je za sprečavanje kokcidioze u stadu. Izbjegavanje prenatrpanosti smještaja, smanjenje stresa i podizanje korita za hranu i vodu od tla mogu pomoći u smanjenju rizika od infestacije. Korištenje lijekova u hrani ili vodi također mogu pomoći u smanjenju kliničkih znakova povezanih s infestacijom, ali se smiju koristiti samo u vrijeme očekivanog rizika od infestacije kako bi se smanjio potencijalni razvoj otpornosti parazita na lijekove (Keeton i sur., 2018.).



Slika 7. Uvećane slike *Eimeria spp.*

Izvor: Pugh i sur., 2021.

## 5.2. Toksoplazmoza

Bilo koji sisavac može poslužiti kao posredni domaćin za *Toxoplasma gondii*, uključujući i preživače. Mačke su jedini konačni domaćini i u njihovom izmetu izlučit će se oociste koje će sporulirati u okolišu. Preživači se zaraze unošenjem sporuliranih oocista iz okoliša. Parazit se zatim proširi na različita tkiva i organe po tijelu, gdje nespolnim razmnožavanjem, tijekom akutne bolesti, može dovesti do lokalne upale i nekroze. Kronična infekcija obično je asimptomatska jer je parazit prisutan u tkivnim cistama koje ulaze u stanje mirovanja čekajući da ih unese drugi domaćin (Wyrosdick i sur., 2015.). Dijagnoza kod intermedijarnih domaćina može se provoditi pronalaženjem stadija parazita prisutnih u presjecima tkiva ili aspiratima. Metode poput imunohistokemije mogu pomoći u otkrivanju infestacije. Serum se također može testirati na prisutnost antitijela. Liječenje nije indicirano kod preživača. Prevencija infekcije uključuje izbjegavanje kontaminacije krmiva mačjim izmetom (Taylor, 2016.).

## 5.3. Sarkocistoza

Preživači mogu poslužiti kao posredni domaćini za nekoliko vrsta *Sarcodystis spp.*, što dovodi do razvoja mišićnih cista nazvanih "sarkociste". Mesojedi su konačni domaćini koji svojim izmetom izbacuju zarazne sporociste u okoliš. Nakon gutanja kod preživača dolazi do nespolne replikacije parazita u vaskularnom endotelu nakon čega slijedi konačno stvaranje sarkocista u mišićima, koje će čekati da ih mesojed unese u organizam. Klinički

se znakovi rijetko primjećuju kod bilo kojeg domaćina, međutim, zaraženi preživači mogu pokazivati vrućicu, anoreksiju, miozitis, encefalomijelitis, prolongirano ležanje ili pobačaj. Dijagnoza se obično postavlja prilikom klanja pri čemu se trup odbacuje ili se uklanjaju mišići s cistama. Prevencija je teška, a uključuje sprečavanje kontaminacije izmetom mesojeda (Dubey i sur., 2006.).

## 6. ZAKLJUČAK

Infestacija endoparazitima je veliki ekonomski, ali i proizvodni problem u uzgoju koza. Mnogobrojne su vrste parazita koje mogu nanijeti velike štete. Sve te vrste parazita razlikuju se u većoj ili manjoj mjeri u svojim životnim ciklusima. Nekim parazitima potrebni su vektori ili posredni domaćini kako bi se u potpunosti razvili. Endoparaziti se mogu podijeliti na oblice ili nematode, trakavice ili cestode, metilje ili tremadote i praživotinje ili protozoa. Brojne su vrste oblića koje invadiraju koze, a s obzirom na organske sustave koje invadiraju dijelimo ih na: gastrointestinalne nematode, plućne nematode, nematode mozga i druge. Infestacija trakavicama može uključivati invaziju odraslim trakavicama ili "nezrelim" oblicima trakavica. Za potpuni razvoj i dovršavanje životnog ciklusa metiljima su potrebni puževi kao posredni domaćini. Praživotinje također mogu biti štetne po zdravlje koza, a glavne bolesti su kokcidioza, toksoplazmoza i sarkocistoza. Sve ove vrste parazita mogu se lakše ili teže dijagnosticirati, različitim kliničkim pokazateljima ili metodama detekcije. Najčešća metoda koja se koristi je pregled fecesa i McMasterova tehnika prebrojavanja fekalnih jajašaca, zatim FAMACHA metoda ocjenjivanja prokrvljenosti sluznica te metoda procjene u pet točaka. Sve ove metode uvelike olakšavaju borbu protiv parazita, u kojoj je prevencija prvi i najvažniji korak. Uz prevenciju mogu se koristiti i alternativne metode liječenja kao što su: sigurna ispaša, hranidba krmivima koje poboljšavaju imunitet koza, dodatci hranidbi, genetska selekcija na otpornost te mnoge druge. Lijekovi i cjepiva za neke od ovih parazita postoje, no velik problem stvorila je nesmotrena uporaba lijekova u prošlosti zbog čega je danas velik broj parazita razvio otpornost na lijekove te ih je danas teško ukloniti iz organizma životinje. Zahvaljujući novim istraživanjima i pametnijoj uporabi lijekova, u budućnosti bi se problem endoparazita mogao smanjiti.

## 7. POPIS LITERATURE

1. Bath, G. F., van Wyk, J. A. (2009.): The Five Point Check for targeted selective treatment of internal parasites in small ruminants. *Small Rumin Res*, 86 (1–3): 6–(13).
2. Bernard, J., Grunenwald, C., Stalis, I. H., Varney, M., Zuba, J., Gerhold, R. (2016.): *Elaeophora* in the meninges of a Malayan sambar (*Rusa unicolor equina*). *J Vet Diagn Invest*, 28 (6): 735–738.
3. Burke, J. M., Terrill, T. H., Kallu, R. R., Miller J. E., Mosjidis J. (2007.): Use of copper oxide wire particles to control gastrointestinal nematodes in goats. *J Anim Sci*, 85: 2753–2761.
4. Cawley, G. D., Shaw, I. C., Jackson, F., Turner, R., Levon, D. (1993.): Levamisole toxicity in fibre goats. *Vet Rec*, 133: 627–8.
5. Chartier, C., Etter, E., Hoste, H., Marcel, E., Pors, I. (2000.): Efficacy of copper oxide needles for the control of nematode parasites of dairy goats. *Vet Res Commun*, 24: 389–99.
6. Coles, G. C., Jackson, F., Pomroy, W. E., Prichard, R. K., von Samson-Himmelstjerna, G., Silvestre, A., Taylor, M. A., Vercruyse, J. (2006.): The detection of anthelmintic resistance in nematodes of veterinary importance. *Vet Parasitol*, 136: 167–185.
7. Craig, T. M. (1998.): Epidemiology of internal parasites: effects of climate and host reproductive cycles on parasite survival. *Proceedings of the Small Ruminant Mixed Animal Practitioner. Western Veterinary Conference, Las Vegas, February* .
8. Dubey, J. P., Lindsay, D. S. (2006.): Neosporosis, toxoplasmosis, and sarcocystosis in ruminants. *Vet Clin North Am Food Anim Pract*, 22 (3): 645–671.
9. Edwards, G. T., Mitchell, E. S. E., Harwood, D. G. (2007.): Anthelmintic use in goats. *Vet Rec*, 161: 763–4.
10. Etter, E., Hoste, H., Chartier, C., Pors, I., Koch, C., Broqua, C., Coutineau, H. (2000.): The effect of two levels of dietary protein on resistance and resilience of dairy goats experimentally infected with *Trichostrongylus colubriformis*: comparison between high and low producers. *Vet Res*, 31: 247–58.
11. Fthenakis, G. C., Menzies, P. I. (2011.): *Veterinary clinics of north america: food animal practice*. Volume 27, Number 1; *Therapeutics and Control of Sheep and Goat Diseases*.



12. Hennessy, D. R. (1997.): Modifying the formulation or delivery mechanism to increase the activity of anthelmintic compounds. *Vet Parasitol*, 72: 367–390.
13. Hennessy, D. R. (1997.): Physiology, pharmacology and parasitology. *Int J Parasitol*, 27: 145–52.
14. Hoste, H., Sotiraki, S., Torres-Acosta, J. F. J. (2011.): Control of endoparasitic nematode infections in goats. *Veterinary clinics of north america: food animal practice*, Volume 27, Number 1, 163-173.
15. Houdijk, J. G. M., Kyriazakis, I., Kidane, A., Athanasiadou, S. (2012.): Manipulating small ruminant parasite epidemiology through the combination of nutritional strategies. *Vet Parasitol*, 186: 38–50.
16. Hrvatska enciklopedija (2021.): Metilji; mrežno izdanje. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2021.; dostupno na: <http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=40431> (pristupljeno 15.07.2021.).
17. Hrvatska enciklopedija (2021.): Oblici; mrežno izdanje. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2021.; dostupno na: <http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=44581> (pristupljeno 05.06.2021.).
18. Hrvatska enciklopedija (2021.): Praživotinje; mrežno izdanje. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2021.; dostupno na: <http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=50024> (pristupljeno 21.07.2021.).
19. Hrvatska enciklopedija (2021.): Trakavice; mrežno izdanje. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2021.; dostupno na: <http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=61993> (pristupljeno 03.07.2021.).
20. Kaplan, R. M. (2004.): Drug resistance in nematodes of veterinary importance: a status report. *Trends Parasitol*, 20: 477–81.
21. Kaplan, R. M. (2013.): Biology of anthelmintic resistance: these ain't your father's parasites. *Proceedings of the Annual Conference for the American Consortium for Small Ruminant Parasite Control*, Fort Valley, Georgia.
22. Keeton, S. N. T., Navarre, C. B. (2018.): Coccidiosis in large and small ruminants. *Vet Clin North Am Food Anim Pract*, 34 (1) : 201–208.
23. Kenyon, F., Greer, A. W., Coles, G. C., Cringoli, G., Papadopoulos, E., Cabaret, J., Berrag, B., Varady, M., Van Wyk, J. A., Thomas, E., Vercruyse, J., Jackson, F. (2009.): The role of targeted selective treatments in the development of refugia-based approaches to the control of gastrointestinal nematodes of small ruminants. *Vet Parasitol*, 164: 3–11.

24. Lisonbee, L. D., Villalba, J. J., Provenza, F. D., Hall, J. O. (2009.): Tannins and self-medication: implications for sustainable parasite control in herbivores. *Behav Processes*, 82: 184–9.
25. Malcicka, M. (2015.): Life history and biology of *Fascioloides magna* (Trematoda) and its native and exotic hosts. *Ecol Evol*, 5: 1381–1397.
26. Nagy, D. W. (2004.): *Parelaphostrongylus tenuis* and other parasitic diseases of the ruminant nervous system. *Vet Clin Food Anim*, 20: 393–412.
27. NAHMS (2009.): Goat 2009 part III: biosecurity and disease-prevention practices on U.S. goat operations.
28. NAHMS (2018.): Goat and kid predator and nonpredator death loss in the United States, 2015-2017.
29. Paraud, C., Hoste, H., LeFrileux, Y., Pommaret, A., Paolini, V., Pors, I., Chartier, C. (2005.): Administration of *Duddingtonia flagrans* chlamydospores to goats to control gastro-intestinal nematodes: dose trials. *Vet Res*, 36: 157–66.
30. Pourseif, M. M., Moghaddam, G., Saeedi, N., Barzegari, A., Dehghani, J., Omid, Y. (2018.): Current status and future prospective of vaccine development against *Echinococcus granulosus*. *Biologicals*, 51: 1–11.
31. Pralomkarn, W., Pandey, V. S., Ngampongsai, W., Choldumrongkul, S., Saithanoo, S., Rattananachon, L., Verhulst, A. (1997.): Genetic resistance of three genotypes of goats to experimental infection with *Haemonchus contortus*. *Vet Parasitol*, 68: 79–90.
32. Pugh, D. G., Baird, A. N., Edmodson, M., Passler, T. (2021.): *Sheep, goat, and cervid medicine*. Third edition. Elsevier Inc.
33. Shaik, S. A., Terrill, T., Miller, J. E., Kouakou, B. (2004.): Effects of feeding *Sericea lespedeza* hay to goats infected with *Haemonchus contortus*. *S Afr J Anim Sci*, 34 (Suppl 1): 234–7.
34. Starkey, L. A., Pugh, D. G. (2021.): *Internal parasites of Sheep, Goats, and Cervids*. *Sheep, goat, and cervid medicine*, third edition. Elsevier Inc.
35. Taylor, M. A., Coop, R. L., Wall, R. L. (2016.): *Veterinary parasitology*. ed 4, West Sussex, United Kingdom, Wiley Blackwell.
36. Waller, P. J. (1999.): International approaches to the concept of integrated control of nematode parasites of livestock. *Int J Parasitol*, 29: 155–64.

37. Waller, P.J. (2006.): Sustainable nematode parasite control strategies for ruminant livestock by grazing management and biological control. *Anim Feed Sci Technol*, 126: 277–89.
38. Wyrosdick, H. M., Schaefer, J. J. (2015.): *Toxoplasma gondii*: history and diagnostic test development. *Anim Health Res Rev*, 16 (2): 150–162.
39. Zajac, A. M. (2006.): Gastrointestinal nematodes of small ruminants: life cycle, anthelmintics, and diagnosis. *Vet Clin Food Anim*, 22: 529–541.
40. Zvinorova, P. I., Halimani, T. E., Muchadeyi, F. C., Matika, O., Riggio, V., Dzama, K. (2016.): Breeding for resistance to gastrointestinal nematodes – the potential in low-input/output small ruminant production systems. *Vet Parasitol*, 225: 19–28.