

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra zoologie a rybářství



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

**Volně žijící přežvýkavci jako potenciální zdroj infekce
parazity pro hospodářská zvířata**

Bakalářská práce

Autor: Petra Sialiniová

Ochrana krajiny a využívání přírodních zdrojů

Vedoucí práce: Ing. Jan Magdálek Ph.D.

© 2024 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Volně žijící přežvýkavci, jako potenciální zdroj infekce parazity pro hospodářská zvířata" 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 28.4.2024

Poděkování

Tímto bych chtěla srdečně poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce panu Ing. Janu Magdálkovi Ph.D. za jeho velmi vstřícný přístup, odborné vedení a za cenné rady při vytváření této práce.

Volně žijící přezvýkavci, jako potenciální zdroj infekce parazity pro hospodářská zvířata

Souhrn

Tato bakalářská práce je pojata formou literární rešerše zaměřenou na parazitické hlístice slezu u hospodářských a volně žijících přezvýkavců. Slezové hlístice, kterými se tato práce zabývá u hospodářských zvířat, jako například *Haemonchus contortus*, *Trichostrongylus axei*, *Teladorsagia circumcincta* a *Ostertagia ostertagi*, jsou obecně označovány za nejpatogennější hlístice, které způsobují velké ekonomické ztráty v hospodářském průmyslu. U volně žijících přezvýkavců jsou to zástupci podčeledi *Ostertagiinae*, jako např. *Ostertagia leptospicularis*, *Spiculoptera spiculoptera* a *Spiculoptera assymetrica*, ale také nepůvodní druhy jako je *Ashworthius sidemi*, nebo *Spiculoptera houdemeri*. V chovech přezvýkavců tyto parazity u svých hostitelů způsobují rozsáhlé zdravotní problémy. Mezi nejčastější problémy lze označit anémii, průjem, dehydrataci, snížení hmotnosti a v případech hospodářských zvířat následnou sníženou produkci. Zmíněné příznaky mohou vést k úhynu zvířete a to zejména mladých zvířat a jedinců s oslabenou imunitou. V několika posledních letech byly zaznamenány případy, které vedou k závěrům, že může docházet k přenosu parazitů mezi populacemi hospodářských zvířat a volně žijícími přezvýkavci. V současné době dochází k nárůstu populací u některých zástupců jelenovitých. Svým zvýšeným výskytem mohou tyto zvířata sloužit jako rezervoár parazitárních infekcí, které mohou šířit po pastvinách. Vlivem lidské činnosti zvířata čím dál častěji vyhledávají místa, která jsou obhospodařovaná člověkem. Tato místa jim zajišťují dostupnější a kvalitnější potravu. Kvůli tomu se stále více přibližují k místům, kde dochází k pastvě hospodářských zvířat a tím se zvyšuje možnost přenosu parazitárních, včetně linií rezistentních vůči antihelmintickým léčivům. Pro plánování anthelmintické kontroly je také nutno přesně identifikovat parazitární infekci u nemocného zvířete. K tomu slouží různé metody diagnostiky parazitárních infekcí. V této práci jsou uvedeny jak tradiční intravitální a post-mortální metody detekce parazitů, tak molekulární metody.

Klíčová slova: přezvýkavci, jelenovití, infekce, hlístice, přenos, rezistence

Wild ruminants as a potential source of parasite infection for livestock

Summary

This bachelor thesis is conceived in the form of a literature search focused on parasitic nematodes of mallow in farm and wild ruminants. The mallow nematodes dealt with in this thesis in livestock, such as *Haemonchus contortus*, *Trichostrongylus axei*, *Teladorsagia circumcincta*, or *Ostertagia ostertagi*, are generally considered to be the most pathogenic nematodes that cause major economic losses in the livestock industry. In wild ruminants, these are representatives of the subfamily *Ostertagiinae*, such as *Ostertagia leptospicularis*, *Spiculopteragia spiculoptera* and *Spiculopteragia assymetrica*, but also non-native species such as *Ashworthius sidemi* or *Spiculopteragia houdemeri*. In ruminant farms, these parasites cause extensive health problems for their hosts. The most common problems are anaemia, diarrhoea, dehydration, reduced weight gain and, in the case of livestock, subsequent reduced production. These symptoms can lead to animal mortality, especially in young animals and immunocompromised individuals. In the last few years, cases have been reported which lead to the conclusion that parasite transmission between livestock populations and wild ruminants may be occurring. Currently, there are population increases from some cervid representatives. By their increased abundance, these animals may serve as a reservoir for parasitic infections that can spread across the rangelands. As a result of human activity, animals are increasingly seeking out sites that are managed by humans. These places provide them with more accessible and better quality food. As a result, they are increasingly moving closer to areas where livestock grazing occurs, increasing the potential for transmission of parasites, including lines resistant to anthelmintic drugs. It is also necessary to accurately identify the parasitic infection in a diseased animal for anthelmintic control planning. Various methods of diagnosing parasitic infections are used for this purpose. Both traditional intravital and post-mortem methods of parasite detection and molecular methods are presented in this paper.

Keywords: ruminants, cervids, infections, nematodes, transmission, resistance

Obsah

1	Úvod	8
2	Cíl práce	9
3	Literární rešerše	10
3.1	Přežvýkavci	10
3.2	Volně žijící přežvýkavci	12
3.2.1	Jelen evropský (<i>Cervus elaphus</i>) (Linnaeus, 1758)	12
3.2.1.1	Rozšíření	12
3.2.2	Srnec obecný (<i>Capreolus capreolus</i>) (Linnaeus, 1758)	13
3.2.2.1	Rozšíření	13
3.2.3	Daněk evropský (<i>Dama dama</i>) (Linnaeus, 1758)	14
3.2.3.1	Rozšíření	14
3.2.4	Los evropský (<i>Alces alces</i>) (Linnaeus, 1758)	14
3.2.4.1	Rozšíření	14
3.2.5	Jelen sika (<i>Cervus nippon</i>) (Temnick, 1838)	15
3.2.5.1	Rozšíření	15
4	Hlístice gastro – intestinálního traktu přežvýkavců	16
4.1	Vývojový cyklus	17
4.2	Slezové hlístice přežvýkavců a jejich hostitelská specifita	19
4.2.1	Hlístice rodu <i>Trichostrongylus</i>	19
4.2.2	<i>Haemonchus contortus</i> (Rudolphi, 1803)	19
4.2.3	Hlístice z podčeledi <i>Ostertagiinae</i>	21
4.3	Nepůvodní druhy parazitující u volně žijících přežvýkavců	22
4.3.1	<i>Ashworthius sidemi</i> (Shultz, 1933)	22
4.3.2	<i>Spiculoptera houdemeri</i>	24
4.4	Mezidruhový přenos	24
4.5	Antihelmintické rezistence	30
5	Diagnostika	31
5.1	Tradiční metody diagnostiky	32
5.1.1	Intravitální	32
5.1.1.1	McMasterova metoda	32
5.1.1.2	Koprokultura	33
5.1.2	Počet vajíček ve výkalech	33
5.2	Post – mortální diagnostika	33

5.3	Molekulární metody	34
5.3.1	Polymerázové řetězové reakce	34
6	Závěr	36
7	Literatura.....	37

1 Úvod

Hlístice slezu jsou celosvětově rozšířené a jsou považovány za nejvíce patogenní parazity přežvýkavců. Slez je označován jako jedno z nejvýznamnějších míst obývaným největším počtem druhů hlístic v celém trávicím traktu (Chintoan – Uta et al 2012). Jejich společenstva mohou dosahovat až několika tisíců jedinců. Svými vysokými počty u hostitelů způsobují rozsáhlé morfologické změny. Parazitární hlístice jsou schopny infikovat velkou řadu hostitelů. U hospodářských zvířat způsobují širokosáhlé problémy. Mnohdy na základě klinických problémů nelze rozeznat konkrétní parazitární infekci, kterou je zvíře napadeno, protože symptomy jsou často obdobné. Odhady odborníků však naznačují, že infekce těmito hlísticemi stojí evropský živočišný průmysl až v řádech několik miliard eur ročně (Brown et al. 2022). Mezi hospodářskými a volně žijícími přežvýkavci jsou značné rozdíly a to i v obsazenosti parazitární faunou. Každý z těchto živočichů disponuje jiným zastoupením. V posledních letech však dochází k teoriím, že může docházet k míšení parazitárních infekcí mezi zvířaty. Volně žijící zvířata se častěji objevují na pastvinách společně s hospodářskými zvířaty. Přiblížení ze strany volně žijících přežvýkavců mohou způsobovat změny v krajinném pokryvu, jako je fragmentace lesů a zemědělství zasahující do přirozených pastvin zvěře, což způsobuje jejich zvýšený výskyt v okolí lidských obydlí (Brown et al. 2022). Tímto se zvyšuje dostupnost potravy pro kopytníky. Kvalitnější potrava může vést ke zvyšování jejich počtů ve volné přírodě. Tyto změny lze pozorovat u srnců, jejichž se populace rapidně zvyšují. Je také nutno upozornit na antihelmintickou léčbu, proti které si v posledních desítkách let řada parazitů vyvinula rezistence. Parazité vykazující rezistenci znemožňují řádnou léčbu u hospodářských zvířat. Neléčená zvířata mohou díky následkům uhynout. Některé studie uvádějí, že hospodářská zvířata mohou přenášet rezistentní linie parazitů na volně žijící přežvýkavce. Ti mohou sloužit jako rezervoár a tyto rezistentní linie parazitů uchovávat přenášet na farmy, které se s rezistentními parazity dosud nepotýkaly.

2 Cíl práce

Cílem této bakalářské práce bude na základě informací z dostupných článků informovat o přenosech mezi volně žijícími a hopsodářskými zvířaty. Dále objasnit, zdali k samotnému přenosu mezi nimi dochází a jestli je přenos pouze jednostranný nebo jestli se parazité přenášejí mezi oběma skupinami přežvýkavců navzájem. Tento výzkum se bude týkat pouze vztahy mezi jelenovitými a domácím přežvýkavci nejčastěji ovce, skotem a kozami. V použitých studiích se vyskytují zmínky i o jiných druzích přežvýkavců, kteří jsou v přenosech často uváděni. Výsledkem bude objasnit, co samotnému přenosu předchází, jaké faktory jej ovlivňují a jakými možnostmi lze případnému přenosu předcházet.

3 Literární rešerše

3.1 Prežvýkavci

Prežvýkavci (*Ruminantia*) jsou zástupci sudokopytníků. Vyznačují se trávicí soustavou s vícekomorovými předžaludky, jimiž jsou bachor, kniha, čepce a slez. Mezi další anatomické znaky prežvýkavců patří absence horních řezáků, která je doplněna přítomností pouze dolních řezáků a tarzus tvořený spojením člunkovité kosti a krychlové kosti (Peréz Barbería 2020). Společným znakem prežvýkavců je schopnost konzumace velkého množství potravy (Dehority 2002).

Prežvýkavci se vyznačují širokou škálou morfologických adaptací. Jedna z těch hlavních jim umožňuje zpracování a následné trávení chemických sloučenin buněčných stěn rostlin. Zvíře potravu přijme ústy, odkud dále trávicí soustavou putuje do bachoru. Z bachoru jde potrava do knihy, z níž se opět vrací zpět do ústní dutiny. Zde dochází k druhotnému rozmělnění potravy, kdy následně rozmělněná potrava putuje do čepce a celý proces je zakončen ve slezu (Dehority 2002; Peréz Barbería 2020).

V tomto celém trávení hrají také velmi důležitou roli sliny, které se uplatňují jak při příjmu potravy, tak i při v následném prežvýkování (Dehority 2002).

Celý gastrointestinální trakt je pokryt vrstvou hlenu zvanou mucin. Mucin zajišťuje první ochranou linii vůči vnějšímu prostředí. Muciny neboli hlenové glykoproteiny jsou jednou z nejdůležitějších složek hlenové bariéry. Dělíme je podle funkce a umístění na membránově vázané a vylučované muciny (Rinaldi et al. 2011).

Klíčovou morfologickou strukturou, kterou jsou prežvýkavci charakterizováni je bachor (Peréz-Barbería 2020). Bachor je hlavní fermentační komora. Vývoj bachoru je pravděpodobně koevolučním procesem (Peréz-Barbería 2020). U prežvýkavců leží bachor na levé straně dutiny břišní. Vnitřek bachoru je rozdělen na vaky díky retikulo-bachorovému záhybu a pilířů. Tyto pilíře zajišťují stah jednotlivých váčků, což vede a napomáhá k promíchávání potravy. (Dehority 2002). Obratlovci neprodukují enzymy k trávení strukturních sacharidů, které tvoří buněčnou stěnu rostlin, prežvýkavci proto při metabolismu buněčných stěn využívají bakteriální symbiózu. Ačkoli je žaludek každého druhu obratlovce osídlen mikroorganismy, velkoobjemové vícekomorové předžaludky prežvýkavcům umožňují symbiózu s bohatou škálou mikroorganismů v takovém množství, že je prežvýkavec je nejen schopen využívat subprodukty metabolické činnosti těchto mikroorganismů, ale jeho obživa na nich ve skutečnosti zcela závisí (Charlier et al. 2022).

Jelikož trávicí trakt se vyznačuje vícekomorovými předžaludky, tak na bachor navazují předžaludky kniha a čepce, které zajišťují mechanické trávení. Tento čtyřkomorový systém zakončuje slez, který je spojnicí mezi předžaludky a trávicím traktem prežvýkavců (Gaowa et al. 2021).

Slez je „pravým žaludkem“ prežvýkavců, anatomicky a funkčně podobný žaludku nepřevýkavců. Jedná se o sekreční žaludek. Řadíme ho jako poslední oddíl žaludku prežvýkavců, který přijímá potravu a tekutiny z bachoru. Hraje důležitou roli při vylučování kyseliny chlorovodíkové a následnému trávení bílkovin. Slez hraje důležitou roli v kyselé hydrolyze mikrobiálních a dietních bílkovin, což usnadňuje další trávení a rozklad bílkovin v tenkém střevě (Gaowa et al. 2021).

Jedna ze zajímavých specializací slezu spočívá v jeho schopnosti zpracovávat velké masy bakterií. Na rozdíl od žaludku nepřezvýkavců, sliznice slezu vylučuje lysozym, který účinně rozkládá buněčné stěny bakterií. Bakterie *Lactobacillus* jsou považovány za prospěšné bakterie, jelikož snižují pH v abomasu, což umožňuje, aby abomasum fungovalo jako bariéra, která zabraňuje přenosu mikroorganismů do zadní části střeva (Gaowa et al. 2021). Hodnota pH u slezu je 2 – 3, tedy jedná se o kyselé prostředí (Gelberg 2014).

Slezové hlístice jsou jednou z hlavních příčin ztrát produkce v chovech přežvýkavců po celém světě (Simspon 2000). Nepříznivé účinky slezových hlístic na hostitelův gastrointestinální trakt jsou způsobeny přímými účinky působení parazitů, kteří jsou závislí na živinách hostitele pro své metabolické potřeby a mohou tak způsobovat fyzické poškození orgánů (Charlier et al. 2022).

Přítomnost hlístic v trávicím traktu je doprovázena morfologickými změnami sliznice jako je hyperplazie slizničních buněk, povrchové poškození epitelu a ztráta parientálních buněk (Rinaldi et al. 2011). Například u hostitelů, kteří jsou napadeni krvesající hlísticí *Haemonchus contortus* dochází k silné anémii. Při jejich vysokém počtu ve slezu chodází k silnému úbytku krve v těle hostitele. Dospělci podčeledi *Ostertagia* svými sekrečními produkty inhibují funkci krycích (parientálních) buněk. Následně dochází k poruše funkce žaludku, kdy pH stoupne na 7,9 (Charlier et al. 2020).

Následujícím oddílem je tenké střevo. V tenkém střevě probíhá většina enzymatického trávení a vstřebávání živin, které unikly mikrobiálnímu působení. Rozlišují se tři zóny, proximální dvanáctník střední jejunum a distální ileum. Mezi savci mají býložvaré druhy, především přežvýkavci, nejdelší tenké střevo, které jim umožňuje trávit špatně stravitelné složky rostlinné potravy (Pérez-Berbería 2020). Funkční plocha tenkého střeva má tloušťku jedné buňky a je výrazně zvětšena přítomností slizničních záhybů, které obsahují klky (Gelberg 2014). Do tenkého střeva přicházejí trávicí sekrety ze čtyř hlavních zdrojů: játra, slinivka břišní, sliznice střev a dvanáctíkové žlázy. Umožňují kombinaci různých enzymů, žlučových solí a pufovaných roztoků pro regulaci chemických reakcí a pH (Hurley et al. 2011). Ostaní vysoce stravitelné sloučeniny, jako jsou cukry, bílkoviny a tuky, může přežvýkavec snadno metabolizovat sám prostřednictvím enzymatického trávení v tenkém střevě (Pérez-Berbería 2020).

3.2 Volně žijící přežvýkavci

3.2.1 Jelen evropský (*Cervus elaphus*) (Linnaeus, 1758)

Říše: *Animalia*

Kmen: *Chordata*

Třída: *Mammalia*

Řád: *Arctiodactyla*

Čeleď: *Cervidae*

Rod: *Cervus*

(Lovari et al. 2018)

3.2.1.1 Rozšíření

Jelení zvěř je v současnosti rozšířena nejednotně po většině území Eurasie. Zasaahuje od Irska a přesahuje do Střední Asie, Himálají a Číny až po Primorsko a Koreje. Jelení zvěř lze také nalézt na severozápadě Afriky a v Severní Americe (Rompotl et al. 2017).

Ve střední Evropě se vyskytuje v různých nadmořských výškách a to od nejnižších až do přibližné výšky 2500 m n. m. které dosahují hory v Alpách (Anděra & Červený 2009). Převážná většina území Evropy slouží jelenům jako útočiště. Avšak z pohledu jednotvárnosti jeho výskyt není souvislý po celém území Evropy. To je uzpůsobeno mírou adaptace k danému typu prostředí. Jako příklad lze uvést severní Evropu, kde zastoupení jelena evropského téměř zcela chybí (Šustr 2013). Současné rozšíření jelena evropského souvisí s rozsáhlými lesními komplexy v horách a vrchovinách a jeho populace podléhají hospodaření a lovu zvěře. V současnosti se jelenovití vyskytují převážně v oblastech se souvislými lesními porosty (jehličnatými, smíšenými a listnatými), ale s četnými mýtinami a pastvinami. Dávají přednost mýtinám s bohatou vrstvou bylinného porostu (Anděra & Červený 2009). Na podzim zvířata opouštějí místa letního odpočinku ve vysokých nadmořských výškách a přesouvají se do nižších oblastí, kde tráví zimu. S tajícím sněhem na jaře se vrací zpět do vyšších poloh horských oblastí (Rompotl et al. 2017).

Typickým životním prostředím pro jeleny evropské lze označit rozsáhlé lesy, které nemají příliš hustý podrost, ale namísto toho se v nich nalézají dostatek rostlin a křovin nalézajících se po okrajích. Houštiny vyhledávají hlavně k odpočinku. V minulosti se jelení zvěř vyskytovala spíše na otevřených prostranstvích a na dlouhých pláních. V současnosti jejich anatomie těla i rozvětvené paroží slouží spíše jako překážka v hustých porostech (Šustr 2013).

Výskyt jelena lesního pokrývá v současné době dvě třetiny území České republiky (Anděra & Červený 2009). V České republice průběžně obsazuje pohraniční horské oblasti a k nim přilehlé podhůří. Tato pohoří vlastně tvoří prstenec vybíhající z moravské části Karpat, přes Sudety na severu až po Krušné hory, dále k Šumavě a dosahují až k Novohradským horám. Uvnitř republiky se tento druh vyskytuje v Brdech, Křivoklátsku a v Českomoravské vrchovině a v oblasti Dražanské vrchoviny (Rompotl et al. 2017).

3.2.2 Srnec obecný (*Capreolus capreolus*) (Linnaeus, 1758)

Říše: *Animalia*

Kmen: *Chordata*

Třída: *Mammalia*

Řád *Arctiodactyla*

Čeleď: *Cervidae*

Rod: *Capreolus*

(Lovari et al. 2016)

3.2.2.1 Rozšíření

Areál druhu zahrnuje téměř celou Evropu, absenci tohoto lze zaznamenat na ostrovech jako je Island, Irsko, Mallorca, Korsika, Sardinie, Sicílie, Peloponés, Kréta a další (Andera & Červený 2009). Srnčí zvěř v podmínkách mírného pásma migruje. Toto dokázala studie v Norsku ve městě Lier. V zimních podmínkách zvěř migrovala do nižších poloh. Srnci začali obvykle migrovat dříve než srny. Pouze třetina srn byla stálá na svých stanovištích oproti 60% srnců. Třetina samic migrovala na delší vzdálenosti než deset kilometrů za den. Žádný samec nemigroval na delší vzdálenost než 10 kilometrů. Velikost letního domovského okrsku se zvyšuje s rostoucí nadmořskou výškou a jen malá část jedinců má svůj domovský okrsek ve vysokých polohách (Mysterud, 1999).

V posledním století se v Evropě rozšířila území obývaná tímto druhem a také došlo k hojnému nárůstu ve volné přírodě. Nadále svým působením proniká stále častěji do zemědělských a pasteveckých oblastí, kde dostává větší přístup ke kvalitnější potravě, čímž se zlepšuje i jejich zdravotní stav. Díky tomu vznikají stále větší obavy z přenosu parazitů na hospodářská zvířata (Pato et al. 2013; Verheyden et al. 2020).

Srnec obecný (*Capreolus capreolus*) jako široce rozšířený druh obývá širokou škálu biotopů, obecně preferuje členitou krajinu, kde se lesní porosty prolínají s dostatkem otevřených ploch, případně trvale obývá bezlesnou krajinu s vysokým podílem rozptýlené zeleně (Andera & Červený 2009). Dávají přednost vlhkému a chladnému prostředí (Pato et al. 2013). Z hlediska velikosti a tvaru těla jsou evropští srnci nejvíce adaptováni životu ve vysoké trávě a v nízkých keřích. (Johansson et al. 1995).

Srnec obecný (*Capreolus capreolus*) je nejrozšířenější a nejpočetnější druh kopytníka v České republice. Tento druh se vyskytuje ve všech biotopech a jejich rozšíření nebylo nikdy vážněji ovlivněno rostoucím rozsahem lidské půdy jako je zemědělství, lesnictví a průmysl. Jejich rozšíření pokrývá celou zemi a srnci se vyskytují jak v otevřené zemědělské krajině, tak i v lesních porostech. Srnec obecný (*Capreolus capreolus*) je náš původní druh, který se u nás vyskytuje přirozeně (Bartoš et al. 2010).

3.2.3 Daněk evropský (*Dama dama*) (Linnaeus, 1758)

Říše: *Animalia*

Kmen: *Chordata*

Třída: *Mammalia*

Řád *Arctiodactyla*

Čeleď: *Cervidae*

Rod: *Dama*

(Masseti et al. 2008)

3.2.3.1 Rozšíření

Předpokládaný výskyt tohoto druhu zahrnoval Malou Asii, i některé části Balkánského poloostrova. V dnešní době zahrnuje velkou část Evropy, ale jeho absenci lze zaznamenat na Skandinávském poloostrově. Postupně se stal takzvaným kosmopolitním druhem. Z evropských zemí byl vysazen v Jižní Africe, Austrálii, na Novém Zélandu a na řadě míst Severní i Jižní Ameriky (Andera & Červený 2009). Daněk evropský dává přenosnost starým listnatým lesům, které jsou proloženy travnatými plochami (Megyesi et al. 2019).

Daněk evropský (*Dama dama*) není v ČR původním druhem. Poprvé byl chován v oplocených parcích v 15. století. Později, na počátku 17. století, byli danci vypuštěni také do volné přírody. Volně žijící populace je rozšířena zejména v listnatých lesích do 500 m. n. m. Za nejvhodnější se považují území s délkou vegetačního období 160–190 dní a listnatými či smíšenými lesy s převahou dubů a podílem luk alespoň nad 15 % vegetačního krytu. Průměrná nadmořská výška lokalit se stálým výskytem je 394,2 m n. m. (Andera & Červený 2009).

3.2.4 Los evropský (*Alces alces*) (Linnaeus, 1758)

Říše: *Animalia*

Kmen: *Chordata*

Třída: *Mammalia*

Řád *Arctiodactyla*

Čeleď: *Cervidae*

Rod: *Alces*

(Hundertmark 2016)

3.2.4.1 Rozšíření

Los evropský (*Alces alces*) obývá lesy mírného a chladného pásma. Rozšíření losa evropského sahá od Norska přes Švédsko do Finska, Ruska a pobaltských zemí, Běloruska, Polska a Ukrajiny až po Sibiř (Rompotl et al. 2017), avšak v různých částech střední Evropy se drží ostrůvkovité populace, jejichž teritorium je zároveň rozlehlým migračním prostorem pro potulující se jedince. V současné době leží jižní hranice stálého výskytu v porovnání s původním areálem výrazně severněji a to díky odlesňování a neregulovanému lovu

(Andera & Červený 2009). Dalším limitujícím faktorem pro výskyt losa evropského je výskyt jelení zvěře, a to z důvodu konkurence o potravu (Rompotl et al. 2017).

Výskyt losů se u nás obvykle váže na území s členitou lesnatou krajinou, která je doprovázena dostatkem vodních či podmáčených ploch. Jednotlivá zvířata lze zahlédnout i v místech pro ně netypická. Losům nejvíce vyhovují místa, kde jsou porosty lesů jsou doplňovány relativně početnými mokřady a rybníky (Andera & Červený 2009). Vyhýbají se strmým svahům (Rompotl et al. 2017).

Los evropský (*Alces alces*) nebyl nikdy hojně rozšířen na území České republiky (Rompotl et al. 2017), přesto se jedná o původní druh, který byl ve 14. století vyhuben (Bartoš et al. 2010). Objevil se zde v roce 1957 a od prvního narozeného mláděte v 70. letech 20. století je považován za stálou součást fauny savců v České republice (Andera & Červený 2009). V uplynulých šedesáti letech se na našem území objevoval pouze nepravidelně a krátkodobě a to pouze na jedné třetině našeho území. Stálý výskyt této populace se soustřeďoval do 2-4 oblastí, z nichž pouze dvě lze považovat za dlouhodobě stabilní. Jedná se o Jindřichohradecko a Českokrumlovsko (Andera & Červený 2009). Los evropský (*Alces alces*) není určen k lovu, je chráněný a jedná se o ohrožený druh (Bartoš et al. 2010). Ze statistiky z roku 2015 byla populace losa evropského u nás v České republice odhadována na zhruba 50 kusů (Belova & Šežíkas 2017).

3.2.5 Jelen sika (*Cervus nippon*) (Temnick, 1838)

Říše: *Animalia*

Kmen: *Chordata*

Třída: *Mammalia*

Řád *Arctiodactyla*

Čeleď: *Cervidae*

Rod: *Cervus*

(Harris 2015)

3.2.5.1 Rozšíření

Přírozený areál siky zahrnuje východní a jihovýchodní Asii od ruského Dálného východu přes východní Čínu, Koreu do Vietnamu i po Japonsko. Na území Japonska bylo popsáno větší množství poddruhů mnohy na podkladě nepříliš průkazných znaků. Do Evropy byl poprvé dovezen v roce 1860 do Anglie a Irska. V počátcích byl chován pouze v oborách, ale zanedlouho byl z obor vypuštěn a byl chován i ve volné přírodě. V současnosti lze jelena siku nalézt v Německu, Dánska, Polska a v České republice. Menší populace lze nalézt i na různých místech v Evropě (Andera & Červený 2009).

Jelen sika (*Cervus nippon*) je obvykle charakterizován jako nenáročný jelení druh, který je schopen se adaptovat na různých přírodních stanovištích. Nejčastěji preferuje rozvolněné a dostatečně prosvětlené listnaté a smíšené lesy, které jsou prostoupeny zemědělskými plochami. Jeho výskyt lze také detekovat u podhorských jehličnatých lesů.

K dynamickému rozšíření tohoto jelena přispívá také jeho velká mobilita, která je výrazně větší než u jelena evropského, Díky tomu dokáže reagovat na změny v potravní nabídce nebo na časté rušivé podněty jako je turistiska, těžba dřeva nebo zemědělské práce. Jedná se o nepůvodní druh chovaný v oborách i ve volné přírodě (Andera & Červený 2009).

Do volné přírody České republiky se jelen sika (*Cervus nippon*) dostal ve 30. letech 20. století, do té doby byl pouze oborní zvěř (Dvořák & Palyzová 2016). Rozšíření jelena siky na území České republiky má dlouhodobě se rozšiřující charakter, přičemž místo stávajícího výskytu ve volné přírodě leží v západních a jihozápadních Čechách a přilehlých oblastech středních Čech. Dnešní populace navazuje na dřívější oborové chovy v Tepelské vrchovině a Rakovnické pahorkatině a v současné době zahrnuje souvislé území od Českého lesa a severozápadního okraje Šumavy až po Doupovské hory. Lze však najít i ostrůvkovité populace, které se především vyskytují na Orlicku a Blatensku (Andera & Červený 2009).

4 Hlístice gastro – intestinálního traktu přežvýkavců

Hlístice z řádu *Strongylida*, patří mezi nejcharakteristější parazity gastrointestinálního systému přežvýkavců na světě (Hoberg et al. 2001). Mezi nejvýznamnější řadíme zejména ty z čeledi *Trichostrongylidae* (Leiper, 1912), které se ve světě označují jako nejčastější paraziti u přežvýkavců (Wyrobisz et al. 2015). Jedná se o velmi různorodou skupinu parazitů, které se vyskytují s úzkými či širokými specifiky pro jednotlivé hostitele (Wyrobisz et al. 2015).

Strongylidní hlístice přežvýkavců představují celosvětový problém pro živočišnou výrobu a také velkou finanční zátěž. Tito paraziti jsou zodpovědní za velké ekonomické ztráty v důsledku nemocí, které způsobují svým hostitelům a následnými náklady související s jejich léčbou (Roeber et al. 2011). Parazitární hlístice jsou mezi svými hostiteli široce rozšířeny, což má dalekosáhlé důsledky pro jejich populační dynamiku a kontrolu (Morgan et al. 2023). Hlístice nejlépe vystihují tři klíčové vlastnosti jako je druhová bohatost, ekologická všudypřítomnost a početní hojnost (Sommer & Bumbarger 2012). Hlístice mají obvykle dlouhé, úzké a vláknité tělo. Jejich tělo není členité, např. jako u kroužkovců, nebo tasemnic. Jejich tělesné uspořádání je v podstatě trubice v trubici. Střevo a gonády uhlístic jsou obklopeny břišním kanálkem, podélnými svaly, epidermis, břišní stěnou a kutikulou. Mezi vnitřní a vnější trubicí je nepravá tělní dutina, zvaná Pseudocoel, jenž je naplněná tekutinou, která funguje jako kostra. Toto uzpůsobení umožňuje hlísticím pohybovat se v pravidelných sinusoidních vlnách. Pravděpodobně také klade silné omezení evolučních změn tohoto jednoduché tělesné struktury. Evoluční změny neproběhly, protože se hlístice spoléhají na své pevné tělní stěny a tlakové tělní dutiny jako antagonisty pro svalové činnosti. U hlístic se nikdy nevyvinuly žádné přídavné orgány, pouze se obměňuje kutikula za novou (Kiontke & Fitch 2013).

Parazitické hlístice lze rozdělit do dvou hlavních skupin na základě jejich hostitelské specifity a to na specialisty a generalisty. Specialisté jsou specifictí pro určitou skupinu hostitelů a generalisté, kteří jsou málo specifictí nebo vůbec nejsou specifictí pro určitého hostitele. Specialisté jsou vždy dominantní ve společenstvech svých hlavních hostitelů, avšak generalisté mohou být pozorováni v mnoha různých hostitelích, ale nikdy nejsou tak dominantní. Pro generalistu je v některých případech obtížné určit rezervoárního hostitele. Většina druhů parazitárních hlístic jsou generalisté (Morgan et al. 2023).

4.1 Vývojový cyklus

Mezi jednotlivými druhy hlístic existují výrazné rozdíly v životních cyklech, které mají významný vliv na imunitní reakci vyvolanou jednotlivými druhy. Tyto rozdíly souvisejí především s místem, které larvy obsazují a způsobem výživy dospělých hlístic (Balic et al. 2000). Mezi další rozdíly lze také zařadit líhnutí larev. Většina trichostrongylidů jako je *Cooperia spp.*, *Haemonchus spp.* a *Ostertagia spp.* se líhnou v larvy během druhého stádia, zatímco hlístice rodu *Nematodirus* se líhnou během třetího larválního stádia (Rose et al. 2014).

Gastrointestinální parazité se objevují a jsou rozšířeni u přežvýkavců všech věkových kategorií. Všeobecně je uznáváno, že u dospělců je pozorován obecný nárůst imunity a zvyšuje se odolnost vůči vnitřním parazitům (Pato et al. 2013). U mladých jedinců a u jedinců se sníženou imunitou se objevuje vyšší míra infekce (Basabe et al. 2008). Například u telat jsou gastrointestinální hlístice považovány za velmi důležité hlavně v první sezóně pastvy, u nichž způsobují širokosáhlé následky (Charlier et al. 2009).

Hlístice jsou významným problémem ve všech systémech živočišné produkce. Ekonomický dopad gastrointestinálních hlístic, může být výnamný jak pro zemědělce, tak i pro ekonomiku (Szewc et al. 2020). Díky jednoduchému a přímému životnímu cyklu gastrointestinálních hlístic je možné, aby volně žijící a hospodářští přežvýkavci sdílející stejné pastevní oblasti pozřeli larvy parazitů rozmanitých druhů (Klich et al. 2023). Vajíčka hlístic jsou vylučovaná ve výkalech infikovaných zvířat., přičemž ve vnějším prostředí se líhnou larvy prvního stádia (L1), tyto larvy zůstávají stále ve výkalech zvířat, poté dokončují další dvě larvální stadia L2 a L3, infekční stádium. Larvy stádia L3 migrují z výkalů na bylinné patro, kde se nechají pozřít hostitelem (Szewc et al. 2020).

Larvální vývoj ve vnějším prostředí hraje také velmi důležitou roli ve vývoji parazitárních hlístic (O'Connor et al. 2006). Zatímco parazitická fáze životního cyklu hlístic uvnitř hostitele zažívá relativně stabilní podmínky, tak volně žijící fáze musí snášet veškeré změny prostředí a teplot, které se mohou měnit každoročně i v různých ročních obdobích (Gyeltshen et al. 2022; Jas et al. 2022). Díky tomu rychlost vývoje volně žijících hlístic, záleží na řadě faktorů, jako jsou klimatické podmínky, teplota, dostupnost vody a vlhkost. Teplota a dostupnost vody byly označeny jako dva nejvýznamnější faktory, které ovlivňují jejich vývoj (O'Connor et al. 2006; Gyeltshen et al. 2022).

Výkaly, ve kterých se larvy parazitů vyvíjejí, představují určité mikroklima, které zajišťuje dostupné zdroje pro jejich vývoj a je tak důležité si uvědomit, že vlhkost obsažená ve výkalech je dostatečná pro vývoj larev i při absenci deště (Gyeltshen et al. 2022; Jas et al. 2022). Průběh životního cyklu gastrointestinálních hlístic je tedy závislý na schopnosti přežití volně žijících stádií, překonat veškeré výzvy vnějšího prostředí a přežít jednotlivé vývojové stadia od vývoje z vajíčka do infekční larvy třetího stádia L3 a migraci L3 z výkalů na pastviny (Gyeltshen et al. 2022). Larvy L3 si často zachovávají kutikulu L2, díky čemuž se stávají odolnější vůči nepříznivým podmínkám, a tím je jim umožněno přežití po delší dobu, až v rámci několika měsíců (Charlier et al. 2020). Teplota a vlhkost hrají v larválním vývoji ve vnějším prostředí značnou roli. Tyto faktory mají velký vliv hlavně na volně žijící stadia *Haemonchus contortus* nebo *Trichostrongylus colubriformis*. Prvotní úspěšnost vývoje volně žijících fází těchto dvou gastrointestinálních hlístic je omezena jejich citlivostí na nízké teploty.

Nejcitlivější hlísticí na nízké teploty je *H. contortus* (O'Connor et al. 2006). Teplota tedy značně ovlivňuje vývoj ve volném prostředí, přičemž vývoj vajíček do L3 se zrychluje se zvyšující se teplotou a se snižující se teplotou se je vývoj vajíček opožděn (Charlier et al. 2020).. Pokračování vývojového cyklu je také silně ovlivněno vlhkostí, která je ovlivněna pravidelnými srážkami (O'Connor et al. 2006; Jas et al. 2022). Jakmile se hlístice vyvinou do infekčního stádia L3, vliv teploty a vlhkosti se stává zanedbatelným, což má za následek delší dobu přežití, než tomu je u preinfekčního stádia. Pro *Haemonchus contortus* mohou být suché a horké podmínky smrtelné, tomu je i tak v případě chladných podmínek (O'Connor et al. 2006).

Během vývoje hlístic může dojít k tzv. pozastavenému vývoji, což lze definovat jako inhibici vývoje. Tento jev je definován jako mechanismus přežití v období nepříznivých podmínek, který je běžným jevem u mnoha abomasálních hlístic infikujících domácí přežvýkavce (Hoberg et al. 2001). U gastrointestinálních strongylů hospodářských zvířat se tato inhibice liší mezi jednotlivými druhy v závislosti na klimatických podmínkách a způsobech chovu (Langrová et al. 2008). Zastavení vývoje larev parazitických hlístic znemožňuje hlísticím růst, ale také se jim výrazně sníží rychlost metabolismu a tak se dokáží na několik týdnů dokonce až měsíců přestat pohybovat před obnovením vývoje. Larvy, které jsou v tomto stádiu, mohou také vykazovat rezistenci proti antihelmintikům. Během zastaveného vývoje může být růst pozřené larvy třetího stádia opožděn o několik měsíců a být pozastaven u larvy čtvrtého stádia ve sliznici přežvýkavců až na šest měsíců (Nazarbeigy et al. 2020). U gastrointestinálních strongylů hospodářských zvířat se inhibice liší mezi jednotlivými druhy v závislosti na klimatických podmínkách a způsobech chovu (Langrová et al. 2008). U některých druhů *Trichostrongyloidea* byla inhibice zaznamenána v určitých ročních obdobích. Zejména v oblastech s mírným podnebím hlístice potlačují svůj vývoj před nástupem zimní sezóny. Zimní inhibice se vyskytuje v oblastech, kde k přenosu dochází v létě a letní inhibice probíhá tak, kde k přenosu dochází od podzimu do jara (Langrová et al. 2008).

S tímto pojmem je také úzce spjat pojem hypobióza (Meradi et al. 2016). Jedná se o mechanismus, při kterém parazit zůstává v klidovém stavu a snižuje vylučování vajíček na pastviny během ročních období, kdy jsou okolní podmínky nepříznivé. Tímto se parazit vyhne úhynu volně žijících stádií (Tariq 2014). Tento jev umožňuje abomasálním hlísticím žít v hostiteli déle a představuje zajímavý jev ekologické adaptace parazita na místní klimatické podmínky. Hypobióza probíhá pouze za určitých podmínek a jen u několika druhů například u hlístic *Ostertagia ostertagi*, pro které je tento jev typickým. Část pozřených hlístic ve fázi L3 se zastaví ve svém raném vývoji čtvrtého stádia. Tato strategie napomáhá překonat nepříznivé klimatické podmínky. Tento jev také zajišťuje parazitovi velké množství infekčních forem v životním cyklu hostitele, což má ale za následek závažné onemocnění způsobené vývinem mnoha larev najednou, tzv. ostertagióza II. typu (Charlier et al. 2020). Přesný spouštěč a zakončovací mechanismu tohoto jevu jsou známy pouze částečně a to v závislosti na stavu imunity zvířete, více hypobiózních stádií se vyskytuje u starších zvířat (Charlier et al. 2020). Zimní hypobióza se vyznačuje zejména výskytem larev ve sliznicích, který přesahuje délku čtyř měsíců (Meradi et al. 2016).

Současně vývoj těchto parazitů také závisí na měnícím se klimatu, které přímo ovlivňuje rozšíření parazitů (Roerber et al. 2013; Tariq et al. 2014). Obecně se po celém světě mění klima k vyšší průměrné teplotě. V současnosti existuje obava, že oteplování parazitům prospívá v jejich vývoji, čímž se pak zvyšuje výskyt onemocnění. Tato obava je do jisté míry

založena na skutečnosti, že rychlost fyziologických procesů u většiny bezobratlých je silně závislá na okolní teplotě, vlhkosti a srážkách, čímž jejich vývoj může být urychlen. Změna klimatu je u hlístic zvláště důležitá z důvodu vývoje jejich volně žijících stádií (Tariq 2014; Jas et al. 2022). Globální klimatické změny mohou rozšířit přirozený areál výskytu patogenů a z dříve neobyvatelných oblastí mohou učinit zóny vhodné pro život parazitů (Jas et al. 2022).

4.2 Slezové hlístice přežvýkavců a jejich hostitelská specifita

4.2.1 Hlístice rodu *Trichostrongylus*

Hlístice rodu *Trichostrongylus* jsou dominantní složkou střevní nematofauny a vykazují vysokou genetickou rozmanitost (Hoberg et al. 2001; Cerutti et al. 2009). Jedná se o velmi malé, tenké a v těle nesnadno zahlédnutelné hlístice. Dospělí jedinci rozůstají délek 5,5 až 8 mm, tudíž jejich detekce vyžaduje důkladné vyšetření střevního obsahu (Craig 2018; Zajac & Garza 2020).

Jsou rozšířeny po celém světě, zejména v rozvojových zemích a jsou hlavní příčinou úmrtnosti a nemocnosti u hospodářských zvířat (Rose et al. 2015). Mezi další příznaky patří gastroenteritida, průjemy, úbytek hmotnosti a ztráty na zdraví. Jejich vývoj je závislý na optimálních podmínkách, které velmi často závisí na ročním období a na mikroklimatických poměrech. Během optimálních podmínek se larvy mohou líhnout z vajíček během jednoho dne (Rose et al. 2015; Ghatee et al. 2020). Dospělci rodu *Trichostrongylus* mohou přežívat v hostiteli přes zimu v dospělém stádiu (Zajac & Garza 2020).

Trichostrongylus axei (Cobbold, 1897) je celosvětově rozšířená hlístice napadající slez u hospodářských zvířat jako je koza, ovce. Tento parazit má značný hospodářský význam a způsobuje značné veterinární dopady (Archie & Ezenwa 2011; Craig 2018). Je také schopen infikovat řadu volně žijících druhů (Archie & Ezenwa 2011). Zvířata postižená tímto parazitem obvykle vykazují příznaky jako je anorexie, snížená produkce mléka, úbytek hmotnosti, průjem a dehydrataci (Delano et al. 2002; Craig 2018; Ghatee et al. 2020). U přežvýkavců, kteří jsou napadeni tímto parazitem, bylo zjištěno zvýšení pH slezu (Delano et al. 2002). Samice této hlístice obvykle dorůstají délek 3 – 8 mm a samci obvykle 2 – 6 mm (Roeber et al. 2013).

4.2.2 *Haemonchus contortus* (Rudolphi, 1803)

Jedná se o jednoho z nejvíce studovaných druhů parazitů přežvýkavců (Delano et al. 2002). Tento parazit patří do čeledi *Trychostrongylidae*. Tento druh parazita je vysoce patogenní, zejména u malých přežvýkavců (Cerutti et al. 2009). Dospělci sají krev ze sliznice slezu (obr. 1) (Delano et al. 2002). Za hlavní symptomy považujeme silnou anémii, která vede k úhynu zvířat. Mezi další symptomy řadíme ztrátu hmotnosti, snižují produkci mléka, svým působením mají dopady na špatný růst vlny, otok mezičelistních a krčních svalů. Průjem se nevyskytuje ve všech případech, avšak při jeho výskytu může být velmi závažný. Rutinní pozorování zvířat nemusí odhalit onemocnění, dokud nedojde k úhynu (Delano et al. 2002; Zajac & Garza 2020). Patří mezi hospodářsky nejvýznamnější parazity pasoucích se

přežvýkavců na celém světě. *Haemonchus contortus* se považuje za hlavního parazita infikujícího u ovcí, ale je schopen infikovat také kozy a velké množství hostitelů z řad sudokopytníků a skotu (O'Connor et al. 2007; Lehrter et al. 2016; Craig 2018). Infekce postihuje většinou mladá zvířata, která nemají dostatečně vyvinoutou imunitu a vykazují nízkou rezistenci (Nazis et al. 2021). Tento druh parazita je citlivý na zničení mrazivými teplotami a suchými podmínkami (Delano et al. 2002).

Samice *H. contortus* dosahují délky okolo 18 až 30 mm, což z tohoto druhu dělá jednoho z největších z řádu strongylidních hlístic (Craig 2018; Zajac & Garza 2020). Samice se dají snadno identifikovat díky bílým vaječným a děložím, jež se kroutí kolem červeného, krví naplněného střeva. Samci jsou dlouzí 10 -20 mm mají jednotně červenohnědou barvu (Gareh et al. 2021). Při pitvě je *H. contortus* snadno viditelný oproti ostatním druhům, tudíž se obsah střev nevyšetřuje pod mikroskopem. Tento druh je vysoce plodný. Samice červa může vyprodukovat 10 000 vajíček denně, díky tomu se larvy mohou během pastevní sezóny rychle hromadit (Zajac & Garza 2020). Samice i samec mají kutikulu se třemi různými vrstvami, která je tvořena kolagenem a dalšími vylučovanými sloučeninami. Její hlavní funkcí je chránit červa během jeho působení v trávicí soustavě hostitele. Spikuly jsou dlouhé 460 – 506 µm a každá je opatřena malým ostnem poblíž svého konce (Tak et al. 2014).



obr. 1 Slezové hlístice *Haemonchus contortus* u ovce. Převzato z: Arsenopoulos et al. 2021

Životní cyklus těchto parazitů je přímý (Delano et al. 2002). Za optimálních podmínek proběhne kompletní životní cyklus během tří týdnů a to od neinfekčních larev obsažených ve výkalech přežvýkavců až po pozření infekčních larev, které se do organismu dostanou s potravou hostitele. Optimální podmínky jsou určovány ročním obdobím a také je všeobecně známo, že dostupnost vláhy a vhodných teplot jsou klíčovými faktory pro vývoj *H. contortus* (O'Connor et al. 2007). Embryovaná vajíčka se mohou vyvíjet v infekční larvy během jednoho týdne. Zadržené larvy mohou existovat několik měsíců v živočišných tkáních,

avšak to se může lišit v závislosti na druhu zvířete a na dalších okolnostech. Zadržené larvy slouží jako rezervoár pro budoucí kontaminaci pastvin. Nárůst vylučování vajíček bahnicemi přispívá k velkému počtu vajíček na jarních pastvinách (Delano et al. 2002; Zajac & Garza 2020). Dospělci *H. contortus* jsou jedineční tím, že mají ve své málo vyvinuté ústní dutině zub nebo lancetu, které umožňuje sát krev (Balic et al. 2000; Gareh et al. 2021).

Během let se vytvořila odolnost proti běžným antihelmetikům. V současnosti existuje v chovech přežvýkavců rezistence na ivermektin nebo benzimidazolové přípravky, přičemž se používají minimálně 2 dávky s odstupem 2 – 3 týdnů. Používá se také levamizol. Ve velmi závažných případech může být pro infikovaná zvířata prospěšná také transfúze krve a doplnění železa. Mezi preventivní a kontrolní opatření řadíme všeobecnou sanitaci zařízení a střídání pastvin, zvířata mohou snadno získat infekční larvy z požití kontaminovaného krmiva z kontaminovaných bakterií z pastvin (Delano et al. 2002).

4.2.3 Hlístice z podčeledi *Ostertagiinae*

Jako nejvýznamnější hlístici podčeledi *Ostertagiinae* poškozující slez u skotu, řadíme hlístici *Ostertagia ostertagi* (Stiles, 1892). Jedná se o nejpatogennější hlístici skotu a je nejvýznamnějším druhem hlístic na území Evropy (Craig 2018). Hlístice *Ostertagiinae* se zdají být spíše specifické pro určitý druh nebo čeledi hostitelů, nicméně některé z nich jsou pozorovány u široké škály hostitelů (Wyrobisz - Papiewska et al. 2018). Infekční larvy jsou přizpůsobeny chladným podmínkám a mohou přezimovat na pastvině (Halvarssen et al. 2022).

Životní cyklus *Ostertagia ostertagi* je přímý (Delano et al. 2002). Larvy *Ostertagia ostertagi* se vyvíjejí v žaludečních jamkách (Balic et al. 2000). Svou přítomností u hostitele způsobují řadu morfologických změn sliznice jako jsou například hyperplazie slizničních buněk, povrchové poškození epitelu a ztráta parietálních buněk (Rinaldi et al. 2011). Svým působením parazit poškozují žláзовou tkáň slezu, což má za následek, že hlenové buňky a pepsinogen uvolňující zymogenní buňky, jedná se o buňky produkující pepsin, jsou nahrazovány nediferenciovanými buňkami. Závažné poškození také způsobují dospělci, kteří svými sekrečními produkty inhibují funkci krycích (parietálních) buněk, čímž dochází k poruše funkce žaludku a pH slezu obsahu z 2 stoupá na 7,9 (Charlier et al. 2020). Při takto vysokém pH dochází k průjmům, odlupování sliznice (Craig 2018). K vylučování vajíček hostitelem může dojít během tří až čtyř týdnů po pozření infekčních larev. (Delano et al. 2002). Cykly infekce závisí na zeměpisné poloze, klimatu a produkci v každém cyklu. Jako jeden z charakteristických znaků *O. ostertagi* lze zařadit hypobiózu, která může mít za následek ostertagiózy druhého typu (Delano et al. 2002). Ostertagióza se nejčastěji vyskytuje u hospodářských zvířat, avšak byly uvedeny i některé případy, kdy se objevila i u volně žijících jelenovitých (Magdálek et al. 2021). Toto onemocnění dělíme na 2 typy (Delano et al. 2002).

Ostertagióza skotu typu I. se vyskytuje během pastvy, která je sezónní, léto/podzim v severních oblastech a podzim/zima v jižních oblastech. Onemocnění je způsobeno výstupem nezralých červů z žaludečních žláz 10 až 14 dní po pozření infekčních larev (Craig 2018). Vyskytuje se u zvířat mladších dvou let. Způsobuje průjem a anorexii. (Delano et al. 2002).

Ostertagióza skotu typu 2 se objevuje několik měsíců po pastvě, na jaře v severních oblastech a na podzim v jižních oblastech (Craig 2018). Vyskytuje u skotu strého 2 až 4 roky a u starších jedinců. Je způsoben současným výskytem zadržovaných larev, které byly získány během delšího období v průběhu pastvy. Larvy zůstávají v hypobiotickém stavu v žaludečních žlázách až několik měsíců, dokud podnět nevyvolá obnovení jejich vývoje (Craig 2018). Kromě příznaků pozorovaných u typu 1 se objevuje hypoproteinémie s rozvojem submandibulárního edému, horečkou a anémií (Delano et al. 2002).

Ostertagia leptospicularis (Assadov, 1953) se jako jediný člen podčeledi Ostertagiinae vyskytuje jak u jelovitých, tak i u skotu. Původně byl tento druh popsán u srnce obecného (*Capreolus capreolus*) a díky tomu je primárně považován za hlavního parazita u jelenovitých. Tento druh parazita má širokou hostitelskou specifitu, tudíž se jedná o generalistu. Hlístice *O. leptospikularis* napadají u svých hostitelů slez. Jeho infekčnost u mladého skotu je vyšší ve srovnání s *Ostertagia ostertagi* (Wyrobisz - Papiewska et al 2021).

Spiculoptera spiculoptera (Guschanskaia, 1931) je abomasální hlístice, která patří do podčeledi Ostertagiinae (Zaffaroni et al. 2000). Jedná se o hlístici, která je dominantní u jelenovitých v Evropě, Asii a Americe. Tyto hlístice byly hlášeny u ovcí, koz a skotu pouze ojediněle (Liénard et al. 2006). Jsou to malé a tenké hlístice o velikosti 6,5 až 7,4 mm, průměrně okolo 6,8 mm (Umur et al. 2011).

Spiculoptera assymetrica (Ware, 1925) je abomasální hlístice patří do podčeledi Ostertagiinae, které se nejčastěji vyskytují u jelenovitých, jako je jelen evropský (*Cervus elephus*), srnec obecný (*Capreolus capreolus*) a daněk obecný (*Dama dama*). Tento druh hlístic má přímý vývojový cyklus. Dospělci *S. assymetrica* se nacházejí ve slezu a jejich vajíčka jsou vylučována společně s výkaly hostitele. Volně žijící stádium u těchto hlístic je mezi prvním až třetím stádiem (Youssefi et al. 2014).

Teladorsagia circumcincta (Stadelman, 1894) je typickým parazitem slezu pro hospodářská zvířata, jako jsou ovce a kozy. Pouze ojediněle je hlášen u volně žijících jelenovitých (Hoberg et al. 2001; Craig 2018). Způsobuje značné produkční ztráty v hospodářských chovech (Rose et al. 2015). Samice dorůstají délky okolo 7 – 8 mm a samci dorůstají délky 10 – 12 mm (Roeber et al. 2013). Hlavní patogenní účinky způsobují jejich larvální stádia. Larvální vývoj probíhá v žaludečních žlázách, což následně vede k tvorbě uzlíků a rozsáhlému poškození krycích buněk a to vede k snížené produkci kyseliny chlorovodíkové. Jejím působením se také zvyšuje pH ve slezu. Běžně se vyskytují středně těžké infekce, které mají za následek průjem, nízký přírůstek hmotnosti, úbytek hmotnosti a sníženou produkci vlny (Roeber et al. 2013). Tento druh hlístice je schopen se vyvíjet i při nízkých teplotách (Blackburn et al. 2015).

4.3 Nepůvodní druhy parazitující u volně žijících přežvýkavců

4.3.1 *Ashworthius sidemi* (Shultz, 1933)

Ashworthius sidemi (Obrázek 2) je hematofágní hlístice z čeledi *Trichostrongylidae*. Jedná se o hlístici, která se v posledních desetiletích rozšířila mezi volně žijícími přežvýkavci evropských zemích (Kuznetsov et al. 2018). Původně byl *A. sidemi* popsán u jelena siky

(*Cervus nippon*) a jelena sambra (*Cervus unicolor*) v Asii. Jejich výskyt v Evropě lze přičíst dovozu jelenů sika na konci 19. století a na začátku 20. století do evropských obor z Asie. *Ashworthius sidemi* byl zjištěn například ve Francii u jelena siky, daňka evropského, srnce obecného, jelena evropského a kamzíka horského. Obvykle infikují zubra evropského (*Bison bonasus*), kde velmi často tato hlístice parazituje a od roku 1998 byl v Polsku uznán jako nový hostitel této nepůvodní hlístice (Drozd et al. 1998).



obr. 2. Slez zubra evropského s jasně viditelnými hlísticemi *Ashworthius sidemi*,
Převzato z: Moskwa et al. 2014

Tento parazit způsobuje chronický zánět slezu (obr. 2), negativně ovlivňuje tvorbu slezového mucinu, způsobuje chronický průjem a zhoršuje zdravotní stav zvířat, což vede k úhynu mladých zvířat. Histopatologická vyšetření ukazují, že vysoká intenzita infekce *A. sidemi* způsobuje změny ve sliznici, podsliznici břicha a dvanáctníku. Dále dochází k hyperanémii a tvorbě edému (Moskwa et al. 2015; Kuznetsov et al. 2021).

Nejčastěji infikuje druhy jako je jelen evropský, srnec obecný, los evropský a daňek evropský (Hoberg et al. 2002). Kromě kolonizace těchto původních jelenovitých, se také stal novým parazitem zubra evropského a představuje zdravotní riziko pro malé přežvýkavce (Drozd et al. 1998; Moskwa et al. 2015).

Ashworthius sidemi má přímý životní cyklus. Intenzita infekce se může zvyšovat při zvýšené denzitě přežvýkavců v chovu a na pastvinách. Bylo zjištěno, že *A. sidemi* vykazuje zpoždění životního cyklu od podzimu do jara. Tento jev komplikuje diagnostiku a kontrolu ashworthiózy (Kuznetsov et al. 2018). Experimentální studie ukázala výskyt *A. sidemi* u skotu a ovcí, přičemž ovce je velmi náchylná k tomuto druhu hlístic. Tím může tato hlístice způsobovat poměrně vysokou potenciální hrozbu jak pro volně žijící přežvýkavce, tak i pro hospodářská zvířata (Drozd et al. 2002; Kuznetsov 2018).

V současné době se může *A. sidemi* šířit prostřednictvím migrujících volně žijících přežvýkavců a nechtěným šířením způsobeným člověkem (Vadlejch et al. 2017). K jeho šíření

dochází náhodným požitím infekčních larev hostitelem z řad přežvýkavců, kteří se pasou na pastvinách. Larvy se poté vyvíjí v hostiteli, ale jejich larvální vývoj může být opožděn hypobiózou, k tomuto jevu dochází, pokud je hostitel vystaven nepříznivým podmínkám. K uvolnění vajíček z hostitele dochází skrze výkaly a nadále kontaminují prostředí. Další líhnutí do stádia L3 závisí na vnějším prostředí, zejména teplotou a vlhkostí. Intenzita infekce těmito hlísticemi je sezónně proměnlivá (Magdálek et al. 2023). Přičemž intenzita infekce touto hlísticí může dosáhnout impozantních počtů, jako je tomu třeba u zubrů evropských kdy bylo zjištěno až 44 310 jedinců parazitujících ve slezu (Kuznetsov et al. 2018). Pochopení toho sezónní dynamiky je zásadním krokem pro plánování antihelmintické kontroly těchto hlístic (Magdálek et al. 2023).

4.3.2 *Spiculoptergia houdimeri*

Spiculoptergia houdimeri (Schwarz, 1926) je nepůvodní evropskou trichostrongylidní hlísticí napadající slez u jelenovitých (Sultan et al. 2012). Tento druh parazitární hlístice pocházející z Asie byl introdukován do Evropy společně s jeleny sika (*Cervus nippon*). Tento druh se po Evropě šíří od druhé poloviny dvacátého století (Sultan et al. 2012; Halvarsson et al. 2022). Jeho výskyt byl zaznamenán v Rakousku, Slovensku a Německu, ale také byl objeven mezi volně žijícími jelenovitými v České republice (Halvarsson et al. 2022).

4.4 Mezidruhový přenos

Vztah mezi parazitickými hlísticemi a jejich hostiteli se vyvíjel miliony let, ale byl narušen domestikací a způsoby hospodaření. Tato fakta způsobují, že si hlístice vybírají vnímavější hostitele nebo vytvářejí prostředí, které umožňuje rozdílné usazování většího počtu volně žijících stádií parazitů (Sinclair et al. 2016). Informace přenosu parazitárních hlístic mezi volně žijícími přežvýkavci a domácími zvířaty sahá do hluboké historie (Chintoan-Uta et al. 2014). Volně žijící přežvýkavci za účelem pastvy hojně využívají půdu obhospodařovanou člověkem, jako například pole a louky. Tyto pastviny často slouží také jako pastviny hospodářským zvířatům. Díky tomu dochází k přenosu parazitárních infekcí (Pato et al. 2013; Acerini et al. 2022). Společně využívané pastviny, zajišťují možnou nákazu prostřednictvím fekálně orální cesty, což zvyšuje možnost infikovat alternativní druhy hostitelů (tab. 1) (Walker & Morgan 2014; Verheyden et al. 2020).

U jelenovitých a u skotu se vyskytují odlišné parazitární fauny, které jsou charakterizované velmi specifickými dominantními druhy. U obou skupin existují rozdíly v jednodušších druzích parazitárního obsazení, což naznačuje, že každý hostitel má charakteristické zastoupení parazitického společenstva. Například u jelenů, je stejně jako u srnců dominantní druh *S. spiculoptera*, zatímco *O. leptospicularis* je lépe přizpůsoben srnčí zvěři (Zaffaroni et al. 2000). U malých přežvýkavců je největší pozornost věnována přirozeně se vyskytujícím patogenům jako je *Haemonchus contortus*, *Teladorsagia circumcincta* a

Trichostrongylus axei. Tyto hlístice jsou typickými slezovými parazity u ovcí, avšak byly rovněž záznameny u srnčí populace po celé Evropě (Halvarsson et al. 2022).

Obecně se předpokládá, že přenos patogenů mezi hospodářskými zvířaty a volně žijícími přežvýkavci je obousměrný (Barone et al. 2020). Pravěpodobnost přenosu parazitů závisí na množství infikovaných zvířat na pastvinách, kde dochází ke společnému sdílení potravy, využíváním stanovišť a klimatu. Samotný přenos také ovlivňuje schopnost infekčních larev přezimovat, tedy jejich citlivost vůči teplotám vnějšího prostředí (Chintoan – Uta et al. 2014; Halvarsson et al. 2022). Na základě předpokladů, které uvádějí, že k přenosu dochází prostřednictvím sdílených pastvin, je žádoucí, aby došlo k minimalizaci kontaktů mezi zvířaty. Toto lze uvést jako zásadní strategii pro utlumení šíření parazitárních infekcí mezi jednotlivými druhy (Klich et al. 2023).

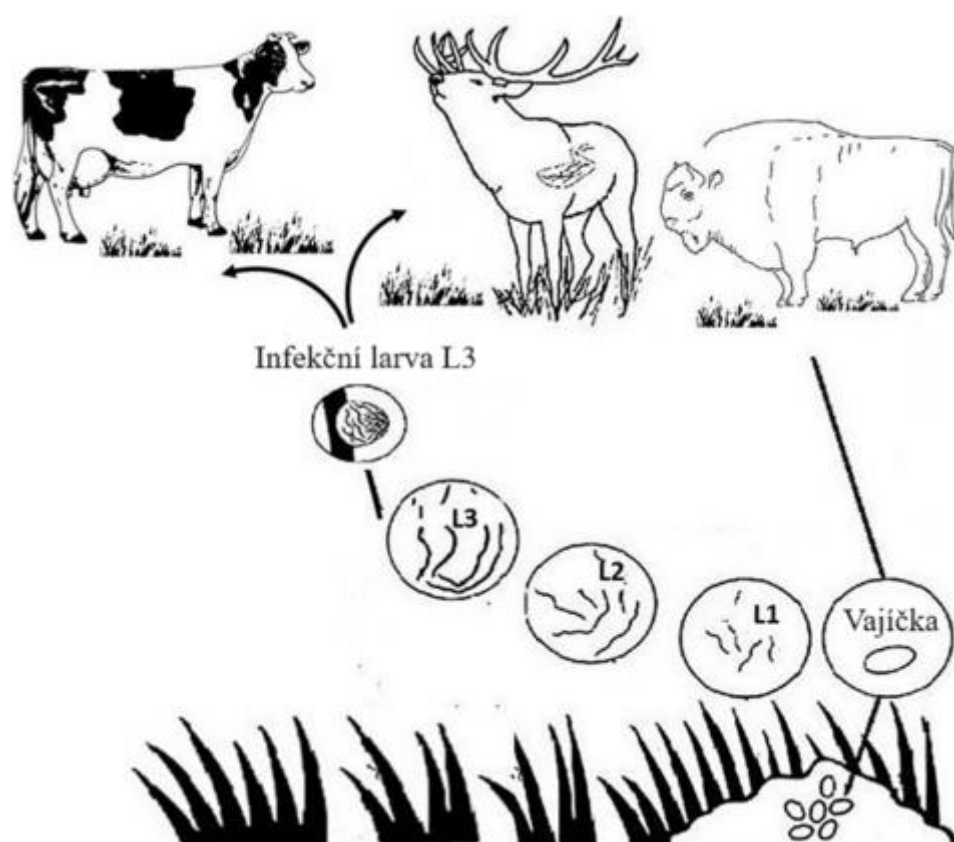
Společné sdílení pastvin zaznamenal ve své studii Klich et al. (2023), který se zabýval kontaktem mezi zubry a skotem, prostřednictvím dat, které mu poskytovali zemědělci. V této studii se dospělo k závěru, že mezi nejčastěji zaznamenávaný kontakt dochází prostřednictvím nepřímého kontaktu, což představují společně sdílené pastviny. Některé druhy volně žijících přežvýkavců vykazují určitý odstup od lidských obydlí. Takže pastviny, které se nacházejí dále od lidských obydlí, zvyšují potenciál samotného přenosu, než tomu je u pastvin v bezprostřední blízkosti lidských obydlí. Tento jev se ale týká pouze zvířat, která dodržují odstupy od lidí, jako tomu jsou třeba zubři. Sdílené pastviny zvyšují interakce mezi hostitelem a parazitem a určují potenciál pro vznik onemocnění (Roeber et al. 2013; Klich et al. 2023).

Následky parazitismu u hospodářských zvířat jsou dobře zdokumentovány, kdežto informace o vlivu na volně žijící přežvýkavce jsou značně omezeny (Acerini et al. 2022). Vzhledem k nedávným snahám o zlepšení zvládnutí infekcí hlísticemi u hospodářských zvířat, nám nejsou známy žádné rozsáhlé průzkumy, které by hodnotily, v jaké míře jsou infikována volně žijící zvířata, která se pasou na společných pastvinách (Barone et al. 2020).

Z epizootologického hlediska je žádoucí vědět, které druhy parazitů jsou náchylnější k mezidruhovému přenosu. Takováto znalost by nám umožnila vyvarovat se možným zdravotním rizikům, které se mohou vyskytovat, pokud dochází ke sdílení pastvin nebo při migraci zvířat (Wyrobisz – Papiewska et al. 2018).

Při přenosu parazitů mezi hospodářskými zvířaty a volně žijícími přežvýkavci je nutno se zaměřit na larvální migraci hlístic z pastvin (obr. 3). Jak bylo řečeno v kapitole 4, migrace probíhá až tehdy kdy larvy neinfekčního stádia, které doposud přežívaly ve výkalech hostitelů, už dosáhly infekční fáze L3. Infekční larvy se musí pohybovat mimo výkaly a putovat do okolní pastviny. Tato fáze migrace je velmi důležitá proto, aby došlo k následnému pozření hostitelem. Dostatečné srážky ovlivňují migraci larev, tím že zvlhčí výkaly a umožní larvám migrovat na vegetaci. Dostatečnou vlhkost zajišťuje vodní film, který umožňuje snadnější pohyb. Pohyb je následně i ovlivněn typem vegetace. Mezi další velmi důležitý faktor lze považovat teplotu, která hraje roli ve vývinu a pohybu larev. Při nepříznivých podmínkách okolního prostředí jsou larvy parazitů schopny přežít týdny až měsíce, avšak toto velmi záleží na druhu parazita infekční larvy (Jas et al. 2022). Při nedostatku srážek, je snížena okolní vlhkost, v důsledku čehož mohou populace parazitárních hlístic poklesnout (Bautista - Garfias et al. 2022). Některé druhy parazitů byly nalezeny v podmínkách, které nebyly vůbec vhodné pro jejich přežití (Jas et al. 2022). Infekční larvy jsou velmi aktivní a dokáží migrovat libovolným směrem, včetně vegetace, která se nachází v blízkosti výkalů a zde poté zůstávají

přichyceny na stéblech trav dokud nejsou pozřeny (Sciacca et al. 2002; Bautista - Garfias et al. 2022).



obr. 3 Přenos parazitů mezi přežvýkavci. Převzato z: Moskwa et al. 2015

Studie dle Pato et al. (2013) zabývající se výskytem parazitů u srnců na Pyrenejském poloostrově, ukázala, že u těchto zvířat se objevují parazité, kteří se svým výskytem uplatňují přirozeně u hospodářských zvířat. Z nepůvodních parazitů u srnců, infikujících slez, dominuje *Trichostrongylus axei*, který je svým výskytem typický pro ovce. Dále je zde zaznamenán *Haemonchus contortus* a *T. circumcincta*, jenž jsou také parazité ovcí. Prevalence a intenzita infekce zde však převažuje u *T. axei*. V této studii je také uvedeno, že starší zvířata jsou v některých případech více infikována než ta mladá. Zrovna tak tomu je u *T. axei*. Nejvíce postiženou částí trávicího traktu byl slez, který vykazoval parazitární infekci více druhů najednou. U zbytku trávicího traktu převažovala infekce pouze jedním druhem hlístice. Rozdíly také hrají v oblastech, kde byla srncí zvěř v zájmu této studie odchycena. Zvířata odchycena v pobřežních oblastech vykazovala vyšší míru infekce, protože zde vyšší teploty a příznivější vlhkostní podmínky mají příhodnější vliv na vývoj a přežití larev třetího stádia (Pato et al. 2013).

Další studie, u které si z výsledků lze povšimnout netypického spektra parazitů, je studie Sinclair et al. (2016). Ta se zabývala druhovou diverzitou gastrointestinálních hlístic u ovcí. V této práci byl zaznamenán výskyt parazitů, kteří jsou typičtí svým zastoupením u některých zastupců z řad jelenovitých. *Ostertagia leptospicularis* a *Spiculoptera houldemeri*. Ani v tomto případě nelze říci, že *S. houldemeri* je typickým parazitem, který se vyskytuje

v Evropě. Jak bylo řečeno v kapitole 5, jedná se o invazní druh hlístic, který je pro naši volně žijící faunu netypický. U jehňat byla identifikována pouze *S. houdemeri* a to jen v zimních měsících, naopak u dospělých ovcí se v zimním období vyskytovala pouze parazit typický pro jelenovitě, *O. leptospicularis*. Tento druh parazita bývá pouze vzácně nalezen u ovcí a autoři studie jej považovali za důsledek přenosu mezi volně žijícími a domácími přežvýkavci (Sinclair et al. 2016).

Mezi studii zaměřenými na přenos invazního druhu *A. sidemi* lze uvést výsledky autorů Moskwa et al. (2015). Během této studie byl zaznamenán výskyt parazitických hlístic *Ashworthius sidemi* u skotu v Polsku. Studie byla provedena pomocí molekulárního diagnostického vyšetření z infekčních larev třetího stádia. Tato studie potvrdila přenos této slezové nepůvodní hlístice, která je typická pro populaci zubrů, jelenů a srnců na hospodářská zvířata, která společně sdílí pastviny s volně žijícími přežvýkavci (Moskwa et al. 2015).

Tomuto tvrzení předchází studie zabývající se experimentální infekcí *A. sidemi* u ovcí. Tuto experimentální studii provedla Kotrlá et al. (1976), a byl při ní prokázán výskyt *A. sidemi* u skotu a ovcí. Tato studie poprvé potvrdila schopnost invazního druhu *A. sidemi* infikovat hospodářská zvířata. Ovce jsou velmi náchylné k tomuto druhu hlístic a objevují se u nich subklinické příznaky jako je snížená chuť k jídlu, což může vést ke snížené produkci. I přenos infekce na skot je rizikový, jelikož *A. sidemi* může velmi ohrozit jejich zdravotní stav. Svými účinky mohou tyto hlístice způsobovat poměrně vysokou potenciální hrozbu jak pro volně žijící, tak i pro hospodářská zvířata (Drozd et al. 2002; Moskwa et al. 2014; Kuznetsov 2018).

Studii, kterou prováděl Zaffaroni et al. (2000), který se zabýval hostitelskou specifitou slezových hlístic u volně žijících alpských přežvýkavců v Itálii. Zde se zaměřím pouze na parazitární výskyt u srnců a jelenů. Z výsledků bylo patrné, že tyto jelenovití vykazovali netypické spektrum parazitů. Jednalo se o parazity *H. contortus* a *T. axei*, kteří zde měli nejvyšší zastoupení. U srnců mají tyto dva parazity vyšší zastoupení než u jelenů. Je tedy pravděpodobné, že tyto druhy jsou schopny infikovat různé druhy hostitelů, s nimiž přijdou do styku. Například *H. contortus* je schopen infikovat volně žijící přežvýkavce pokud se vyskytuje na lokalitách, kde je rozšířena pastva ovcí (Zaffaroni et al. 2000).

Autoři studie uvádějí, že generalistické druhy hlístic jsou ze zdravotního hlediska ty nejdůležitější. Do této skupiny byly zařazeny hlístice, které jsou známy svými vysoce patogenními účinky, *T. axei* a *H. contortus*. Samotné ovce slouží jako rezervoár *Haemonchus contortus*. Tito dva parazité mají vysokou schopnost přizpůsobit se různým hostitelům (Zaffaroni et al. 2000).

Autoři Halvarsson et al. (2022) se zabývali společenstvy parazitických hlístic u volně žijících přežvýkavců ve Švédsku. Přesněji zkoumali druhové spektrum parazitů srnce obecného (*Capreolus capreolus*), daňka evropského (*Dama dama*), jelena evropského (*Cervus elaphus*) a muflonů. Tato studie uvedla záznamy, že parazitární fauna zaznamenaná u těchto zvířat, obsahuje i parazity pro ně netypické. Nejvyšší zastoupení má slezový parazit s typickým výskytem u ovcí, *Trichostrongylus axei*, který je zastoupen u všech studovaných zvířat. Nelze však ani opomenout výskyt *H. contortus* nebo parazita *T. circumcincta*, kteří jsou typickými parazity ovcí. Z výše uvedených parazitů nejvyšší prelevanci vykazuje *T. axei*, avšak nejvyšší vykazuje u muflonů. Kdežto *H. contortus* má nejvyšší prelevanci u jelenů. Autoři této studie můžeme ovce považovat za zdroj infekce těmito parazity na volně žijící přežvýkavce (Halvarsson et al. 2022).

Podobné výsledky uvádějí ve své studii autoři González et al. (2023), kteří sledovali gastrointestinální zastoupení hlístic u srnců ve Španělsku, v provincii León. Z výsledků uvedených v tabulce si lze povšimnout parazitů, kteří působí u hospodářských zvířat. Nejvíce se zde vyskytují slezový parazit *T. circumcincta* a *T. axei*. S nízkou intenzitou byl také zaznamenán *H. contortus*. V tenkém střevě byli zaznamenáni parazité *T. vitrinus* a *T. colubriformis*, což jsou nejčastější paraziti ovčí. Velkou rozmanitost nalezených parazitů u srnců lze odůvodnit chováním srnčí zvěře. Studovaná provincie León se nachází ve vnitrozemí Španělska na severozápad od Madridu. Srnčí zvěř zde žije v lesích a využívá pastvin, na kterých se pase s jinými přežvýkavci, jak divokými, tak i hospodářskými. Touto společnou pastvou je tedy zapříčiněn bližší kontakt k lidem jak v zemědělských, tak i v městských oblastech. Mláďata byla více napadaná než dospělci. Mláďata mají obecně méně vyvinuté imunitní reakce, kdežto u dospělců jsou lépe vyvinuté (González et al. 2023).

Autoři Kuzmina et al. (2010) prováděli studii, která se zaměřovala na parazitární faunu u srnců evropských na území Ukrajiny. Většina parazitů v této studii jsou parazité širokého spektra. Celkově nejvyšší zastoupení má krvesající hlístice *Haemonchus contortus*, jehož intenzita dosahovala vysokých počtů na jedince, což může vést až k úhynu hostitele. Druhou nejvyšší intenzitu vykazovala nepůvodní hlístice *Ashworthius sidemi*. Intenzita infekce tímto parazitem zde dosahuje hodnot okolo 7000 jedinců, kdežto u *H. contortus* se intenzita pohybuje okolo 3500 jedinců. Avšak prevalence je výrazně nižší u *A. sidemi* než u *H. contortus*. Studie také upozorňuje, že pastviny na Ukrajině jsou často neoploceny, takže se zde může pást jak volně žijící zvěř, tak i hospodářská zvířata. Sdílení pastvin zde vytváří příznivé podmínky pro sdílení parazitů. Výskytem *H. contortus* u divokých srnců se zde potvrzuje hypotéza přenosu parazitů mezi srnci a domácími přežvýkavci *Ashworthius sidemi* byl identifikován u srnců ve všech zkoumaných lokalitách, což potvrzuje jeho postupné šíření (Kuzmina et al. 2010).

Tab. 1 Parazitární infekce včetně referencí

Parazit	Místo	Typický hostitel	Zaznamenan u	Reference
<i>Haemonchus contortus</i>	Slez	Ovce domácí	Srniec obecný (<i>Capreolus capreolus</i>) Jelen evropský (<i>Cervus elaphus</i>)	Boklukbas et al. 2012 Cerutti et al. 2009 Halvarsson et al. 2022 Kuzmina et al. 2009 Pato et al. 2013 Zaffaroni et al. 2000
<i>Ostertagia ostertagi</i>	Slez	Skot domácí	Srniec obecný (<i>Capreolus capreolus</i>) Jelen evropský (<i>Cervus elaphus</i>)	Bolukbas et al. 2012 Zaffaroni et al. 2000
<i>Ostertagia leptospicularis</i>	Slez	Srniec obecný	Ovce domácí	Sinclair et al. 2016
<i>Spiculopteragia spiculoptera</i>	Slez	Srniec obecný (<i>Capreolus capreolus</i>) Jelen evropský (<i>Cervus elaphus</i>) Daněk obecný (<i>Dama dama</i>)	Ovce domácí	Bolukbas et al. 2012 Pato et al. 2013 Zaffaroni et al. 2000
<i>Spiculopteragia assymetrica</i>	Slez	Srniec obecný (<i>Capreolus capreolus</i>) Jelen obecný (<i>Cervus elaphus</i>) Daněk obecný (<i>Dama dama</i>)	Ovce domácí	Bolukbas et al. 2012 Pato et al. 2013 Zaffaroni et al. 2000
<i>Teladorsagia circumcincta</i>	Slez	Ovce domácí	Srniec obecný (<i>Capreolus capreolus</i>) Jelen evropský (<i>Cervus elaphus</i>) Daněk obecný (<i>Dama dama</i>)	González et al. 2023 Halvarsson et al. 2022 Pato et al. 2013
<i>Trichostrongylus axei</i>	Slez	Ovce domácí Skot domácí	Srniec obecný (<i>Capreolus capreolus</i>) Jelen evropský (<i>Cervus elaphus</i>) Daněk obecný (<i>Dama dama</i>)	Bolukbas et al. 2012 González et al. 2023 Halvarsson et al. 2022 Pato et al. 2013 Zaffaroni et al. 2000
<i>Spiculopteragia houdimeri</i>	Slez	Jelen sika (<i>Cervus nippon</i>)	Ovce domácí	Sinclair et al. 2016
<i>Ashworthius sidemi</i>	Slez	Zubr evropský (<i>Bison bonasus</i>) Jelen sika (<i>Cervus nippon</i>) Jelen evropský (<i>Cervus elaphus</i>)	Ovce domácí Skot domácí	Moskwa et al. 2015 Kuzmina et al. 2009

4.5 Antihelmintické rezistence

Antihelmintická léčiva, jsou vysoce účinná a levná metoda, která nebyla užívána vhodným způsobem. Nejčastěji vzniklé chyby jakožto časté nebo nedostatečné dávkování a nadměrné užívání, nebo špatná aplikace vedly k rozsáhlým problémům s výskytem parazitárních rezistencí (Waller 2006; Roeber et al. 2013; Megyesi et al. 2019). Hrozba přenosu hlístic mezi domácími a volně žijícími přežvýkavci je zvýšena, protože v posledních letech právě dochází k nárůstům těchto rezistencí (Megyesi et al. 2019). Tento problém se stal celosvětovým, mimo jiné také negativně ovlivňuje ekonomiku a v současnosti se stal i hlavním problémem veterinární medicíny (Fleming et al. 2006; Roeber et al. 2013; Karonen et al. 2020).

Rezistenci vůči antihelmintikům lze definovat jako sníženou účinnost antihelmintik proti populaci parazitů, která je obecně citlivá vůči tomuto léčivu (Fleming et al. 2006).

Gastrointestinální hlístice mají řadu genetických vlastností, které podporují rozvoj rezistencí. Mezi jedny z nejdůležitějších vlastností patří extrémně velké populace, jež vyplývá z vysoké plodnosti každé hlístice, což poskytuje mimořádně vysokou úroveň genetické diverzity. V důsledku toho mají hlístice genetický potenciál pohotově reagovat na chemické prostředky k zajištění šíření svých odolných genů pohybem hostitelů z farmy na farmu (Fleming et al. 2006). Hlístice mají schopnost si rychle vyvinout rezistenci vůči novým lékům, což je velmi znepokojující, protože je málo pravděpodobné, že budou v budoucnu registrovány nová léčiva (Coop & Kyriazakis 2001). Vývoj nových antihelmintik je nákladný proces, který může trvat desítky let, zatímco parazitární rezistence se mohou vyvinout mnohem rychleji (Roeber et al. 2017). Běžné infekce hospodářských zvířat je stále obtížnější kontrolovat, což vede ke ztrátám na produkci a dlouhodobými životními podmínkami zvířat (Welfare). Samotné Welfare hraje také vysoce důležitou roli. Mezi jeden z hlavních problémů je požadavek na to, aby hospodářským zvířatům byla umožněna co největší svoboda. K tomu, aby zvířata byla ustájena v období pastvy, od jara do podzimu, veřejnost nepřístupuje kladně. Čímž vzniká další problém, který vede k tomu, že je požadováno, aby hospodářská zvířata měla přístup na pastviny během vegetačního období. Kromě toho se hospodářská zvířata na pastvinách pasou delší dobu z ekonomických důvodů, jako je snížení nákladů na ustájení a ruční krmení. Vystavení zvířat delšímu pastevnímu období zvyšuje vystavení zvířat parazitárním onemocněním, což má rozsáhlé následky. Díky tomu také může docházet k potenciálnímu šíření parazitů, kteří jsou rezistentní vůči antihelmintikům (Waller 2006).

Použitím antihelmintik lze potlačit výskyt parazitární infekce určitého druhu. Avšak může dojít k tomu, že potlačíme jeden druh, ale tím se může zvýšit výskyt druhu jiného. Příkladem tomu je užití makrocyclických laktonů, které u telat účinně potlačily *Ostertagia ostertagi*, ale umožnily vznik vyšší patogenní zátěže *Cooperia spp.* a *Nematodirus helvetianus* (Sinclair et al. 2016). Přetrvávání rezistentních hlístic v životním prostředí a v populacích volně žijících nebo domácích přežvýkavců, bude podle autorů Brown et al. (2022) záviset na dynamických interakcích mezi hostitelem a parazitem a dále klimatických a krajinných podmínkách. Změny by mohly změnit diverzitu hlísticové fauny u volně žijících přežvýkavců tak i u domácích přežvýkavců (Brown et al. 2022).

Přenos parazitů včetně těch, kteří jsou rezistentní vůči antihelmintikům, byl prokázán (Brown et al. 2022). Avšak největší potenciální hrozbu pro šíření antihelmintik představují volně žijící přežvýkavci, protože se předpokládá, že divoká zvěř může potencionálně sloužit

jako rezervoár (Megyesi et al. 2019; Barone et al. 2020). Hlístice, které se pravděpodobně přenášejí z domácích na volně žijící přežvýkavce, často mohou obsahovat hlístice rezistentní vůči antihelmintikům. Volně žijící přežvýkavci tedy mohou šířit rezistentní alely z farem na farmy, které se nepotýkají s výskytem rezistentním alel, čímž také tento přenos urychlují (Brown et al. 2022). Tento předpoklad podporovaly také výsledky autorů (Megyesi et al. 2019) kteří, pozorovali zvýšený výskyt antihelmintických rezistencí na místech kde docházelo ke sdílení pastvin společně s volně žijícími přežvýkavci.

Předpokládá se, že divocí přežvýkavci mohou zachycovat a přenášet parazity rezistentní vůči antihelmintikům, ale na druhou stranu také mohou přechovávat neléčené refugium populace, které může být prospěšné pro kontrolu rezistence. Jako pojem refugium rozumíme zachování části populace parazitů, která není vystavena léčbě (Bautista Garfias et al. 2022).

Infekce jsou rutinně léčeny širokospektrými antihelmintiky, která byla do nedávna odvozena pouze od tří chemických tříd, benzimidazol, levamizol, makrocyclický lakton (Roebert et al. 2017). Avšak v současnosti se jejich vývoj značně rozšířil a lze využívat benzimidazoly (albendazol), imidazothiazoly (levamizol), salicylanidy (closantel), deriváty amino-acetonitrilu (monepantel) nebo makrocyclické laktomy (ivermektin). Komerčně dostupná léčiva mohou obsahovat výše uvedené látky samostatně nebo v různých kombinacích (Arsenopoulos et al. 2011). V Evropě byly zaznamenány rezistence vůči benzimidazolům, levamizolu a makrocyclickým laktomům. Nejčastěji vykazují rezistence *H. contortus*, *T. circumcincta*, a *Trichostrongylus spp.* (Claerebout et al. 2020). V současné době se také začínají vyskytovat multirezistence. Multirezistence je definována jako schopnost vytvářet si rezistence vůči třem nebo vícero různých tříd antihelmintik. V současnosti lze pozorovat určité druhy kmenů, u nichž byla zjištěna současná rezistence vůči benzimidazolu, imidazothiazolu, makrocyclických laktomům nebo monepantelu (Arsenopoulos et al. 2011).

5 Diagnostika

Diagnostika je důležitá pro prevenci, která zajišťuje omezení parazitárních onemocnění (Demelash et al. 2016). Přesná diagnóza infekcí způsobených hlísticemi hraje zásadní roli při jejich účinné kontrole, podporuje výzkum jejich epidemiologie a ekologie, což může také velmi pomoci při sledování rezistence populací hlístic vůči antihelmintikům (Roebert et al. 2011; Roebert et al. 2012). Podrobné šetření epidemiologie gastrointestinálních hlístic závisí především na přesných diagnostických metodách (Roebert et al. 2011). Často však není možné určit přesnou diagnózu pouze na základě klinických příznaků, jelikož příznaky jsou u většiny helmitóz podobné. Na základě toho se využívají různé diagnostické metody. Mezi tradiční metody diagnostiky patří koprologia a pitva, avšak koprologie patří mezi ty nejčastější. Koprologie identifikuje rody hlístice na základě morfologických určení z vajíček. Tyto metody jsou však nedostatečné, tak na základě toho vznikly nové, účinnější molekulární metody (Demelash et al. 2016). Obecně platí, že kontrola a léčba onemocnění může být úspěšná pouze tehdy, kdy ji předchází přesné diagnostické techniky (Demelash et al. 2016). Kontrola chorob také hraje důležitou roli při zvyšování živočišné produkce (Vercruyse et al. 2016). Správné

diagnostické techniky jsou důležité pro určení druhové úrovně parazitů (Roeber et al. 2012; Roeber et al. 2013; Demelash et al. 2016).

5.1 Tradiční metody diagnostiky

5.1.1 Intravitální

Tradiční metodou diagnostiky kontroly hlístic u přežvýkavců jsou koprologické testy. Při těchto testech se rody hlístic identifikují na základě morfologie vajíček a infekčních larev nalezených v trusu. Počet vajíček, který je obsažen v jednom gramu trusu umožňuje odhadnout úroveň parazitismu u jednotlivých zvířat a může být použit jako měřítko pro rozhodování o léčbě a kontrole (Roeber et al. 2011). Tyto metody využívají kvantitativní a kvalitativní metody pro detekci a následné počítání parazitárních vajíček (Arsenopoulos et al. 2011). Identifikace vajíček, s některými výjimkami jsou tyto testy nejen obtížné, ale také časově náročné a poskytují jen málo informací o infikujícím druhu. Obvykle neumožňuje specifickou identifikaci a výsledky mohou být odlišné v závislosti na kultivačních podmínkách jako je teplota a relativní vlhkost, což může vést ke zkreslení výsledků (Roeber et al. 2011; Roeber et al. 2017; Santos et al. 2020). Většina vajíček gastrointestinálních hlístic jsou morfologicky nerozlišitelná, pokud se neprohližejí jednotlivě při velkém zvětšení. Při malém zvětšení běžným mikroskopickým vyšetřením jsou nerozlišitelná, takže pro vymezení parazitů ze vzorků trusů na rodové nebo druhové úrovni je kultivace nutná. Jedinou výjimku tvoří vajíčka *Nematodirus* spp., která jsou větší než všechna ostatní (Roeber et al. 2011; Santos et al. 2020). Výhodami této metody je však jednoduchost a nižší finanční nákladnost (Demelash et al. 2016). Výkaly, které jsou určeny k parazitologickému vyšetření, by měly být čerstvé. Možnost odběru je buď přímo z konečníku zvířete, nebo odběrem ze země. Vzorek by měl být čerstvý a chladný, aby se zabránilo líhnutí vajec. Proces líhnutí lze zpomalit chlazením (Demelash et al. 2016).

5.1.1.1 McMasterova metoda

Jedná se o standardní kvantitativní metodu počítání vajíček. Tato metoda je jednou z univerzálně používaných metod pro počítání infikovaných vajíček (Demelash et al. 2016). Jedná se o flotační metodu, která zajišťuje oddělení vajíček od zbytku výkalů, za využití různých flotačních roztoků, které jsou schopny vynášet vajíčka na povrch suspenze (Pereckiéne et al. 2007). Tato metoda také zajišťuje účinnost pro zhodnocení účinnosti antihelmintických přípravků a také zjišťuje rezistence vůči antihelmintikům (Vadlejch et al. 2011).

Tato metoda se využívá ke stanovení přítomnosti vajíček v jednom gramu výkalů. McMasterovo sklíčko se skládá ze dvou skleněných nebo plastových víček, které jsou spojeny dohromady. Mezi plochami horního a dolního víčka jsou vytvořeny dvě komůrky. Tyto komůrky jsou naplněny suspenzí výkalů. Vajíčka hlístic plavou pod horním sklem komůrky, kde je můžeme snadno spočítat, zatímco zbytek výkalů klesá ke dnu, kde se usadí (Demelash et al. 2016).

Vzhledem k širokému rozšíření McMasterových metod je nezbytné pro každou laboratoř zvolit nejvhodnější metodu. U různých modifikací lze zaznamenat rozdíly jako je použití

různých hmostností výkalů, ředení vzorků, přítomností či nepřítomností odstředování, počtem McMasterových počítacích komor (Pereckiéne et al. 2007; Vadlejch et al. 2011).

5.1.1.2 Koprokultura

Většina vajíček gastrointestinálních hlístic je morfologicky nerozlišitelná, pokud se neprohližejí jednotlivě při velkém zvětšení. Při malém zvětšení běžným mikroskopickým vyšetřením jsou nerozlišitelná, takže pro vymezení parazitů ze vzorků výkalů na rodové nebo druhové úrovni je nutná kultivace. Jedinou výjimku tvoří vajíčka *Nematodirus* spp., která jsou výrazně větší než všechna ostatní (Roeber et al. 2011; Santos et al. 2020).

Pro určení rodu je proto potřeba kultivace larev (Roeber et al. 2017). Nejčastěji se koprokultury provádějí pomocí sdružování vzorků. Pro každý sdružený vzorek se použije stejné nebo přibližně stejné množství výkalů od každého zvířete. Výkaly se nadále smíchají s vermikulitem, který napomáhá udržovat vlhkost a udržuje okysličené výkalů, vajíček a larev parazitů. Tato směs výkalů a vermikulitu se inkubuje v pokojové teplotě po dobu 7 – 10 dnů (Verocai et al. 2020). Po vylíhnutí se larvy L3 usmrtí a obarví Lugolovým činidlem, které zvýrazní morfologické znaky, které umožní dle publikovaných informací jejich identifikaci (Roeber et al. 2017; Verocai et al. 2020). Vyskytuje se zde ale značné omezení, vycházející ze skutečnosti, že počet vajíček hlístic u skotu je obecně nižší než u malých přežvýkavců. Tyto metody jsou tedy vhodnější pro zajištění parazitární infekce u ovcí a koz, než sledovat zátěž červy u dospělého skotu (Roeber et al. 2017).

5.1.2 Počet vajíček ve výkalech

Jedná se o nejběžněji užívanou diagnostickou metodu, která slouží k zjištění míry infekce způsobenou gastro – intestinálními hlísticemi. Jedná se o levnou, snadno proveditelnou metodu, která nevyžaduje specializované vybavení. Mezi důležité způsoby použití této techniky patří odhad intenzity infekce, odhad úrovně kontaminace vajíčky helmintů, posouzení účinnosti antihelmintika a také rozhodování o léčbě a kontrole. Počítání vajíček ve výkalech by nemělo sloužit jako základ pro rozhodování o léčbě, ale mělo by sloužit ve spojení s informacemi o stavu výživy, věku (Roeber et al. 2013).

Tato metoda spočívá ve smíchání výkalů s nasyceným roztokem soli nebo cukru, aby vajíčka mohla plavat na povrchu zvolené suspenze. Po vyplavení vajíček na povrch se vajíčka spočítají a jejich počet se převede na počet vajíček na gram. Byly vyvinuty různé metody pro jejich stanovení například jako přímé odstředivé flotační metody, Stolloyovy techniky ředění, Wiscosinské flotační metody a McMasterovy metody. McMasterovy metody jsou nejčastěji používané metody z výše zmíněných metod (Roeber et al. 2013).

5.2 Post – mortální diagnostika

Parazitická pitva je základním nástrojem pro určení epidemiologického vzorce infekcí a pro identifikaci přítomných druhů (Eysker & Ploeger 2000). Nekroptické vyšetření slouží v dnešních dobách hlavně k určení příčiny úhynutí zvířete nebo zjištění náhlé zvýšené

úmrtí ve stádech (Wasle et al. 2017). Pitevní nálezy umožňují rychlou a přesnou diagnózu infekce (Arsenopoulos et al. 2011). Posmrtné vyšetření je velmi cenné, protože poskytuje možnost prozkoumat vše co je uvnitř i vně zvířete. Dále nám poskytuje nejjasnější informace o úrovni parazitární infekce a druhu hlístic, jimiž bylo zvíře infikováno (Demelash et al. 2016).

Tato technika zahrnuje otevření a omytí příslušných částí trávicího traktu a následné vyšetření dílčích vzorků. Byly popsány různé techniky. Hlavní rozdíly, které tyto techniky vyznačují, jsou v počítání hlístic, máčnění či nemáčnění orgánů ve vodě nebo v solném roztoku a v podílu celkového objemu a počtu vyšetřovaných vzorků. V rámci této metody se také využívají síta. Výběr velikosti ok u sít je určen dle postupu počítání. U sít, které mají menší oka, je nám zajištěna vyšší výtěžnost časných L4, avšak nevýhodou je, že ve zkoumaném vzorku jsou zanechávány větší částice nečistot, což vede k prodloužení doby počítání. Malá síta se tedy používají, pouze pokud počítáme L4. Větší síta se využívají, pouze pokud se jedná o studie s účelem potvrzení antihelmintické rezistence (Roeber et al. 2013). Po získání parazitů z trávicího traktu je zapotřebí uchovat je pro pozdější identifikaci a umístit do 70% ethylalkoholu (Demelash et al. 2016).

5.3 Molekulární metody

Morfologické identifikace parazitů se jeví jako nedostatečné. Na základě jejich nedostatečnosti se začaly vyvíjet nové účinnější metody. Molekulární metody přispěly k dosažení významného pokroku při identifikaci rodů nebo druhů gastrointestinálních hlístic na druhové úrovni pomocí vajíček nebo larev získaných z koprokultur (Roeber et al. 2012; Verocai et al. 2020). Tyto metody poskytují nové alternativy k běžně používaným technikám, díky kterým mohou být schopny překonat některá jejich omezení (Roeber et al. 2013). Schopnost zajišťující specificky identifikovat a studovat parazity pomocí metod DNA přinesla nové poznatky o biologii, epidemiologii a ekologii parazitů (Roeber et al. 2013). Molekulární metody slouží k identifikaci DNA, díky níž tak mohou dosáhnout přesných výsledků diagnostických testů, mohou být rychlé a také mohou nahradit konvenční koprologické testy (Roeber et al. 2011).

Pro zásadní vývoj molekulárních diagnostických testů je znalost mechanismů spojených s rezistencí a sníženou citlivostí parazitů (Roeber et al. 2013). Tyto metody mají pomoci při diagnostice parazitických druhů, při sledování prevalence a distribuce parazitů a při zjišťování rezistence k antihelmintikům. Molekulární metody mohou potencionálně pomoci objasnit křížové infekce mezi přežvýkavci, protože jsou přesnější na druhové úrovni a jedná se o důležitý nástroj při diagnostice vůči antihelmintikům (Santos et al. 2020). V budoucnu může sloužit jako preferovaná možnost před koprokulturou a mikroskopickou identifikací (Verocai et al. 2020).

5.3.1 Polymerázové řetězové reakce

Metody, které jsou založeny na polymerázové řetězové reakci, mohou selektivně umocňovat in vitro cílové sekvence DNA ze složitých genomů. Tato metoda si zasloužila velký pokrok v mnoha oblastech biologických věd (Roeber et al. 2013; Moskwa et al. 2014). Při této metodě dochází k denaturaci dvouvláknové DNA, po níž následuje snížení teploty, aby se

mohly oligonukleotidové primery navázat na své vzájemné sekvence. Následně se teplota opět zvýší, aby se zvýšila enzymatická aktivita termostabilní DNA polymerázy vzájemná vlákna z míst primerů. Tento postup se opakuje 20-40krát. Následně dochází k exponenciálnímu nárůstu kopií cílové DNA. Význam této technologie výrazně přispívá v oblasti diagnostické veterinární parazitologie. Přínos spočívá v její schopnosti specificky identifikovat parazity, detekovat infekci a analyzovat genetickou variabilitu, což je velmi důležité díky zvyšujícím se problémům s nárůstem antihelmintických rezistencí (Roeber et al. 2013).

Klíčem ke spolehlivému vývoji této metody je definice jednoho nebo více vhodných cílů DNA na základě sekvenování DNA. Jelikož se jednotlivé geny vyvíjí odlišnou rychlostí, je potřeba, aby vybraná oblast DNA byla dostatečně variabilní v sekvenci, aby umožnila identifikaci parazitů na požadované taxonomické úrovni. K identifikaci parazitů na druhové nebo dílčí genotypy byla použita řada cílových oblastí v jaderném a mitochondriálním genomu. Pro specifickou identifikaci hlístic hospodářských zvířat byla většina pozornosti zaměřena na využití jaderné ribozomální DNA (Roeber et al. 2013). Bylo prokázáno, že první a druhý (ITS1 a ITS2) vnitřní transkribovaný spacer jaderné rDNA zajišťuje spolehlivé genetické identifikátory pro specifickou detekci hlístic hospodářských zvířat (Roeber et al. 2013; Verocai et al. 2020).

V nedávné době také byla vyvinutá molekulární diagnostická metoda nemabiom, která dokáže přesně identifikovat a poskytovat relativní kvantifikaci společenstva druhů gastrointestinálních hlístic, jež infikují hospodářská zvířata. V současnosti byla tato metoda schválena pro parazitární hlístice skotu a bizonů s potenciálním využitím pro další druhy domácích hospodářských zvířat a volně žijících přežvýkavců (Verocai et al. 2020).

6 Závěr

Z výsledků studií uvedených v této bakalářské práci vyplývá, že k přenosu slezových hlístic mezi volně žijícími a domácími přežvýkavci dochází. Přenos ve výše uvedených studiích byl zaznamenán obousměrně. Samotný přenos probíhá na mnoha územích s odlišnými klimatickými poměry. Všechno však také závisí na mnoha faktorech, které samotný přenos ovlivňují. Závisí to na míře kontaktu zvířat mezi pastvinami a volným prostranstvím, množství infikovaných zvířat na pastvinách, klimatických podmínkách a na schopnosti přežití a vývoje volně žijících stádií hlístic. Přenos je partný hlavně v oblastech s neoplocenými pastvinami, kde ke styku mezi zvířaty dochází samovolně. Také vlivem společně sdílených pastvin dochází ke zvýšenému přenosu mezi těmito skupinami.

Dle informací, které dosavadní zdroje poskytují je zřejmé, že místa výskytu volně žijících přežvýkavců hrají významnou roli v jejich parazitárním obsazení. Volně žijící jelenovíti zaznamenaní u pastvin ovcí, nejčastěji vykazovali parazitární obsazení *Haemonchus contortus* a *Trichostrongylus axei*. Tito dva parazité vykazují vysokou adaptabilitu na různé hostitelské druhy. Mnoho autorů studií je označilo za jedny z nejpatogenějších hlístic slezu. Oba parazité také vykazují vysokou prelevanci a intenzitu infekce, avšak *T. axei* převažuje častěji. To může být zapříčiněno tím, že studie probíhaly na lokalitách, které umožňují lepší podmínky pro přežití jeho volně žijících stádií. Mezi druhy jelenovitých však vznikají odlišnosti v míře infekčnosti. Například mezi jelenem a srncem si lze povšimnout, že srnci jsou více infikováni rozmanitější faunou parazitů, než jeleni. Jeleni častěji disponují faunou, která je pro ně typická. Avšak srnci díky své široké rozmanitosti a rozsáhlému výběru stanovišť přirozeně využívají větší množství pastvin. Prostřednictvím tohoto jsou to jedni z nejčastěji infikovaných jelenovitých. V souladu s uvedenými informacemi je možné je označit jako možný rezervoár parazitárních hlístic. Mezi nejčastěji přenášené parazity volně žijících přežvýkavců jsou *O. leptospicularis*, *S. spiculoptera* a *A. sidemi*. Ti způsobují svým působením hostitelům závažné, převážně subklinické problémy přičemž nejvyšší patogenitu vykazuje inazní druh *A. sidemi*. Tento parazit byl nejčastěji zaznamenán v místech mírného podnebí.

Velkou pozornost také v současné době vyžadují antihelmintické léčby. Jejich nedostatečným a nepřesným užíváním se zvyšují počty hlístic, které vůči nim vykazují rezistenci. Zvýšená odolnost těchto hlístic zajišťuje vyšší úmrtnost u hospodářských zvířat. Značný problém zde představují volně žijící přežvýkavci, kteří mohou sloužit jako rezervoár těchto hlístic. Mohou také umožňovat přenos rezistentních kmenů na farmy, které se nepotýkají s rezistentními kmeny hlístic. Přenos je nejčastěji v těchto případech zaznamenán z hospodářských zvířat na volně žijící přežvýkavce.

Přenos byl potvrzen v obou směrech, tedy jak jak mezi hospodářských zvířat na volně žijícími přežvýkavce, tak i v opačném směru. Možným řešením je omezit kontakt mezi zvířaty na pastvinách a koordinovat opatření v oblastech, kde k přenosu dochází. Případně redukovat počty srnců, kteří svými vysokými počty hrají v této problematice významnou roli.

7 Literatura

- Anděra M, & Červený J. 2009. Velcí savci v České republice – rozšíření, historie a ochrana ISBN: 978-80-7036-263-1.
- Archie EA, & Ezenwa VO. 2011. Population genetic structure and history of generalist parasite infecting multiple sympatric host species. *International journal for parasitology* **41**: 89-90.
- Albrechtová M, Langrová I, Vadlejš J, & Špakulová M. 2020. A revised checklist of *Cooperia* nematodes (Trichostrongyloidea), common parasites of wild domestic ruminants. *Helminthologia* **57**:280-287.
- Arsenopoulos KV, Fthenakis GC, Katsarou EI, & Papadopoulos E. 2021. Haemonchosis: A Challenging Parasitic Infection of Sheep and Goats. *Animals* **11**:363.
- Acerini CI, Morris S, Morris A, Kenyon M, McBean D, Pemberton JM, & Albery GF. 2022. Helminth parasites decrease survival probability in young red deer. *BioRxiv*. 3-4.
- Balic A, Bowles VM, & Meeusen ENT. 2000. The immunobiology of gastrointestinal nematodes in ruminants. *Advances in parasitology* **45**:83-186.
- Basabe J, Eiras DF, & Romero JR. 2008. Nutrition and gastrointestinal parasitism in ruminant production. *Archivos de Zootechnica* **58**:131-144.
- Bartoš L, Kotrba R, & Pintíř J. 2010. Ungulates and their management in the Czech Republic. *European ungulates and their management in the 21st century Cambridge university press*:243-260.
- Bolukbas CS, Gurler AT, Beyhan YE, Acici M, & Umur S. 2012. Helminths of roe deer (*Capreolus capreolus*) in the Middle Black Sea Region of Turkey. *Parasitology international* **61**:729-730.
- Blackburn PJ, Carmichael IH, Walked – Brown SW, & Greenslade S. 2015. Use of developmental temperature and gastrointestinal tract location to isolate pure *Trichostrongylus vitrinus* from mixed, naturally acquired trichostrongylid infections in sheep. *Australian veterinary journal* **93**:221.
- Belova O, & Šežikas K. 2017. Dynamics and sustainable use of moose (*Alces alces*) population. *Baltic forestry* **23**:711-712.
- Barone CD, Wit J, Hoberg EP, Gilleard JS, Zarlenga DS. 2020. Wild ruminants as reservoirs of domestic livestock gastrointestinal nematodes. *Veterinary parasitology* **279**:1-2.

Bautista-Garfias CR, Castañeda-Ramírez GS, Estrade-Reyes, ZM, Soares FEF, Ventura-Cordero J, Pech-González PG, Morgan ER, Soria-Ruiz J, Guillén-López G, & Marcelino-Aguilar L. 2022. A Review of the Impact of Climate Change on the Epidemiology of Gastrointestinal Nematode Infections in Small Ruminants and Wildlife in Tropical Conditions. *Pathogens* **11**:4-6.

Coop RL, & Kyriazak I. 2001. Influence of host nutrition on the development and consequences of nematode parasitism in ruminants. *Trends in parasitology* **17**:325-326.

Cerutti MC, Citterio CV, Bazzocchi, C, Epis S, D'Amelio S, Ferrari N, & Lanfranchi P. 2009. Genetic variability of *Haemonchus contortus* (Nematoda: Trichostrongyloidea) in alpine ruminant host species. *Journal of Helminthology* **84**:276–283.

Craig TM. 2018. Gastrointestinal Nematodes, Diagnosis and Control. *Veterinary clinics of North America: Food Animal Practice* **34**:185-193.

Claerebout E, Wilde ND, Mael EV, Casaert S, Velde FV, Roeber F, Veloz PV, Levecke B, & Geldhof P. 2020. Anthelmintic resistance and common worm control practices in sheep farms in Flanders, Belgium. *Veterinary parasitology: Regional studies and reports* **20**:1-2.

Drozd J, Demiaszkiewicz AW, & Lachowicz J. 1998. *Ashworthius sidemi* [Nematoda, Trichostrongylidae] a new parasite of the European bison *Bison bonasus* [L.] and the question of independence of *A.gagarini*. *Acta parasitologica* **43**:75-80.

Dehority BA. 2002. Gastrointestinal Tracts of Herbivores, Particularly the Ruminant: Anatomy, Physiology and Microbial Digestion of Plants. *Journal of Applied Animal Research* **21**:145-160.

Delano ML, Mischler SA, & Underwood WJ. 2002. Biology and diseases of ruminants: sheep, goats and cattle. *Laboratory animal medicine* **2**:592-593.

Drózd J, Demiaszkiewicz AW, & Lachowicz J. 2003. Expansion of the asiatic parasite *Ashworthius sidemi* (Nematoda, Trichostrongylidae) in wild ruminants in Polish territory. *Parasitology research* **89**:94.

Dvořák J, & Palyzová L. 2016. Analysis of the development and spatial distribution of sika deer (*Cervus nippon*) populations on the territory of the Czech Republic. *Acta universitatis agriculturae et silviculturae mendelianae brunensis* **64**:1507-1508.

Demelash K, Abebaw M, Negash A, Alene B, Zemene M, & Tilahun M. 2016. A Review on Diagnostic Techniques in Veterinary Helminthology. *Nature and science* **14**:109- 116.

Eysker M, & Ploeger HW. 2000. Value of present diagnostic methods for gastrointestinal nematode infections in ruminants. *Parasitology* **120**:109-119.

- Emery DL, Hunt PW, & Jambre LFL. 2016. *Haemonchus contortus*: the then and now, and where to from here?. *International journal for parasitology* **46**:1.
- Fleming SA, Craig T, Kaplan RM, Miller JE, Navarre, Ch, & Rings, M. 2006. Anthelmintic resistance of gastrointestinal parasites in small ruminants. *Journal of veterinary internal medicine* **20**:435.
- Gordon IT, & Illius AW. 1988. Incisor arcade structure and diet selection in ruminants. *Functional ecology* **2**:15.
- Gordon IT, Illius AW, & Milne JD. 1996. Sources of variation in the foraging efficiency of grazing ruminant. *Functional ecology* **10**:219-226.
- Gasbarre LC. 1997. Effects of gastrointestinal nematode infection on the ruminant immune system. *Veterinary Parasitology* **72**:327-333.
- Gelberg HB. 2014. Comparative Anatomy, Physiology, and Mechanisms of Disease Production of the Esophagus, Stomach, and Small Intestine. *Toxicologic pathology* **42**:55-56.
- Ghatee MA, Malek Hosseini SAA, Marashifard M, Karamian M, Taylor WR, Jamshidi A, Mobedi I, & Azamehr H. 2020. Phylogenetic analysis of *Trichostrongylus vitrinus* isolates from southwest Iran. *Parasites and Vectors* **553**:1 – 2.
- Gaowa N, Li W, Murphy B, & Cox MS. 2021. The effects of artificially dosed adult rumen contents on abomasal transcriptome and associated microbial community structure in calves. *Genes* **12**:1-2.
- Gareh A, et al. 2021. Epidemiological, Morphological, and Morphometric Study on *Haemonchus* spp. Recovered From Goats in Egypt. *Frontiers in veterinary science* **8**:2.
- Gyeltshen T, Kahn LP, & Laurenson YCSM. 2022. Ecology of the free-living stages of *Trichostrongylid* parasites of sheep. *Veterinary parasitology* **303**:1-14.
- González S, Del Rio, ML, Díez-Baños N, Martínez A, & Hidalgo MdR. 2023. Contribution to the Knowledge of Gastrointestinal Nematodes in Roe Deer (*Capreolus capreolus*) from the Province of León, Spain: An Epidemiological and Molecular Study. *Animals* **13**:1-26.
- Hoberg EP, Kocan AA, & Rickard, LG. 2001. Gastrointestinal Strongyles in Wild Ruminants. *Endoparasites*:193 – 195.
- Hoberg EP, Abrams A, Carreno RA, Lichtenfels JR. 2002. *Ashworthius patriciapilittae* n. sp. (*Trichostrongyloidea*: *Haemonchinae*), an abosomal nematode in *odocoileus virginianus* from Costa Rica, and a new record for the species of the genus in the Western Hemisphere. *Journal of parasitology* **88**:1187.

Hurley WL, & Theil PK. 2011. Perspectives on Immunoglobulins in Colostrum and Milk. *Nutriens* **3**:442-474.

Halvarsson P, Baltrušis P, Kjellander P, & Högglund J. 2022. Parasitic strongyle nemabiome communities in wild ruminants. *Parasites & vectors* **15**:1-15.

Charlier J, Högglund J, Von Samson – Himmelstjerna G, Dorny P, & Vercruyse J. 2009. Gastrointestinal nematode infections in adult dairy cattle: Impact on production, diagnosis and control. *Veterinary parasitology* **164**:71.

Chintoan – Uta C, Morgan ER, Skuce PJ, & Coles GC. 2014. Wild deer as potential vectors of anthelmintic-resistant abomasal nematodes between cattle and sheep farm. *The royal society* **281**:1-8.

Charlier J, Högglund J, Morgan ER, Geldhof P, Vercruyse J, & Claerebout E. 2020. Biology and Epidemiology of Gastrointestinal Nematodes in Cattle. *Veterinary clinics of North America: Food Animal Practice* **36**:1-10.

IUCN Red List of Threatened Species. 2008. International Union for Conservation of Nature and Nature Resources, Cambridge. Available at <https://www.iucnredlist.org/species/42188/10656554> (accessed April 25, 2024).

IUCN Red List of Threatened Species. 2015. International Union for Conservation of Nature and Nature Resources, Cambridge. Available at <https://www.iucnredlist.org/species/41788/22155877> (accessed April 25, 2024).

IUCN Red List of Threatened Species. 2016. International Union for Conservation of Nature and Nature Resources, Cambridge. Available at <https://www.iucnredlist.org/species/56003281/22157381> (accessed April 25, 2024).

IUCN Red List of Threatened Species. 2016. International Union for Conservation of Nature and Nature Resources, Cambridge. Available at <https://www.iucnredlist.org/species/42395/22161386> (accessed April 25, 2024).

IUCN Red List of Threatened Species. 2018. International Union for Conservation of Nature and Nature Resources, Cambridge. Available at <https://www.iucnredlist.org/species/55997072/142404453> (accessed April 25, 2024).

Johansson A, Liberg O, & Walhstrom JK. 1995. Temporal and Physical Characteristics of Scraping and Rubbing in Roe Deer (*Capreolus capreolus*). *Journal of Mammalogy* **76**:123-129.

- Jas R, Hembram A, Das S, Pandit S, Baidya S, & Khan M. 2022. Impact of climate change on the free-living larval stages and epidemiological pattern of gastrointestinal nematodes in livestock. *Indian journal animal health* **61**:83-94.
- Kotrla A, Kotrly A, & Kozdon O. 1976. Studies on the specificity of the nematodes *Asworthius sidemi* Schulz, 1933. *Acta Veterinaria* **45**:123-126.
- Kuzmina TA, Kharchenko VA, & Malega AM. 2010. Helminth fauna of roe deer (*Capreolus capreolus*) in Ukraine: Biodiversity and parasite community. *Vestnik zoologii* **44**:15-21.
- Kiontke K, & Fitch DHA. 2013. Nematodes. *Current Biology* **23**:1-3.
- Kuznetsov D, Romashova N, & Romahov B. 2018. The first detection of *Ashworthius sidemi* (Nematoda, Trichostrongylidae) in roe deer (*Capreolus capreolus*) in Russia. *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports* **14**:200.
- Karonen M, Ahern JR, Legroux L, Suvanto J, Engstrom MT, Sinkkonen J, Salminen JP, & Hoste H. 2020. Ellagitannins inhibit the exsheathment of *Haemonchus contortus* and *Trichostrongylus colubriformis* larvae: The efficiency increases together with the molecular size. *Journal of agricultural and food chemistry* **68**:4176.
- Kuznetsov D. 2021. The First Detection of Abomasal Nematode *Ashworthius sidemi* in Fallow Deer (*Dama dama*) in Russia. *Acta Parasitologica* **67**:560.
- Klich D, Didkowska A, Pyziel – Serafin AM, Perlińska – Teresiak M, Wołoszyn-Gałęza A, Żoch K, Balcerak M, & Olech W. 2023. Contact between European bison and cattle from the cattle breeders' perspective, in the light of the risk of pathogen transmission. *Plos One* **18**:1-14.
- Liénard E, Depaquit J, & Ferté H. 2006. *Spiculoptera mathevossiani* Ruchliadev, 1948 is the minor morph of *Spiculoptera spiculoptera* (Gushanskaya, 1931): molecular evidence. *Veterinary research* **37**:683.
- Langrová I, Makovcová K, Vadlejch J, Jankovská I, Pertýl M, Fechtner J, Keidl P, Lytvynets A, & Borkovcová M. 2008. Arrested development of sheep strongyles: onset and resumption under field conditions of Central Europe. *Parasitology research* **103**:387.
- Lehrter V, Jouet D, Liénard E, Decors A, & Patrelle C. 2016. *Ashworthius sidemi* Schulz, 1933 and *Haemonchus contortus* (Rudolphi, 1803) in cervids in France: integrative approach for species identification. *Infection, Genetics and Evolution* **46**:94-95.
- Mysterud A. 1999. Seasonal migration pattern and home range of roe deer (*Capreolus capreolus*) in an altitudinal gradient in southern Norway. *Journal of zoology* **247**:479-480.

- MacLennan K, McLean K, & Knox DP. 2004. Serpin expression in the parasitic stages of *Trichostrongylus vitrinus*, an ovine intestinal nematode. *Parasitology* **130**:349-350.
- Moskwa B, Bién J, Cybulska A, Kornacka A, Krzysiak M, Cencek T, & Cabaj W. 2015. The first identification of a blood-sucking abomasal nematode *Ashworthius sidemi* in cattle (*Bos taurus*) using simple polymerase chain reaction (PCR). *Veterinary parasitology* **211**:106-109.
- Meradi S, Cabaret J, & Bentounsi B, 2016. Arrested development of abomasal trichostrongylid nematodes in lambs in a steppe environment (North-Eastern Algeria). *Parasite* **23**:1-2.
- McMahon C, Edgar HWJ, Barley JP, Hanna REB, Brennan GP, & Fairweather I. 2017. Control of *Nematodirus* spp. infection by sheep flock owners in Northern Ireland. *Irish Veterinary Journal* **70**:2.
- Megyesi ŠL, Konigová L, Babják M, Molnár L, Rajský M, Szestáková E, Major Peter, Soroka J, Dolinská MU, Komáromyová M, & Várady M. 2019. Wild ruminants as a potential risk factor for transmission of drug resistance in the abomasal nematode *Haemonchus contortus*. *European journal of wildlife research* **66**:1-6.
- Magdálek J, Makovický P, & Vadlejch J. 2021. Nematode-induced pathological lesions and alterations of mucin pattern identified in abomasa of wild ruminants. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife* **14**:62-63.
- Magdálek J, Bourgoïn G, & Vadlejch J. 2022. Non-native Nematode *Ashworthius sidemi* Currently Dominates the Abomasal Parasite Community of Cervid Hosts in the Czech Republic. *Frontiers in veterinary science* **9**:1-11.
- Morgan ER, Segonds-Pichon A, Ferté H, Duncan P, & Cabaret J. 2023. Anthelmintic Treatment and the Stability of Parasite Distribution in Ruminants. *Animals* **13**:1-13.
- Magdálek J, Škorpíková L, McFarland Ch, & Vadlejch J. 2023. An alien parasite in a changing world – *Ashworthius sidemi* has lost its traditional seasonal dynamics. *Veterinary Science* **10**:2.
- Nadler S, Hoberg EP, Hudspeth DSS, & Rickard LG. 2000. Relationships of *Nematodirus* species and *Nematodirus Battus* isolates (Nematoda: Trichostrongyloidea) based on nuclear ribosomal DNA sequences. *Journal of parasitology* **86**:588.
- Nazarbeigy M, Yakhchali M, & Pourahmad F. 2020. First Molecular Characterization and Seasonality of Larvae of Trichostrongylid Nematodes in Arrested Development in the Abomasum of Iranian Naturally Infected Sheep. *Acta Parasitologica* **66**:193-194.
- Nazis A. et al. 2021. Antinematode activity of abomasum bacterial culture filtrates against *Haemonchus contortus* in small ruminants. *Antimicrobial Resistance in Veterinary Medicine and Public Health* **11**:2-17.

- O'Connor LJ, Walkden-Brown SW, & Kahn LP. 2006. Ecology of the free-living stages of major trichostrongylid parasites of sheep. *Veterinary parasitology* **142**:2-3.
- O'Connor LJ, Kahn LP, & Walked-Brown SW. 2007. Moisture requirements for the free-living development of *Haemonchus contortus*: Quantitative and temporal effects under conditions of low evaporation. *Veterinary parasitology* **150**:128-129.
- Pereckienė A, Kaziūnaitė V, Vyšniauskas A, Petkevičius S, Malakauskas A, Šarkūnas M, & Taylor MA. 2007. A comparison of modifications of the McMaster method for the enumeration of *Ascaris suum* eggs in pig faecal samples. *Veterinary Parasitology* **149**:111–116.
- Pato FJ, Vázquez L, Díez-Baños N, López C, Sánchez-Andrade R, Fernández G, Díez-Baños P, Panadero R, Díaz P, & Morrondo P. 2013. Gastrointestinal nematode infections in roe deer (*Capreolus capreolus*) from the NW of the Iberian Peninsula: Assessment of some risk factors. *Veterinary parasitology* **196**:136-142.
- Preston S, Dunphy J, Beddoe T, Meeusen E, & Young A. 2015. Evaluation of the Role of Galectins in Parasite Immunity. *Methods in molecular biology* **1207**:383.
- Peréz Barbería FJ. 2017. Scaling methane emissions in ruminants and global estimates in wild populations. *Science of The Total Environment* **579**:1572-1580
- Peréz Barbería FJ. 2020. The ruminant: Life history and digestive physiology of a symbiotic animal. *Sustainable and enviromnetally friendly dairy farms, Springerbriefs in applied sciences and technology*:19-44.
- Roy EA, Hoste H, & Beveridge I, 2004. The effects of concurrent experimental infection of sheep with *Trichostrongylus colubriformis* and *T. vitrinus* on nematode distributions, numbers and on pathological changes. *Parasite journal* **11**:293-296.
- Rinaldi M, Dreesen L, Hoorens PR, Li RW, Clarebout E, Goddeeris B, Vercruysse J, Broek WVD, & Geldhof P. 2011. Infection with the gastrointestinal nematode *Ostertagia ostertagi* in cattle affects mucus biosynthesis in the abomasum. *Veterinary research* **42**:1.
- Roeber F, Jex AR, Campbell AJD, Campbell BE, Anderson GA, & Gasser RB. 2011. Evaluation and application of a molecular method to assess the composition of strongylid nematode populations in sheep with naturally acquired infections. *Infection, genetics and evolution* **11**:849-850.
- Roeber F, Larsen JWA, Anderson N, Campbell AJD, Anderson GA, Gasser RB, & Jex A. R. 2012. A Molecular Diagnostic Tool to Replace Larval Culture in Conventional Faecal Egg Count Reduction Testing in Sheep. *Plos one* **7**:1-2.

Roeber F, Jex AR, & Gasser RB. 2013. Impact of gastrointestinal parasitic nematodes of sheep, and the role of advanced molecular tools for exploring epidemiology and drug resistance - an Australian perspective. *Parasites & Vectors* **6**:1- 10.

Roeber F, Jex AR., & Gasser RB. 2013. Advances in the diagnosis of key gastrointestinal nematode infections of livestock, with an emphasis on small ruminants. *Biotechnology advances* **31**:1135-1152.

Rose H, Hoar B, Kutz SJ, & Morgan, E. R. 2014. Exploiting parallels between livestock and wildlife: Predicting the impact of climate change on gastrointestinal nematodes in ruminants. *Parasitech and wildlife* **3**:212.

Rose H, Wang T, Van Dijk J, & Morgan ER. 2015. GLOWORM-FL: A simulation model of the effects of climate and climate change on the free-living stages of gastro-intestinal nematode parasites of ruminants. *Ecological modelling* **297**:232-233.

Reece WO, Erickson HH, Goff JP, & Uemura EE. 2015. *Dukes' Physiology of Domestic Animals* Wiley Blackwell **13**:522-528.

Roeber F. et al. 2017. An automated, multiplex-tandem PCR platform for the diagnosis of gastrointestinal nematode infections in cattle: An Australian-European validation study. *Veterinary parasitology* **239**:62-63.

Rompotl D, Bláhová A, Anderas M, Chumanová E, Andera M, & Červený J. 2017. Current distribution and habitat preferences of red deer and Eurasian elk in the Czech Republic. *European journal of enviromental sciences* **7**:50-61.

Selinger LB, Forsberg CW, & Cheng KJ. 1996. The Rumen: A Unique Source of Enzymes for Enhancing Livestock Production. *Anaerobe* **2**:263-284.

Simspon HV 2000. Pathophysiology of abomasal parasitism: Is the host or parasite responsible?. *The veterinary journal* **160**:177-178.

Sciacca J, Forbes WM, Ashton FT, Lombardini E, Gamble HR, & Schad GA. 2002. Response to carbon dioxide by the infective larvae of three species of parasitic nematodes. *Parasitology international* **51**:53.

Shaw RJ, McNeill MM, Maass DR, Hein WR, Barber TK, Wheeler M, Morris ChA, & Shoemaker ChB. 2003. Identification and characterisation of an aspartyl protease inhibitor homologue as a major allergen of *Trichostrongylus colubriformis*. *International journal for parasitology* **33**:1233.

- Saddiqi HA, Jabbar A, Sarwar M, Iqbal Z, Muhammad G, Nisa M, & Shahzad A. 2010. Small ruminant resistance against gastrointestinal nematodes: a case of *Haemonchus contortus*. *Parasitology research* **109**:1484.
- Sommer RJ, & Bumbarger DJ. 2012. Nematode model systems in evolution and development. *WIREs* **1**:389.
- Sultan K, Omar M, Makouloutou P, Kaneshiro Y, Saita E, Yokoyama M, Suzuki K, Hosoi E, & Sato H. 2012. Molecular genetic conspecificity of *Spiculoptera houldemeri* (Schwartz, 1926) and *S. andreevae* (Drózdź, 1965) (Nematoda: Ostertagiinae) from wild ruminants in Japan. *Journal of Helminthology* **88**:2.
- Sinclair R, Melville L, Sargison F, Kenyon F, Nussey D, Watt K, & Sargison Neil. 2016. Gastrointestinal nematode species diversity in Soay sheep kept in a natural environment without active parasite control. *Veterinary parasitology* **227**:1-7.
- Santos LL, Salgado JA, Drummond MG, Bastianetto E, Santos CP, Brasil BSAF, Taconeli CA, & Oliviera DAA. 2020. Molecular method for the semiquantitative identification of gastrointestinal nematodes in domestic ruminants. *Parasitology research* **119**:1-2.
- Szewc M, De Wall T, & Zintl A. 2021. Biological methods for the control of gastrointestinal nematodes. *The veterinary journal* **268**:1.
- Šustr P. 2013. *Jelenovití na Šumavě. Vimperk. Správa NP a CHKO Šumava*. ISBN 78-80-87257-18-0.
- Tariq KA. 2014. A Review of the Epidemiology and Control of Gastrointestinal Nematode Infections of Small Ruminants. *Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences* **85**:693-698.
- Tak IuR, Dar SA, Dar JS, Ganai BA, Chishti MZ, & Ahmad F. 2014. A Brief Study of Morphology of *Haemonchus contortus* and its Hematophagous Behaviour. *Global Veterinaria* **13**:960-965.
- Umur S, Guler AT, Beyhan YE, Bolukbas CS, & Acici M. 2011. New Nematode Species for Turkey Helminth Fauna in Roe Deer (*Capreolus capreolus*), *Spiculoptera spiculoptera* (Guschanskaia, 1931) and *Minor Morph S. (Rinadia) mathevossiani* (Ruchliadev, 1948). *Kafaks universitesi veteriner fakultesi Dergisi* **17**:650.
- Van Wyk J A, Cabaret, J, & Michae L. M. 2004. Morphological identification of nematode larvae of small ruminants and cattle simplified. *Veterinary parasitology* **119**:278.
- Van Dijk J, & Morgan ER. 2007. The influence of temperature on the development, hatching and survival of *Nematodirus battus* larvae. *Parasitology* **135**:269.

- Vadlejch J, Pertýl M, Zaichenko I, Čadková Z, Jankovská I, Langrová I, Moravec M, 2011. Which McMaster egg counting technique is the most reliable? *Parasitology research* **109**:1387-1364.
- Vadlejch J, Kyriánová IA, Rylková K, Zikmund M, & Langrová I. 2017. Health risks associated with wild animal translocation: a case of the European bison and an alien parasite. *Biological Invasions* **19**:1121-1125.
- Vercruyse J, Charlier J, Van Dijk J, Morgan ER, Geary T, Von Samson-Himmelstjerna G, & Claerebout E. 2018. Control of helminth ruminant infections by 2030. *Parasitology* **145**:1-2.
- Verocai GG, Chaudhry UN, & Lejeune M. 2020. Diagnostic Methods for Detecting Internal Parasites of Livestock. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* **36**:125–143.
- Verheyden H, Richomme C, Sevila J, Merlet J, Lourtet B, Chaval Y, & Hoste H. 2020. Relationship between the excretion of eggs of parasitic helminths in roe deer and local livestock density. *Journal of Helminthology* **94**:1-2.
- Waller JP. 2006. From discovery to development: Current industry perspectives for the development of novel methods of helminth control in livestock. *Veterinary parasitology* **139**:5-6.
- Wyrobizs A, Kowal J, & Nosal P. 2015. Insight into species diversity of the Trichostrongylidae Leiper, 1912 (Nematoda: Strongylida) in ruminants. *Veterinary parasitology* **204**:639.
- Wasle K, Pospischil A, Hassig M, Gerspach C, & Hilbe M. 2017. The Post-mortem Examination in Ruminants and its Possible Benefit to Ruminant Clinical Medicine. *Journal of comparative pathology* **156**:1-2.
- Wyrobisz – Papiewska A, Kowal J, Nosal P, Chovancová G, & Rebein S. 2018. Host specificity and species diversity of the Ostertagiinae Lopez-Neyra, 1947 in ruminants: a European perspective. *Parasites & Vectors* **11**:1-2.
- Wyrobisz – Papiewska A, Kowal J, Lopienska – Biernat E, Nosal P, Polak I, Paukšto L, & Rehbein, S. 2021. Morphometric and Molecular Analyses of *Ostertagia leptospicularis* Assadov, 1953 from Ruminants: Species Diversity or Host Influence?. *Animals* **11**:1-2.
- Youssefi MR, Hoseini SH, Mobedi I, Hosseini SM, & Ekrami B. 2014. *Spiculopteragia asymmetrica* infection in *Cervus elaphus* from Iran. *Veterinary research forum* **5**:78.

Zaffaroni E, Manfredi MT, Citterio C, Sala M, Piccolo G, & Lanfranchi P. 2000. Host specificity of abomasal nematodes in free ranging alpine ruminants. *Veterinary parasitology* **90**:227-228.

Zajac AM, & Garza J. 2020. Biology, Epidemiology, and Control of Gastrointestinal Nematodes of Small Ruminants. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* **36**:74-75.