

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra zoologie a rybářství



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

Kokcidie rodu *Eimeria* u lam

Bakalářská práce

Kristýna Pancová

Zoorehabilitace a asistenční aktivity se zvířaty

Ing. Iveta Angela Kyriánová, Ph.D.

© 2024 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Kokcidie rodu *Eimeria* u lam" 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 20. 4. 2024

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala své vedoucí bakalářské práce Ing. Ivetě Angele Kyriánové, Ph.D. za cenné rady, doporučení, trpělivost a ochotu při vedení této práce.

Kokcidie rodu *Eimeria* u lam

Souhrn

Tato bakalářská práce pojednává o kokcidiích rodu *Eimeria* u všech druhů lam, konkrétně *Lama guanicoe*, *Lama glama*, *Lama (Vicugna) pacos* a *Vicugna vicugna*. Mezi kokcidie rodu *Eimeria*, které parazitují u lam patří *Eimeria lamae*, *Eimeria alpaca*, *Eimeria punoensis*, *Eimeria ivitaensis*, *Eimeria macusaniensis* a *Eimeria peruviana*. V rámci práce jsou shrnuty nejen informace týkající se kokcidií rodu *Eimeria* jako je vývojový cyklus, možnosti diagnostiky, příznaky podle jednotlivých druhů, léčba a prevence, ale také obecné informace o ektoparazitech a endoparazitech u lam. V neposlední řadě jsou zde představeny informace o chovu lam a jejich biologii a fyziologii gastrointestinálního ústrojí, na který mají kokcidie rodu *Eimeria* přímý a největší dopad.

Problematika kokcidií rodu *Eimeria* u lam je, na rozdíl od jiných druhů zvířat jako je drůbež nebo ovce, poměrně nepopsaná a neprozkoumaná oblast. U většiny druhů rodu *Eimeria* u lam není známý jejich vývojový cyklus ani schválená oficiální léčba. Často se tak vychází pouze z obecných informací nebo se aplikují léčebné postupy pro jiné druhy zvířat, které jsou mnohdy pro lamy neefektivní, a dokonce někdy nebezpečné.

Cílem práce je formou literární rešerše představit problematiku tohoto druhu kokcidií u lam a jejich vlivu na zájmové a produkční chovy.

Klíčová slova: prvok, parazit, trávicí trakt, lama

Coccidia of the genus *Eimeria* in llamas

Summary

This bachelor thesis deals with coccidia of the genus *Eimeria* in all species of llamas, particularly *Lama guanicoe*, *Lama glama*, *Lama (Vicugna) pacos* and *Vicunga vicunga*. Coccidia of the genus *Eimeria* that parasitise llamas include *Eimeria lamae*, *Eimeria alpaca*, *Eimeria punoensis*, *Eimeria ivitaensis*, *Eimeria macusaniensis* and *Eimeria peruviana*. This thesis summarizes not only information related to coccidia of the genus *Eimeria* such as the life cycle, diagnostic possibilities, symptoms by species, treatment and prevention, but also general information on ectoparasites and endoparasites in llamas. Last but not least, information on llama management and their biology and physiology of the gastrointestinal tract, which is directly and most affected by *Eimeria* coccidiosis.

The issue of coccidia of the genus *Eimeria* in llamas, unlike other species such as poultry or sheeps, is a relatively undescribed and unexplored area. For most *Eimeria* species in llamas, neither their life cycle nor approved official treatments are known. As a result, often only general information is used or treatments for other species are applied, which are often ineffective and sometimes even dangerous for llamas.

The main goal of this thesis is to present, by means of a literature search, the issue of this type of coccidia in llamas and its impact on livestock and production breeding.

Keywords: protozoan, parasite, gastrointestinal tract, llama

Obsah

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | ÚVOD..... | 8 |
| 2 | CÍL PRÁCE..... | 9 |
| 3 | LITERÁRNÍ REŠERŠE | 10 |
| 3.1 | Parazitismus | 10 |
| 3.2 | Ektoparazité lam..... | 11 |
| 3.3 | Endoparazité lam..... | 12 |
| 3.3.1 | Kokcidie rodu <i>Eimeria</i> | 14 |
| 4 | LAMY | 25 |
| 4.1 | Taxonomie..... | 25 |
| 4.1.1 | <i>Lama glama guanicoe</i> | 26 |
| 4.1.2 | <i>Lama glama</i> | 27 |
| 4.1.3 | <i>Lama (Vicugna) pacos</i> | 27 |
| 4.1.4 | <i>Vicugna vicugna</i> | 27 |
| 4.2 | Krmení a výživa..... | 27 |
| 4.3 | Gastrointestinální trakt..... | 28 |
| 4.3.1 | Dutina ústní..... | 29 |
| 4.3.2 | Jazyk a pysky..... | 29 |
| 4.3.3 | Zuby..... | 29 |
| 4.3.4 | Oropharynx | 30 |
| 4.3.5 | Jícen..... | 30 |
| 4.3.6 | Žaludek..... | 30 |
| 4.3.7 | Střeva | 32 |
| 5 | KOKCIDIE RODU <i>EIMERIA</i> U LAM | 34 |
| 5.1 | Malé kokcidie | 35 |
| 5.1.1 | <i>Eimeria alpaca</i> | 35 |
| 5.1.2 | <i>Eimeria lamae</i> | 36 |
| 5.1.3 | <i>Eimeria punoensis</i> | 36 |
| 5.2 | Velké kokcidie..... | 36 |
| 5.2.1 | <i>Eimeria ivitaensis</i> | 36 |
| 5.2.2 | <i>Eimeria macusaniensis</i> | 37 |
| 5.3 | Příznaky | 38 |
| 5.3.1 | Diarea | 39 |

| | | |
|-----|--|----|
| 5.4 | Léčba | 40 |
| 5.5 | Prevence | 41 |
| 6 | ZÁVĚR | 42 |
| 7 | LITERATURA | 43 |
| 8 | SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ | 47 |
| 9 | SEZNAM TABULEK | 48 |
| 10 | SEZNAM OBRÁZKŮ | 48 |
| 11 | SAMOSTATNÉ PŘÍLOHY | I |

1 Úvod

Lamy, označované také jako „velbloudovití Jižní Ameriky (SAC)“ nebo „velbloudovití nového světa (NWC's)“ tvoří společně s dromedáry a velbloudy čeleď velbloudovití (Niehaus 2022).

Pro hospodářství, obzvláště v jejich původní oblasti výskytu – Jižní Americe, jsou lamy velmi významným zvířetem. Jsou chovány také pro mléko, maso, kůži, kožešinu, vlnu, přepravu zboží, přehlídky, jako zájmová zvířata, pro přepravu lidí a někdy také jako obětní zvířata (Sedláková 2021).

Obliba lam neustále roste a jejich chov se v současné době rozšířil prakticky do celého světa. Nejsou využívána pouze jako hospodářská zvířata, ale stále častěji v zájmových chovech (Sedláková 2021) a své využití nacházejí také pro potřeby zoorehabilitace.

Velkou hrozbou pro chovy lam, ať už pro potřeby hospodářské, zájmové nebo léčebné, je celá řada zdravotních komplikací, mezi které patří i parazité. Zatímco některé druhy parazitů u lam jsou přenosné také na jiné druhy zvířat, hlavně na ovce a skot, v případě kokciidií rodu *Eimeria* se jedná o parazita s jedinečnou hostitelskou specifitou a nejsou tak přenosná na žádná jiná zvířata. Hostitelská specifita je dokonce tak jedinečná, že ani v rámci velbloudovitých Jižní Ameriky a velbloudovitých starého světa není přenos možný (Fowler 2010).

Léčba kokciidií rodu *Eimeria* je u lam zatím poměrně neprozkoumaná oblast. Jelikož nejsou zatím dostatečně popsány ani jednotlivé druhy u lam, následná opatření, včetně léčby pouze odráží nedostatek informací. Léčba je prozatím spíše na experimentální úrovni, protože většina léčiv není pro velbloudovité oficiálně schválena. Často tak dochází k využití jinak dostupných léčiv, která mnohdy nemusí být účinná, v důsledku čehož může vzniknout postupná rezistence parazita na léčbu a další rozvoj onemocnění (Franz et al 2015).

Jelikož kokcidie napadají zejména mláďata, jako nejdůležitější preventivní opatření je zvýšená hygiena a zamezení kontaktu mláďat se zbytkem stáda (Cebra 2014).

2 Cíl práce

Cílem bakalářské práce na téma „Kokcidie rodu *Eimeria* u lam“ je prostřednictvím literární rešerše představit problematiku nejen kokcidií rodu *Eimeria* a jejich vlivu na zájmové a produkční chovy, ale také obecně popsat parazitismus včetně rozdělení parazitů. Další částí práce je popis lam jakožto zvířat, u kterých vybrané kokcidie parazitují.

3 Literární rešerše

3.1 Parazitismus

Obecně parazitologie označuje studium parazitů, jejich hostitelů a vztahů mezi nimi. Parazitologii nevymezuje prostředí nebo organismus, ale způsob jejich života. To v praxi znamená, že parazitologie je propojená s celou řadou dalších oborů jako je biochemie, molekulární biologie, ekologie nebo genetika. Lékařská parazitologie zahrnuje zejména studium parazitických prvoků, helmintů a členovců, kteří způsobují onemocnění přímo nebo působí jako přenašeči patogenů (Al-Azizz 2017).

Je několik odlišných definic parazitismu a parazitů. Dle Taylora (2015) lze parazity definovat jako organismy, kteří většinu svého života žijí v jiném, hostitelském, organismu buď jako endoparazité nebo jako ektoparazité. Parazité se vyznačují tím, že jsou závislí na hostiteli a přežívají na jeho úkor. To zahrnuje získávání živin od hostitele, včetně místa, kde může parazit přežít a volně se rozmnožovat. Obecně, organismy, které označujeme za parazity, jsou pro hostitele škodlivé, i když je celá řada parazitů, která objektivně nezpůsobují žádné potíže. Projevy u hostitele může spustit imunitní reakce na parazita. Většina parazitů potřebuje přímo tělo hostitele, aby mohla dokončit svůj vývoj a přežít. Jsou však parazité, kteří životní cyklus dokončují nezávisle na hostiteli. Někteří parazité jsou dokonce schopni usadit se v těle jiného než definitivního hostitele, ve kterém nejsou schopni dokončit svůj životní cyklus ani se rozmnožit. Tito hostitelé jsou označováni jako náhodní. Pro celou řadu zoonotických parazitů je příkladem náhodného hostitele člověk. Každý druh parazita má alespoň jednoho hostitele. Pokud je přítomný pouze jeden hostitel, jedná se o parazita s přímým životním cyklem. Velká část parazitů má mnohem složitější vývoj a ve svém životním cyklu více než jednoho hostitele. V tzv. mezihostitelích dochází k vývoji parazita a asexuálnímu množení. Někteří mezihostitelé mohou být také přenašeči (klíšťata, komáři) parazitů, kteří způsobují onemocnění. Vývojové cykly s více než jedním hostitelem označujeme jako nepřímé. Existují také parazité, kteří využívají mezihostitele ke zvýšení šance přenosu do definitivního hostitele. Tito hostitelé jsou označováni jako parateničtí a parazité se v těchto případech v organismu mezihostitele dále nevyvíjí (Taylor 2015).

Život parazitů představuje určitý druh symbiózy, kdy žije společně v rostlině nebo živočichovi a je označován jako symbiont. Existuje několik typů symbiózy:

- **Foréza** – způsob přenosu, kdy menší organismus (cysty, vajíčka, bakterie) je přenášen na nohách hmyzu nebo ve střevech členovce
- **Komensalismus** – symbiont přežívá v těle jiného živočicha a nepřináší mu žádné komplikace ani prospěch. Tento typ symbiózy ale v přírodě prakticky neexistuje, protože ve většině případů je odhaleno mutualistické nebo parazitické spojení
- **Mutualismus** – jeden organismus závisí na druhém
- **Predace** – větší organismus (predátor) má prospěch na úkor poškození (sežrání) menšího organismu
- **Parazitismus** – jeden z organismů (parazit) žije v těle hostitele (Al-Azizz 2017)

Taxonomie se u jednotlivých druhů parazitů, stejně jako u dalších živočichů, neustále mění a vyvíjí, proto žádný výčet není stálý a konečný. Je však důležité znát dostatek informací, aby bylo možné jednotlivé parazity rozpoznat včetně jejich vývojových cyklů. Zejména v Jižní Americe, která je místem přirozeného výskytu velbloudovitých SAC, je parazitismus poměrně velkým ohrožujícím faktorem produkce vlákna i masa a jenom v Peru jsou roční škody vyšší než 1,5 milionů dolarů. V následujícím přehledu taxonomie jsou u jednotlivých parazitů u velbloudovitých využity poznatky Normana D. Levine v případě hlístic a prvoků. Pro ostatní parazity jsou zdrojem Soulsby a Bowman. Z veterinárního hlediska nemá taxonomie takový význam. Důležité je však znát podobnost s dalšími vývojovými cykly, díky čemuž je možné parazita rychleji rozpoznat a naplánovat léčbu (Fowler 2010).

3.2 Ektoparazité lam

Ektoparazité žijí na povrchu (kůže, srst) hostitele (Al-Azizz 2017). Nejvíce zastoupení ektoparazitů u lam jsou roztoči a vši, ačkoli celkově je jich mnohem více. Například v západní části Spojených států je možná nákaza také střečkem (*Cephenemyia*), který parazituje hlavně u jelenovitých. Pokud dojde k naze u lam, způsobuje tento parazit kašel, kýčání a oteklé dutiny. Dalším možným ektoparazitem jsou klíšata, která se u lam nebo alpak běžně vyskytují. Prvními příznaky je třesení hlavou nebo nadměrný výtok. Pokud není klíšťe včas odstraněno a dojde k rozvinutí chronické fáze onemocnění, způsobuje naklánění hlavy, hubnutí, jednostrannou infekci nebo ochrnutí obličeje. Velbloudovití nového světa mohou být nakaženi také roztoči. Celkem byly u lam zaznamenány čtyři druhy, a to: *Psoroptes*, *Sarcoptes*, *Chorioptes* a *Demodex*, z nichž *Sarcoptes* a *Chorioptes* jsou nejzávažnější. V těžkých případech je parazitem zasaženo celé tělo a může docházet k rozvoji dalších infekcí. V Jižní Americe je sarkoptová prašivina zodpovědná až za 95 % produkčních ztrát způsobených ektoparazity. U lam můžeme najít také vši, kdy k přenosu dojde většinou přímým kontaktem nebo sdílením příkrývek. Vši mohou způsobovat plstnatění srsti, ztrátu vláken nebo chudokrevnost (Ballweber 2009).

Nejčastější ektoparazité u lam:

Kmen Členovci (Anthropoda)

- Třída Hmyz (Insecta)
 - Řád Všenky (Mallophaga) – kousavé vši
 - Řád Vši (Siphunculata/Anoplura) – savé vši
 - Čeleď Linognathidae
 - *Microthoracius cameli*
 - *Microthoracius praelongiceps*
 - *Microthoracius mazzai*
 - Řád Blechy (Siphonaptera)
 - *Vermipsylla spp.*

- Řád Dvoukřídlí (Diptera) – mouchy
 - Podřád Dlouhonozí (Nematocera)
 - Čeleď Komárovití (Culicidae) – moskyté
 - Čeleď Muchničkovití (Simuliidae)
 - Podřád Krátkorozí (Brachycera)
 - Čeleď Ovádovití (Tabanidae)
 - *Ovád (Tabanus)*
 - Podřád Cyclorrhapha
 - Čeleď Mouchovití (Muscidae)
 - Moucha domácí (*Musca domestica*)
 - Moucha dobytčí (*Musca autumnalis*)
 - Bodalka stájová (*Stomoxys calcitrans*)
 - Čeleď Bzučivkovití (Calliphoridae)
 - Bzučivka (*Calliphora*)
 - Střeček (*Cephenemyia*)
 - *Cephalopsis titillator*
- Třída Pavoukovci (Arachnida)
 - Řád Roztoči (Acarina)
 - Podřád Klíštatovci (Metastigmata)
 - Čeleď Klíšťákovití (Argasidae)
 - *Otobius megnini*
 - Čeleď Klíštatovití (Ixodidae)
 - Podřád Čmelíkovci (Mesostigmata)
 - Čeleď Zákožkovití (Sarcoptidae)
 - Zákožka svrabová (*Sarcoptes scabiei*)
 - Čeleď Prašivkovití (Psoroptidae)
 - Prašivka ovčí (*Psoroptes ovis*)
 - Strupovka tuří (*Chorioptes bovis*) (Fowler 2010)

3.3 Endoparazité lam

Endoparazité přežívají přímo uvnitř hostitele (Al-Azizz 2017). Tito parazité představují výraznou zdravotní hrozbu pro velbloudovité Jižní Ameriky, která ročně způsobuje velké škody. U lam můžeme identifikovat nejrůznější parazity, mezi které můžeme zařadit také parazity gastrointestinálního traktu jako jsou hlístice, motolice nebo tasemnice. Kokcidie rodu *Eimeria* jsou však nejčastějšími parazity, které u velbloudovitých Jižní Ameriky nalezneme (Franz et al 2015). Pokud porovnáme velbloudovité se skotem nebo ovcemi zjistíme, že velbloudovití reagují zcela odlišně na určité druhy parazitů jako jsou například motolice. V případě infekce motolicí obrovskou (*Fascioloides magna*) jsou symptomy a histopatologické nálezy shodné s příznaky u skotu, ale u motolice jaterní (*Fasciola hepatica*) jsou projevy shodné s těmi u ovcí. A například u motolice kopinaté (*Dicrocoelium dendriticum*) dochází

u velbloudovitých k mnohem závažnějším změnám v jaterní tkáni a žlučovodech, než je tomu u skotu a ovcí. U velbloudovitých je dikrocelióza navíc jednou z nejčastějších příčin úhynu (Franz et al 2015).

Nejčastější endoparazité u lam:

Říše Prvoci (*Protozoa*)

- Kmen Bezbrví (*Sarcomastigophora*)
 - Rod Trypanozoma spp. (*Trypanosoma*)
 - *Tritrichomonas* spp.
 - *Giardia* spp. (OWC, NWC)
- Kmen Výtrusovci (*Apicomplexa*)
 - *Eimeria lamae*
 - *Eimeria alpaca*
 - *Eimeria punoensis*
 - *Eimeria macusaniensis*
 - *Eimeria peruviana*
 - *Eimeria aburnensis*
 - *Cryptosporidium parvum*
 - Svalovka (*Sarcocystis aucheniae, tilopoidi*)
 - *Toxoplasma gondii*

Kmen Ploštěnci (*Platyhelminthes*)

- Třída Motolice (*Trematoda*)
 - Řád Dvojrodí (*Digenea*)
 - Motolice jaterní (*Fasciola hepatica*) - OWC, NWC
 - *Fasciola gigantica* – OWC
 - Motolice obrovská (*Fascioloides magna*) - NWC
 - *Eurytrema pancreaticum* – OWC
 - Motolice kopinatá (*Dicrocoelium dendriticum*) - OWC, NWC
- Třída Tasemnice (*Eucestoda*)
 - Čeleď tasemnicovití (*Taenidae*)
 - *Echinococcus granulosus* – OWC, NWC
 - Čeleď (*Anoplocephalidae*)
 - Tasemnice ovčí (*Moniezia expansa*) - OWC, NWC
 - *Thysaniezia* spp. - NWC

Kmen Hlísti (*Nemathelminthes*)

- Třída *Secernentea* (*Phasmida*)
 - Řád *Strongylida*
 - Nadčeleď Vlasovky (*Trichostrongyloidea*)
 - *Trichostrongylus axei* – OWC, NWC
 - *Trichostrongylus* spp.
 - *Ostertagia ostertagi* – OWC, NWC
 - *Marshallagia (Ostertagia) marshalli* – OWC, NWC

- *Camelostrongylus mentulatus* – OWC, NWC
- *Graphinema aucheniae* – NWC
- *Haemonchus cotnortus* – OWC, NWC
- *Lamanema chavezii* – NWC
- *Spiculoptera peruvianus* – NWC
- *Nematodirus lamae* – NWC
- *Nematodirus battus* – OWC, NWC
- *Cooperia* spp. - OWC, NWC
- *Teladorsagia* spp.
- *Dictyocaulus viviparus, filaria* – NWC
- Nadčeleď Plicnivky (Metastrongyloidea)
 - Čeleď Protostrongylidae
 - *Parelaphostrongylus tenuis* – NWC
 - *Angiostrongylus cantonensis* – NWC
- Nadčeleď Strongyloidea
 - Čeleď Strongyloidea
 - *Oesophagosomum* spp. - OWC, NWC
 - *Chabertia ovina* – OWC, NWC
- Nadčeleď Ancylostomatoidea
 - Čeleď Měchovcovití (Ancylostomatidae)
 - *Bunostomum* spp. - OWC, NWC
- Řád Spirury (Spirurida)
 - Nadčeleď Thelazoidea
 - Čeleď Telázie (Thelaziidae)
 - *Thelazia californiensis* – NWC
 - *Thelazia* spp. - OWC, NWC
- Třída *Adenophorea* (Aphasmidia)
 - Řád *Enoplida*
 - Nadčeleď Tenkohlavci (Trichuroidea)
 - Tenkohlavec (*Trichuris tenuis*)
 - Kapilárie spp. (*Capillaria*) (Fowler 2010)

3.3.1 Kokcidie rodu *Eimeria*

Kokcidióza je parazitární střevní onemocnění, které je charakterizované nechutenstvím, kolikou, průjmem a náhlým úhynem zvířat, zejména pak novorozenců (Gomez-Puerta 2021). Kokcidie představují velmi početnou skupinu nitrobuněčných parazitů, kteří nejčastěji parazitují u obratlovců, ale je možné je najít také u některých bezobratlých (Opletal 2006). Rod *Eimeria* představuje jednoho z nejčastějších a nejznámějších parazitických prvoků, jehož počet zástupců čítá až 900 druhů, které můžeme nalézt u většiny živočišných druhů od hmyzu až po savce. I přes tento vysoký počet druhů rodu *Eimeria* jsou jednotlivé druhy poměrně velmi hostitelsky specifické. V přírodě se tedy může vyskytovat hostitel s více druhy kokcií rodu

Eimeria, v opačném případě se však jedná o velmi zvláštní úkaz, a to hlavně z toho důvodu, že přenos genetických informací křížem je zde prakticky nulový (Long 2017). I když je kmen *Apicomplexa*, kam spadají také kokcidie rodu *Eimeria*, hostitelsky specifický, stejně představuje hrozbu, jak pro zvířata, tak pro lidi (Burrell 2020). Bylo provedeno celkem 141 pokusů o přenos kokcidie přežvýkavců z jednoho hostitele do druhého, ale pouze 10 z nich bylo úspěšných. Později se jim povedlo přezkoumat literaturu v souvislosti se specifitou hostitelů kokcidií rodu *Eimeria* u hlodavců. Specifita byla testována u 44 druhů *Eimeria* celkem ve 169 pokusech – 161 pokusů z hlodavců na hlodavce, 6 pokusů z hlodavce na zajícovitěho a 1 pokus z hlodavce na masožravce a z hlodavce na ptáka. Pouze u experimentů, kdy docházelo k přenosu z hlodavce na hlodavce byl přenos v některých případech úspěšný (Long 2017).

3.3.1.1 Vývojový cyklus

Vývojový cyklus kokcidií rodu *Eimeria* je hostitelsky velmi specifický vyznačující se jednohostitelským životním cyklem (Bangoura 2018). Celý vývoj zahrnuje asexuální a sexuální část (Tewari 2011). Oba tyto procesy probíhají v tenkém střevě, kde způsobují průjem, enteritidu (Franz et al 2015), přerušují regeneraci epitelu, což má za následek obnažené a zmenšené klky, které vytváří skvělé prostředí pro bakteriální infekci a narušení trávení a vstřebávání živin (Schröder 2023). Cyklus má exogenní část, která probíhá mimo tělo hostitele a zahrnuje dozrávání oocysty a endogenní část, která probíhá uvnitř hostitele (Long 2017). Zatímco proliferační fáze je kritická pro patogenezi hostitele, sexuální cyklus je zase rozhodující pro přenos a šíření (Kinnaird 2004). Rod *Eimeria* a jeho cyklus můžeme rozdělit do tří fází: sporogonie, schizogonie a gametogonie (Long 2017). Prvním vývojovým stádiem kokcidie je oocysta, která vzniká pohlavním rozmnožováním jako výsledek splynutí makrogamontu s mikrogametou. V tuto chvíli je kokcidie ve fázi, která je velmi odolná vůči vlivům okolního prostředí. V této fázi se vylučuje výkaly v nesporulované formě, která prozatím není infekční. Oocysty různých druhů rodu *Eimeria* jsou velké 10 až 108 μm a liší se tvarem, barvou nebo velikostí dle druhu (Dubey 2019).

Oocysty, které nejsou sporulované, obsahují hmotu (zygota, sporont) s centrálně umístěným jádrem, které je pod světelným mikroskopem patrné jako světlá plocha. Sporont může nabývat různých velikostí a podle druhu zabírat celou oocystu. Sporont je uzavřen v pružné stěně oocysty, která může dosahovat tloušťky až 11 μm . Samotná stěna oocysty se skládá z dvou až tří vrstev a může mít zbarvení od zcela průhledné, přes žlutou, růžovou až po tmavě hnědou. Ani povrch není u všech oocyst stejný. Některé mají hladký povrch, zatímco jiné mohou mít povrch drsný či hrbolatý. Některé druhy mají navíc intracelulární oocystu obalenou v další vrstvě, která zmizí většinou poté, co je oocysta vyloučena výkaly. Oocysty mají schopnost zůstat životaschopné a případně infekční i poté, co dojde k odstranění bělidlem. Vrstvy na pólech oocyst mohou být u některých druhů ztenčené nebo dokonce zcela chybět. Těmto oblastem se říká mikropyle. Ty na sobě mohou mít tzv. čepičku, ať už na jednom nebo obou pólech. Zároveň se na oocystě mohou vyskytovat mlhavé nebo granulovité oblasti,

přesněji mezi sporontem a vnitřní stěnou (Dubey 2019). Studie také ukázaly, že diploidní oocysty procházejí klasickou meiozou se dvěma děleními, kdy dochází k produkci čtyř haploidních sporoblast a následně v mitotickém dělení ke vzniku čtyř sporocyst se dvěma sporozoity (Kinnaird 2004).

Sporulace oocysty představují aerobní proces, který ovlivňují tři faktory: přítomnost kyslíku, teplota mezi 10 °C a 30 °C (ideální teplota okolo 25 °C) a vlhkost. V případě ideálních podmínek meióza následuje brzy po vyloučení nesporulovaných oocyst (Dubey 2019). Nesporulované oocysty, skládající se z jaderné hmoty protoplazmy, která je obklopená nepropustnou stěnou, prostupují do exteriéru trusem (Otranto 2024). V začátcích sporulace dojde ke smrsknutí sporontu a následnému rozdělení na čtyři sporoblasty obsahující polární jádro. Následkem toho z každého sporoblastu vznikne sporocysta, která obsahuje dva sporozoity. Sporocysty mohou mít různé tvary (kulaté, oválné, piriformní, podlouhlé) a některé navíc také zátkovitý útvar tzv. Stiedova tělíska (Dubey 2019). Doba, za kterou všechny tyto změny proběhnou závisí především na teplotě, ale v případě ideálních podmínek proběhne v řádu 2 až 4 dnů (Otranto 2024). V některých případech je navíc přítomné tzv. reziduum, které do značné míry závisí na taxonomii konkrétního druhu (Dubey 2019).

Sporozoity obsahují vezikulární jádra, umístěné ve středu, granula a jedno nebo více refrakčních tělísek o různých velikostech. Tato tělíska jsou na bázi bílkovin. Ve sporozoitu se mohou vyskytovat až čtyři taková tělíska, která mohou svou velikostí zabírat až jeho dvě třetiny a mají souvislost s invazí do hostitele (Dubey 2019). Oocysty mohou přežívat měsíce nebo dokonce roky v závislosti na druhu *Eimeria* a vnějších podmínkách (Zajac 2012). Absence kyslíku, sucho nebo teploty vyšší než 40 °C jsou pro oocysty škodlivé, zejména pak pro ty nesporulované. Samotné přežití sporulovaných oocyst závisí na zásobách energie uložených ve sporozoitech. Takové oocysty jsou pak odolné vůči běžně dostupným dezinfekčním prostředkům (Dubey 2019).

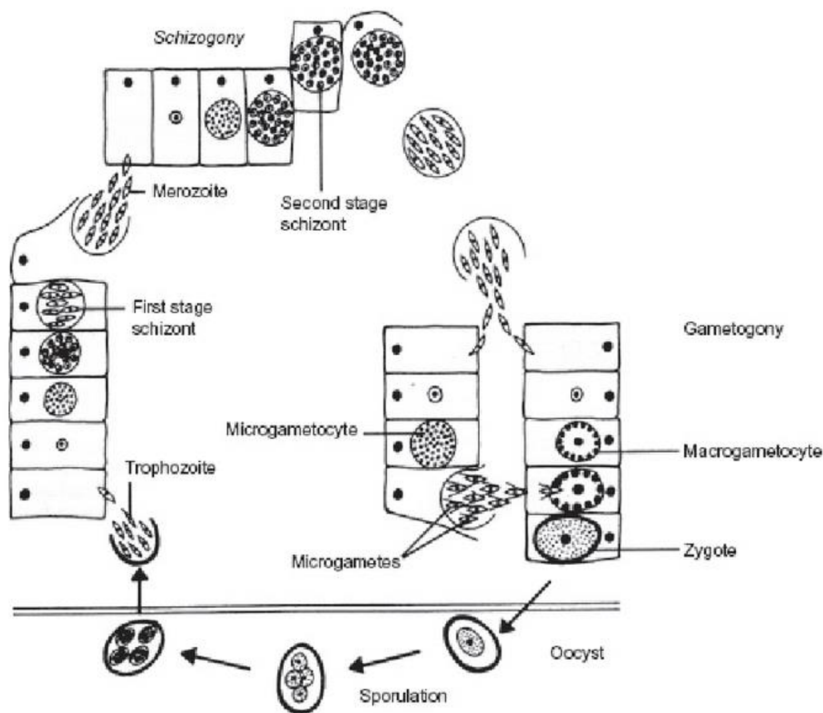
Hostitel se nakazí pozřením sporulované oocysty obsažené v potravě, výkalech nebo vodě (Otranto 2024). K uvolnění sporozoitů dochází ve střevech, avšak samotný proces excystace závisí do jisté míry na druhu kokcidie a hostiteli. Sporozoity musí nejdříve opustit sporocystu, než budou schopny infikovat střevní buňky hostitele (Dubey 2019). Sporocysty jsou uvolněny buď mechanicky nebo pomocí oxidu uhličitého a následně sporozoity, které byly aktivované trypsinem a žlučí, opouští sporocystu (Otranto 2024). Během excystace dochází k prasknutí nebo rozpuštění Stiedových tělísek, díky čemuž mají sporozoity možnost uniknout. Celý proces excystace je dokončen v tenkém střevě. Ne všechny oocysty však musí excystovat. Sporulované a neporušené oocysty mohou být vyloučené výkaly a zůstat infekční (Dubey 2019).

Nepohlavní množení funguje na základě toho, že sporozoity jsou pohyblivé, a tak jsou schopné migrovat do místa peristaltikou nebo přes hostitelské buňky. U některých druhů může

docházet k přenosu do lamina propria a do enterocytů Lieberkuhnových žláz, případně do intraepiteliálních lymfocytů. Po proniknutí do enterocytů ztratí sporozoity většinu ze svých organel. Celý tento proces může trvat od několika hodin až po několik dní, v závislosti na konkrétním rodu *Eimeria* (Dubey 2019). U většiny dochází k zakulacení sporozoitu, ze kterého se vytvoří tzv. trofozoit (Otranto 2024). I když tento termín není úplně přesný, protože v případě *Eimeria* jsou trofozoity jednojaderné a nepohyblivé, zatímco trofozoity ostatních prvoků jsou dvoujaderné a pohyblivé (Dubey 2019). U většiny druhů k tomuto dojde pomocí schizogonie, což je nepohlavní multiplikativní fáze, kdy se jádro sporozoitu rozdělí na několik menších jader, kdy každé dceřiné jádro je obklopeno vrstvou cytoplazmy, které produkuje jednojaderné merozoity (Chernin 2000). Merozoity pak mohou dále pokračovat v cyklech multiplikace, které jsou označovány jako generace schizontů. Tyto generace jsou založeny na omezeném výskytu morfologicky odlišných schizontů a merozoitů. Z jednotlivých generací však mohou vznikat morfologicky podobné merozoity (Dubey 2019). Když je dělení dokončeno a meronty, uvnitř kterých se merozoity nachází jsou zralé, dojde k prasknutí a merozoity mohou napadat sousední buňky (Otranto 2024). Mimo asexuální množení v enterocytech může dojít k transportu sporozoitů do mezenterických lymfatických uzlin, kde produkují schizonty, které jsou vitální ještě dlouho po vyloučení výkaly. Hostitelská buňka stejně jako místo asexuálního vývoje schizontu může být kdekoliv od enterocytu až po endoteliální buňku. Schizonty se liší velikostí od několika μm až po makroskopické velikosti a obsahují stovky merozoitů (Dubey 2019).

K pohlavnímu rozmnožování dochází v momentě, kdy merozoity ze schizogonního stádia začnou vytvářet samčí a samičí gamonty (Chernin 2000). V samčích gamontech (mikrogamonty) dochází k několikanásobnému dělení jádra a přesunutí těchto jader na periferii buňky, kde vytvoří dva až tři bičíky. Oproti tomu samičí gamonty (makrogamonty) obsahují pouze jedno jádro s výrazným nukleolem. Jak se makrogamont zvětšuje, jádro se obklopuje granulemi obsahujícími kyselinu Schiffovu a vznikají eozinofilní tělíska (WFB), která rozeznáváme dvou typů, a to: WFB1 a WFB2. Tato tělíska se liší jak svou barevnou intenzitou, tak velikostí. Vzniklá tělíska se přesouvají na periferii gamontu. V momentě, kdy se mikrogameta dostane k makrogametě, dochází k oplodnění. Sekrece WFB do membrán, které obklopují vznikající makrogamont vytvoří stěnu oocysty, která má dvě až tři vrstvy. Oocysty, u kterých nedojde ke sporulaci se uvolňují do lumen střeva a jsou vylučovány výkaly z těla ven (Dubey 2019).

Obrázek 1 Životní cyklus kokcií



Zdroj: Schröder 2023

3.3.1.2 Diagnostika

Závažnost infekce závisí na počtu parazitů, patogenitě parazita a imunitním systémem zvířete. U mladých jedinců také velmi závisí na schopnosti parazita přežít kyselé prostředí předžaludku. Při vysoké koncentraci mladých jedinců může docházet k rychlému šíření infekčních oocyst v prostředí. Riziko se zvyšuje také v případě velkého počtu jedinců ve stádě, již předchozí kontaminací půdy, na které se zbytek stáda pase dál nebo velikostí kokcií. Například *Eimeria lamae* je uváděna jako nejvíce patogenní z malých kokcií parazitujících u lam. Naproti tomu *Eimeria macusaniensis* je uváděna jako nejvíce patogenní kokcidie vůbec. V prostředí, kde se tyto parazité běžně vyskytují je nákaza prakticky zaručena, a díky rané expozici a opakující se reinfekci, vyvolává silnou imunitní reakci. V těchto prostředích se parazité nejčastěji vyskytují u novorozených mláďat, které mohou vylučovat oocysty již 5 dní po narození. V čistších prostředích není expozice tak častá a někteří jedinci mohou zůstat neinfikovaní až do dospělosti. Přesto však může docházet k nákaze i u starších, dospělých, jedinců, a to hlavně v případě nového příchodu do stáda nebo oslabení imunitního systému v důsledku přidružených onemocnění (Cebra 2014).

Patogenní účinek u kokcií je většinou doprovázen dalšími komplikacemi, jako jsou gastrointestinální nematody, viry nebo bakterie. Kokcidiózu je možné diagnostikovat na základě přítomnosti oocyst ve vzorku trusu ve spojení s typickými příznaky a makroskopickými změnami. Následná identifikace konkrétního druhu kokcidie je založena na morfologii, velikosti, tvaru a přítomnosti specifických prvků (polární čepička, mikropyle, barva stěn oocyst, počet sporocyst a sporozoitů, absence/přítomnost oocyst a zbytkových

tělísek sporocyst). Ve srovnání s ostatními protozoárními onemocněními, je oblast alternativních diagnostických metod u kokcií u lam poměrně neprozkoumaná. V minulosti se většina výzkumu zaměřovala pouze na diagnostiku *Eimeria* u drůbeže (De Waal 2012).

U kokcií a většiny helmintů je možnou diagnostickou metodou také detekce parazitů z trusu pomocí světelného mikroskopu. Existuje zde však celá řada komplikací jako je prepatentní nebo peripatentní perioda, přerušované vylučování nebo vajíčka či oocysty s různou hustotou. Prepatentní periodu můžeme častěji pozorovat u parazitů, jejichž životní cyklus je delší, tzn. u helmintů nebo právě u *Eimeria macusaniensis*. U tohoto druhu může docházet k onemocnění nebo dokonce k smrti dokonce dva týdny před tím, než jsou oocysty viditelné ve výkalech. Při infekci nikdy nedochází k rovnoměrné nákaze. Nepsané pravidlo uvádí, že ve stádě dochází nejčastěji k nákaze asi 10 % zvířat 90 % parazitů. Většinou se jedná o zvířata, která mají sníženou imunitu. Ovšem, pokud stádo dlouhodobě žije v horších podmínkách, nákaza může postihnout mnohem více jedinců. Jakmile je nákaza ve stádě zjištěna, měla by být vyšetřena také ostatní zvířata ve stádě (Cebra 2014).

U většiny parazitů můžeme odhadnout závažnost podle počtu vajíček či oocyst v trusu. To přináší poměrně nespolehlivou metodu diagnostiky, kterou se však stále nepodařilo nahradit spolehlivějšími metodami. V případě detekce by měly být využity také historické, fyzikální či klinicko-patologické důkazy, které pomohou určit správnou diagnózu a zahájit tak efektivní léčbu (Cebra 2014).

Bylo popsáno mnoho metod určených k detekci kokcií a ostatních parazitů s mnoha modifikacemi. U některých metod došlo k tak zásadním modifikacím v diagnostice, že vznikly úplně nové metody. Při volbě vhodného způsobu diagnostiky vždy záleží hlavně na konkrétním parazitovi. V současné chvíli ale stále není žádná metoda, která by spolehlivě odhalila všechny parazity najednou. A tak při snaze o diagnostiku jedné skupiny parazitů je zde riziko, že vybraný test zcela přehlédne jiné parazity (Cebra 2014).

Od dob, kdy byl vynález mikroskopu považován za převratný objev, již uběhlo více než 300 let a díky tomu bylo možné provést řadu objevů také v oblasti prvoků jako původců onemocnění. Aby bylo možné co nejefektivněji určit a následně léčit protozoární onemocnění, je nutné využívat spolehlivé a vysoce citlivé diagnostické testy. I když se dnes mikroskop v diagnostice stále využívá, vývoj v oblasti molekulární biologie zpřístupnil nové možnosti diagnostiky a detekce prvoků. Dle De Waala (2012) můžeme techniky diagnostiky rozdělit na klasické a ty na bázi nukleových kyselin. Oba typy těchto technik byly popsány u diagnostiky ovcí.

Klasické diagnostické metody

- **Mikroskopie** – nejspolehlivější diagnostikou je průkazná přítomnost prvoků v krvi, kostní dřeni, mozkomíšním moku, stolici nebo moči za pomoci stěrů. Pro prvoky parazitující v krevním oběhu je účinné Romanovského barvení, kterým lze detekovat babeziózy nebo například trypanosomózy. U gastrointestinálních prvoků je nejjednodušší technikou přímo stěr z trusu smíchaný s fyziologickým roztokem bez nutnosti dalšího barvení. Naopak největší nevýhoda stěrů je jejich nedostatečná citlivost. Právě z toho důvodu byly vyvinuté metody, které pomáhají zvýšit koncentraci

prvků z určitého objemu vzorku před samotným mikroskopickým vyšetřením. Při diagnostice gastrointestinálních prvků, kam patří také kokcidie rodu *Eimeria*, se ke zjištění koncentrace oocyst ve výkalech používá flotační metoda, která využívá rozdílné hustoty oocyst v kombinaci se speciálními flotačními roztoky jako je Sheatherův roztok (De Waal 2012) ($C_{12}H_{22}O_{11}$; sacharóza 1,15 g/cm³) (Slaná 2020) a ZnSO₄ tak, aby oocysty mohly plavat na povrchu, zatímco nečistoty klesají ke dnu (De Waal 2012).

- **Nepřímé diagnostické metody** – Pokud je výskyt parazitů nižší intenzity, než je citlivost použité přímé metody nebo není možné jednoznačně výskyt parazitů prokázat, mohou vycházet falešně pozitivní výsledky. Z toho důvodu bylo vyvinuto několik metod nepřímé diagnostiky.
 - **Imunodiagnostika** (detekce protilátek) – využívá celou řadu testů k detekci prvků. Její značnou nevýhodou jsou však dlouho přetrvávající protilátky v těle, které vedou k nepřesným a zkresleným výsledkům. Navíc tento typ diagnostiky není vhodný pro určení akutních infekcí nebo diagnostice příbuzných parazitů.
 - Komplement fixační test (CFT)
 - Imunodifuze (ID)
 - Nepřímá hemaglutinace (IHA)
 - Latexová aglutinace (LA)
 - Nepřímý fluorescenční antidot test (IFAT)
 - Radioimunoanalýza (RAI)
 - Enzymový imunosorbční test (ELISA)
 - **Detekce antigenu** – v rámci zlepšení diagnostiky na bázi protilátek proti konkrétnímu parazitovi je možné využít detekci antigenu parazita. Nevýhodou však je, že nejsou dostatečně standardizovaná činidla pro tento typ diagnostiky, což vede k rozdílům ve výsledcích.

Diagnostika na bázi nukleových kyselin

- **Multilokusová enzymová elektroforéza** – metoda, která je založena na charakteristice organismů na základě relativní pohyblivosti intracelulárních enzymů při elektroforéze. Tato metoda se využívá hlavně při diagnostice trypanosom. I tato metoda má však spoustu nevýhod. Enzymová elektroforéza není schopna rozlišit jednotlivé parazity, které mají stejný enzymový fenotyp, ale ve skutečnosti odlišné sekvence aminokyselin. Navíc tyto výsledky se velmi obtížně interpretují. Metoda je navíc časově i finančně náročná a vyžaduje velký objem materiálu.
- **Technika Southern blot** – při této technice dochází ke štěpení DNA fragmentů pomocí restričních enzymů. Následně se fragmenty separují elektroforézou, přenesou se na membránové filtry a hybridizují se s komplementárně radioaktivně značenými sondami. Alternativně je možné využít neradioaktivní značení za využití reportérových molekul jako je biotin. K detekci je nutné použít vhodné protilátky a kolorimetrické, fluorimetrické nebo chemiluminiscenční signály. Původně byly vyvinuty DNA sondy pro detekci různých prvků jak u savců, tak u hmyzu, včetně

Babesia, *Theileria* nebo *Trypanosoma* (De Waal 2012). Ellis a Bumstead (1990) však dokázali vyvinout sondy pro detekci a rozlišení různých druhů *Eimeria*. Ovšem aby byla technika úspěšná, musí se zvolit vhodná sonda a zpracovat velký počet organismů.

- **PCR** – je možné amplifikovat specifický fragment DNA ze složitých vzorků, a tím vznikne několik milionů kopií cílové molekuly DNA. Standardně vyžaduje metoda templát s částí, která má být amplifikována a dva oligonukleotidové primery, které tuto oblast lemují. Postupem času byly vyvinuty další modifikace, které zvyšují citlivost a specifčnost postupu.
- **LAMP** – Alternativní amplifikace DNA, tedy izotermická amplifikace, zprostředkovaná smyčkou (LAMP). Metoda využívá celkem šest primerů, které umí rozpoznat osm oblastí cílového genu. K amplifikaci pak dochází, pokud se všechny primery naváží a vytvoří produkt. LAMP lze používat v rozmezí teplot 60-65 °C bez nutnosti extrakce DNA (De Waal 2012).

Cebra (2014) ve své knize definoval následující způsoby diagnostiky parazitů, včetně kokcií:

- **Přímý stěr** – jedná se o jednoduchou metodu, při které je malý vzorek výkalů smíchan s fyziologickým roztokem a rozetřen na sklíčko. Tento způsob je nejlépe využitelný v případě pohyblivých prvoků ve vysokých koncentracích. Naopak metoda se stává nepřesnou v případě nízkého počtu vajíček (oocyst).
- **Flotace s nasyceným solným roztokem** – test je založen na rozdílné hmotnosti nasyceného/zředěného fyziologického roztoku a oocyst. Přibližně 5 g výkalů se rozpustí v 10 ml flotačního roztoku. Poté je přidána další tekutina a krycí sklíčko. Po 15 až 60 minutách je vzorek možné zkoumat pod světelným mikroskopem. Vajíčka/oocysty *Trichuris*, *Eimeria macusaniensis* nebo *Fasciola hepatica* nejsou schopny v tomto roztoku plavat. Solný roztok není zcela vhodný pro *Giardia*, naopak je preferovaný pro *Nematodirus* nebo právě malé *Eimeria*.
- **Sacharózová flotace** – Shaetarův roztok (454 g sacharózy v 355 ml horké vody s 6 ml formalínu, který zabraňuje růstu mikroorganismů) má vyšší hmotnost než fyziologický roztok, a proto je schopný nadnášet všechna vajíčka/oocysty, kromě *Fasciola hepatica*. Pro rod *Eimeria* nemusí být tato metoda úplně vhodným řešením, jelikož vysoká viskozita roztoku může bránit flotaci. Naopak je dobře využitelný pro *Kryptosporidium* nebo *Gardia*.
- **McMasterova počítací komůrka** – místo počítání vajíček na sklíčku, se při tomto způsobu testu vkládá vzorek do počítací komůrky. Vzorek trusu (4 g) se rozmíchá v 56 ml solného roztoku nebo roztoku sacharózy a následně se přelije do zkumavky. Vzniklým filtrátem se následně naplní dvě komůrky počítacího sklíčka a zkoumá se pod světelným mikroskopem. Poté každý typ vajíček/oocyst vynásobíme 20 a získáme přibližný počet vajíček/oocyst na gram výkalu. Většina parazitů je detekovatelná tímto způsobem, ale je nutná určitá úroveň infekce. Také vajíčka s větší hustotou budou v roztoku obtížněji detekovatelná, protože u nich dochází k mnohem rychlejšímu klesání.

- **Dvojitá centrifuga** – 2 g výkalů jsou smíchány s 98 ml vody a ponechány přes noc do úplného rozpuštění. Následně se 10 ml vzorku odleje do odstředivé zkumavky, ve které se odstřeďuje při 200x gravitaci po dobu 5 minut. Vzniklý supernatant se odstraní a přidá se cukerný roztok, aby došlo k suspendaci. Následně se znovu doplní asi 12 ml cukerného roztoku a odstřeďuje se při 200x gravitaci 5 minut. Poté se na zkumavku umístí krycí sklíčko, které se po určité době opět odejme a připraví k počítání. Maximální koncentrace je většinou viditelná po 4 až 6 hodinách, ale v případě pozitivního nálezu jsou výsledky viditelné již za hodinu. Pozorovaná vajíčka se vynásobí 5 a získá se tak přibližný počet vajíček/oocyst v gramu trusu. Velkou výhodou této metody je možnost i delšího rozpouštění trusu, což umožní uvolnění většího počtu vajíček. Proto je tato technika jednou z nejlepších pro diagnostiku malé počtu vajíček, případně velkého množství parazitů na počátku jejich vylučovacího období.
- **Sedimentace** – tato metoda je založena na rozpuštění trusu ve vodě a následném usazení na dně nebo odstředění v odstředivce. Následně se vzorek sedimentu umístí na mikroskopické sklíčko a je možné jej pozorovat. Metoda je zvláště účinná pro detekci motolic, jejichž vajíčka mají rozdílnou hustotu nebo pro *Balantidium coli*.
- **Baermanův test** – neefektivnější je použít tuto metodu na čerstvém trusu, protože v případě odležení může dojít k vylíhnutí larev a zkreslovat tak diagnózu. Vzorek trusu se zavěsí do plátna v nádobě, která se naplní teplou vodou a nechá se odstát minimálně 8 hodin. Larvy se oddělí na dně kuželu a mohou být odebrány k dalšímu vyšetření.
- **Imunologické metody** – lze využít fluorescenční protilátkové i enzymové imunosorbční testy, díky kterým je možná detekce hlavně *Cryptosporidium* a *Giardia*. U detekce motolic se reakce na testy objevuje asi 30 dní od expozice a lze ji využít při určování prepatentního onemocnění.
- **PCR** – pro detekci *Cryptosporidium* bylo PCR stanoveno jako nejpřesnější metoda diagnostiky. Kvůli tloušťce stěn oocyst není tak přesná v detekci ostatních kokcidióz. Poslední studie však ukazují, že PCR je celkově důležité pro detekci kokcidióz v prepatentním i patentním stádiu infekce (Cebra 2014).

Obecně je pro adekvátní identifikaci nutné znát charakteristický vzhled vajíček/oocyst. Většina strongylidních hlístic má vajíčka strongylidního typu a pro jejich diagnostiku je nutné mít zkušenosti a dbát na drobné rozdíly v měření. Pokud se podíváme na rozdíly u jednotlivých parazitů zjistíme, že *Nematodirus* nebo *Lamanema* mají dvakrát větší vajíčka než *Strongylus spp.* Vajíčka u *Capillaria* jsou zase asi o 80 % delší než u trichostrongylidů nebo oocysty *Eimeria macusaniensis*. *Trichuris* je štihlejší, delší a tmavší než *Capillaria* a vajíčka u *Moniezia* mají svůj typický pyramidální tvar. Oocysty u velkých eimerií jsou přibližně stejně velké jako vajíčka strongylidních hlístic (Cebra 2014).

Posoudit, zda se jedná o nákazu některým z endoparazitů na základě diagnostiky trusu je pravděpodobně stejně nejisté jako garantovat pravdivost negativního testu. Pokud celková anamnéza zvířete, včetně všech příznaků naznačují nákazu endoparazitózou, mělo by se tak

ke zvířeti i přistupovat. Zároveň také nemusí znamenat, že několik vajíček/oocyst v trusu zvířete, které je jinak klinicky naprosto v pořádku, představují naléhavou situaci (Cebra 2014). Navíc detekce oocyst ve výkalech záleží i na provedené technice a včasném provedení. I u akutních infekcí může u postižených zvířat počet oocyst klesat a vyšetření trusu tak nemusí být zcela průkazné (Chigerwe 2007). Při posouzení, zda množství parazitů ve výkalech již představuje reálnou hrozbu, se vychází z celkového stavu zvířete. Většina malých kokcií funguje na stejném principu jako u býložravců, což znamená, že starší jedinci jsou obecně odolní vůči nákaze. Proto je třeba dávat pozor zejména na mladší jedince do jednoho roku. Zároveň však ještě při výskytu několika stovek oocyst kokcií ve výkalech stále hovoříme o normálním stavu. Naopak u dospělého jedince již 200 oocyst na gram výkalu není obvyklé (Cebra 2014).

Po úhynu zvířete může být nápomocná také následná pitva. Testy z trusu mohou být provedeny také z obsahu žaludku nebo střev, případně ze stěru ze sliznice. Většinu dospělců parazitů je možné detekovat makroskopicky při pečlivé prohlídce. Zejména důležité oblasti pro diagnostiku jsou terminální C3 a cékokolická oblast. *Cryptosporidium* a *Eimeria* jsou většinou lépe detekovatelné. Důležité je získat šest až sedm vzorků z oblasti duodena, duodenálně-jejunálního spojení, středního jejunu, jejunoileálního spojení, ilea, céka a proximální kličky vzestupného tračníku. Kokcidiózy a některé další parazitární infekce mohou způsobit ztlustění střevní stěny, segmentální záněty nebo hemorhické či fibrinózní zánětlivé výpotky, ale často nejsou přítomné žádné makroskopické změny. Pokud je zde podezření na parazitární onemocnění, měly by být odebrány také vzorky na histopatologické vyšetření. Pro posmrtnou diagnostiku kokcií lze také odebrat otisk střevní sliznice a následně obarvit cytostatiky. Jako nejlepší místo pro sběr vzorků se uvádí ileum, i tak je však většinou nutné získat vícero stěrů, aby se minimalizovalo riziko přehlédnutí infekce. *Eimeria macusaniensis* je enormně větší než střevní buňky hostitele, zatímco malé *Eimeria* jsou velikostně s epitelárními buňkami srovnatelné, ale morfologicky odlišné (Cebra 2014).

Diagnostika je však u velbloudovitých značně omezena. Při detekci se vychází zejména z flotačních a sedimentačních technik, kdy se na základě počtu vajíček v trusu posoudí intenzita infekce (Franz et al 2015). Z diagnostiky kokcií také od ostatních druhů je známo, že závažnost infekce je závislá na počtu oocyst a celkovém zdravotním stavu a imunitě hostitele (Cebra et al 2007). Při detekci oocyst u *Eimeria macusaniensis* a *Eimeria ivitaensis* je, kvůli velikosti oocyst, nutné použít flotační roztok se specifickou hustotou > 1,28, aby bylo možné stanovit spolehlivou diagnózu (Cafrune 2009). Jiné zdroje uvádí, že jako flotační roztok je možné využít konkrétně cukr se specifickou hustotou 1,27 – 1,30 nebo chlorid hořečnatý s hustotou 1,30. Oba roztoky jsou velmi účinné a snadno flotují kokcie (Cebra 2014). Díky poměrně velmi specifickému vývojovému cyklu u *Eimeria*, je možné sledovat příznaky mnohem dříve, než lze detekovat oocysty ve výkalech (Cebra et al 2007).

Je možné využít také sedimentační metody využívané pro motolice, které mají stejnou účinnost jako flotační metoda. Zjištěný počet oocyst však neodráží závažnost klinických příznaků. Někdy nemusí být kokcidióza vůbec diagnostikovaná, protože příznaky jsou patrné ještě před výskytem oocyst ve výkalech. Aby bylo možné těmto situacím předcházet, byl

popsán test polymerázové řetězové reakce pro diagnostiku *Eimeria macusaniensis* a *Eimeria lamae*. Při experimentu bylo možné detekovat DNA oocyst 7 dní před detekcí samotných oocyst ve výkalech. Také je možné provést bioptické stěry ze sliznice. K vyhodnocení je však zapotřebí histologické vyšetření (Dubey 2019).

4 Lamy

Informace o lamách a jejich významnosti můžeme najít zpět až do prvních písemných záznamů. Podle některé literatury můžeme čeled' velbloudovitých rozdělit na dvě velké skupiny, a to na velbloudovité starého světa (OWC's), kteří se vyskytovali na území Asie a Afriky a na velbloudovité nového světa (NWC's) vyskytující se na území Ameriky. (Niehaus 2022).

Obecně jsou velbloudovití bráni jako zvířata na produkci potravin (Franz et al 2015). Pro hospodářství, obzvláště v jejich původní oblasti výskytu – Jižní Americe, jsou lamy velmi významným zvířetem. Jsou chovány také pro mléko, maso, kůži, kožešinu, vlnu, přepravu zboží, přehlídky, jako zájmová zvířata, pro přepravu lidí a někdy také jako obětní zvířata (Sedláková 2021).

Jihoamerické velbloudovité tvoří domestikované druhy lama krotká (*Lama glama*) a alpaka (*Vicugna pacos*) a divoké druhy vikuňa (*Vicugna vicugna*) a guanako (*Lama glama guanicoe*) (Caňal 2022).

Na základě archeologických nálezů lze usuzovat, že k domestikaci lam došlo prvotně na různých místech And. V Argentině a severním Chile došlo k domestikaci pravděpodobně 5000-3800 let př. n. l., v Peru zhruba 4000 let př. n. l. U domestikace alpак se odhaduje, že proběhla separátně v Peru okolo roku 6000 př. n. l. Původně byly velbloudovití Jižní Ameriky chováni hlavně na maso a jako dopravní prostředek, postupem času se stala velmi žádaným produktem také vlna. Od 80. let 20. století se velbloudovití chovají i mimo Jižní Ameriku (Neubert 2021).

4.1 Taxonomie

I přes poměrně jasné základní rozdělení velbloudovitých, v případě klasifikace velbloudovitých Jižní Ameriky dochází stále ke změnám. Zatímco ještě v 18. století byly všichni velbloudovití jeden rod, nejnovější klasifikace řadí velbloudovité Jižní Ameriky do dvou rodů (Niehaus 2022). Studie molekulární genetiky odhalily, že jihoamerické velbloudovité lze dále členit do dvou skupiny, kdy *Lama glama* a *Lama guanicoe* lze řadit do rodu lama a *Vicugna pacos* a *Vicugna vicugna* do rodu vikuňa. Přes rozdílné druhy se mohou všichni tyto zástupci mezi sebou křížit a mít zdravá mláďata (Neubert 2021).

- Říše: Animalia
- Kmen: Chordata
- Třída: Mammalia
- Řád: Cetartiodactyla
- Čeleď: Camelidae
- Podčeď: Camelinae (BioLib)
- Rod a druh:
 - *Lama glama guanicoe*
 - *Lama glama*
 - *Lama (Vicugna) pacos*
 - *Vicugna vicugna* (Saeed 2018)

Tabulka 1 Charakteristika velbloudovitých Jižní Ameriky

| Charakteristika | <i>Vicugna vicugna</i> | <i>Lama (Vicugna) pacos</i> | <i>Lama glama guanicoe</i> | <i>Lama glama</i> |
|--|---|--|--|---|
| Typy/poddruhy | Peruvian, Argentine | Huacaya, Suri | Pravděpodobně 4 poddruhy | Několik druhů podle oblasti výskytu/typu vlny |
| Výška (cm) | 86-96 | 76-96 | 110-115 | 102-119 |
| Váha (kg) • Dospělí • Při narození | 45-55 4-6 | 55-90 6-9 | 100-120 8-15 | 113-250 8-18 |
| Hřbet | Rovný s lehkým zaoblením | Rovný s lehkým zaoblením | Rovný nebo lehce zaoblený od kohoutku po ocas | Rovný od kohoutku po ocas |
| Odpočinek | Vertikální | Téměř vertikální | Vertikální | Vertikální |
| Uši | Krátké, zakřivené po stranách | Krátké, zaoblené ve tvaru kopí | Středně dlouhé, zaoblené po stranách | Dlouhé, vnitřní okraj rovný/zahnutý |
| Hlava | Krátká | Krátká | Střední | dlouhá |
| Kvalita vlny | Nejkvalitnější Krátká vlákna | Výborná Dlouhá vlákna | Vnitřní srst výborná Krátká vlákna | Dlouhá i krátká vlákna |
| Pokrytí srstí | Jednotné Bez „top knotu“ | Vlákna sahají až k hleznu „Top knot“ | Jednotné Bez „top knotu“ | Vlákno většinou nezasahuje k hleznu nebo do očí |
| Zbarvení | Světlé žluto-hnědé Bílá srst u zadních končetin | Od bílé po černou Vícebarevné | světlé až tmavě červenohnědá Bílá srst na končetinách a okolo perinea Hlava šedá/černá | Možné zbarvení od bílé po černou Vícebarevné |
| Zuby | Dlouhé řezáky rostoucí po celý život Sklovina pouze na labiální straně | Řezáky prodloužené, rostou až do dospělosti Sklovina pouze na labiální straně | Široké řezáky, dále nerostou Sklovina obklopuje korunku řezáků | Široké řezáky, dále nerostou Sklovina obklopuje korunku řezáků |
| Potravní strategie | Browser | šťavnaté píce Suší trávy/keře | Široká škála prostor pro pastvu | Browser Suché traviny |

Zdroj: převzato a upraveno Niehaus 2022

4.1.1 *Lama glama guanicoe*

Dospělý jedinci váží okolo 120 Kg a měří až 120 cm. Po lamě krotké jsou to největší zástupci lam. Historicky i dnes se jedná o nejvíce rozšířený druh lamy. Guanako mají dlouhý štíhlý krk i končetiny. Srst je v odstínech červenohnědé barvy se světlým zbarvením na hrudi, břiše a vnitřní straně končetin. Není zde nijak patrný pohlavní dimorfismus kromě špičáků, které

mají samci výrazně větší. Tento druh se přizpůsobil životu v drsných podmínkách. Jsou schopni regulovat teplotu pouhou změnou polohy těla. Způsob života závisí na oblasti, ve které žijí a na množství potravy. V oblastech s dostatkem krmiva zůstávají celoročně, zatímco v suchých nebo chladných oblastech dochází k poměrně častým přesunům ((Sedláková 2021).

4.1.2 Lama glama

Lama krotká stavbou těla odpovídá ostatním druhům. Dosahuje výšky až 120 cm a váhy až 250 kg, což z ní dělá největší druh lamy. Lamu krotkou nejčastěji uvidíme v červenohnědých barvách, ale obecně může mít jakékoliv zbarvení (Sedláková 2021).

4.1.3 Lama (Vicugna) pacos

Alpaky jsou vysoké okolo 95 cm a mohou vážit až 85 kg. Někdy je stále alpaka označována jako lama, i když podle posledních výzkumů bylo potvrzeno, že má mnohem blíže k vikuně. Od lamy se liší tvarem a osrstěním hlavy i uší. Dle typu srsti rozeznáváme několik druhů alpak, a to:

- Huacaya – silnější a hustší srst, podobná ovčímu rounu
- Suri – lesklá a hladká srst tvořící prstence
- Chili – přechodný typ (Sedláková 2021)

4.1.4 Vicugna vicugna

Vikuňa je nejmenším zástupcem lam. V kohoutku mají výšku maximálně 85 cm. Stejně jako pro guanako je však i pro ni typické štíhlé tělo s dlouhými končetinami. Vikuni jsou zbarvené do světlých barev s delší srstí na krku a bříše, která je chrání před zimou. Obývá pouze oblasti v Jižní Americe a je chráněná (Sedláková 2021).

4.2 Krmení a výživa

Neexistuje žádný přesný způsob pro krmné postupy u velbloudovitých. Pro mnoho veterinářů není v případě potřeby ani tak důležité složení stravy, ale způsob, jakým je podávána. Navíc, pokud se rozhodneme chovat lamy v zajetí, je vždy nutné znát také prostředí, ve kterém se vyskytují ve volné přírodě. V Jižní Americe se lamy nekrmí koncentráty ani jinými doplňky stravy a je málokdy se stane, že by byli krmeny usušeným senem. Jejich přirozenou potravou jsou traviny a byliny (Fowler 2010).

Abychom zvolili správné postupy při krmení lam, je nutné poznat a pochopit jedinečnou fyziologii a anatomii žaludku. Velbloudovití mají poměrně rychlou motilitu střev a déle zadržují tráveninu. Jsou zároveň nenároční na příjem bílkovin či výši metabolizovatelné energie a celkově mají nízký bazální metabolismus (Johnson 1994).

Lamy přirozeně žijí v oblastech, které se vyznačují dlouhým obdobím sucha a krátkým obdobím dešťů. Teploty obvykle během dne nepřekročí 19 °C a v noci mohou naopak klesnout až k -12 °C. Kvalita a množství dostupné potravy se mění v podle období, ale zvířata se v této oblasti přizpůsobila v režimu „hodování a hladovění“ tak, že v období, kdy je potravy dostatek,

ukládají tuk v podkoží, svalovině a retroperitoneální tkáni, který pak využívají když je potřeba. Tento cyklus je chovateli lam často opomíjen, lamy mají neustálý přísun potravy a často se stávají obézní (Fowler 2010).

Co se týče potřeby minerálů a vitamínů, nejsou lamy příliš náročné. Rozbory pastvin poukazují na to, že v období sucha může docházet k nedostatku fosforu či mědi. Avšak při snaze o umělé doplnění poměrně snadno může dojít k otravě. Mezi vitamíny, které jsou pro lamy důležité můžeme zařadit vitamín B a vitamíny A, D a E. Vitamín B jsou lamy schopné získávat v dostatečném množství z potravy. Vitamíny A, D a E jsou v chovech podávány především březím alpakám (San Martin 1989). Problém s nedostatkem vitamínu D může nastat také u mláďat ve věku 3 - 6 měsíců. Jeho nedostatek může vést k hypofosfatemii, náchylnosti na zlomeniny a ovlivňuje také vstřebávání fosforu ve střevech (Van Saun 2009).

Vikuni patří mezi jeden z divokých druhů lam. Žije v Andách v nadmořské výšce přesahující 4 500 m. n. m. Toto prostředí je tvořeno polosuchými pastvinami a pampami, kde rostou řídké traviny a byliny, které vikuni spásají (Fowler 2010).

Druhým divokým druhem je guanako, kterou můžeme najít od v oblastech na úrovni hladiny moře až po vysokohorské oblasti na 4000 m. n. m. Guanako je browser, ale dokáže také spásat traviny. Obývá polosuché pastviny, savany stejně jako lesy (Fowler 2010).

Lamy většinou nalezneme v mírných nadmořských výškách do 4000 m. n. m. Její výskyt můžeme označit za spíše kulturní než biologický, protože lama se dokázala přizpůsobit různým nadmořským výškám i zeměpisným oblastem mimo Jižní Ameriku. Lama je browser i spásáč travin, keřů nebo stromů. Nejvíce ale preferuje suchou půdu a svahy, kde se nachází hrubé traviny s převládající kostřavou (Fowler 2010).

Alpaka se vyskytuje v nadmořských výškách okolo 4 800 m. n. m. a nejčastěji spásá nížinné vegetace na loukách a v mokřadech. Skladba rostlin se liší podle nadmořské výšky i typu půdy. V období sucha je vegetace nízká s nízkou výživovou hodnotou, a naopak pak v období dešťů (Fowler 2010).

4.3 Gastrointestinální trakt

Velbloudovití jsou velmi často přiřazováni a porovnáváni s přežvýkavci. I když mají tyto dvě skupiny mnohé společného, velmi výrazné rozdíly v anatomii a fyziologii gastrointestinálního traktu, je řadí do odlišného fylogenetického podřádu. Geologické nálezy dokazují, že velbloudovití a přežvýkavci se začali oddělovat již na začátku třetihor z prvotních monogastrických druhů. Velbloudovití mají komplexní tříkomorový žaludek a stejně jako přežvýkavci konzumují vláknitou píci. Přes rozdílnou, ale paralelní evoluci, se u nich vyvinul podobný systém fermentace potravy v předžaludku. Velbloudovití přežvykují a regurgitují přijatou potravu, stejně jako přežvýkavci, ale na rozdíl od nich mají mnohem lépe vyvinuté mechanismy pro vstřebávání bílkovin a energie i z méně výživově hodnotných zdrojů (Niehaus 2022).

Trávení probíhá u velbloudovitých i přežvýkavců podobně. Oba druhy potřebují ke zpracování potravy fermentační komoru, která umožňuje přeměnit rostlinné živiny na vstřebatelné

molekuly. Oba druhy sice regurgitují a přežvykují krmivo, ale to je možné vidět i u jiných druhů živočichů, včetně některých primátů. Jinak má každý druh zcela odlišný způsob trávení a velbloudovité nelze označit za přežvýkavce ani pseudopřežvýkavce (Fowler 2010).

4.3.1 Dutina ústní

Všichni velbloudovití mají pevně fixované řezáky v dolní čelisti stejně jako ovce nebo kozy, které tlačí na horní patro a slouží k odtrhávání vegetace. Proto jsou lamy schopné okusovat i velmi krátké rostliny, i když přirozeně spíš vybírají pouze části vegetace v široké oblasti a nestává se, že by spásli celou část, pokud mají volnost pohybu. Počáteční žvýkání není nikterak dlouhé a slouží pouze pro smíchání potravy se slinami a následnému polknutí. Žvýkání je součástí cyklu přežvykování. Na vikuňách byl tento proces popsán tak, že zatímco vikuňa odpočívá, dochází žvýkání, kdy její čelist vytváří osmičkový oblouk. Obsah přežvykuje asi 15 vteřin během kterých žvýkne až třicet pětkrát a následně dojde k polknutí (Fowler 2010).

4.3.2 Jazyk a pysky

Velbloudovití mají horní pysk rozdělený na dvě části, což jim umožňuje, aby obě strany pysku fungovaly nezávisle. Díky tomu mohou být velmi selektivní při výběru potravy a spásat krmivo výrazně vyšší nutriční hodnoty. Velbloudovití také nepoužívají jazyk k uchopení potravy jako dobytek (Hynd 2019). Dokonce ve většině případu nejsou schopni olizovat sebe, mláďata nebo solné bloky (Fowler 2010).

4.3.3 Zuby

U velbloudovitých, stejně jako u přežvýkavců, jsou zuby určeny primárně k drcení píce. (Niehaus 2009). Anatomie zubů však zcela odlišuje velbloudovité od přežvýkavců. Velbloudovití mají jeden horní řezák, který se posunul a plní funkci špičáku. Pokud mají lamy zavřenou tlamu, leží špičák kaudálně u dolního řezáku. Dospělí samci mají všechny čtyři špičáky. Oproti tomu přežvýkavci mají čtyři dolní řezáky a žádné špičáky (Fowler 2010). Rozdíly najdeme také u lícních zubů. Zatímco přežvýkavci mají na každé straně tři horní a tři dolní premoláry, u velbloudovitých najdeme jeden až dva dole i nahoře. Oba druhy pak mají shodně tři horní a tři dolní stoličky (Duncanson 2023).

Na rozdíl od přežvýkavců mají samci velbloudovitých vyvinutý dole i nahoře navíc ještě třetí řezák, tzv. bojový zub. Tyto zuby jsou určeny k boji s ostatními samci. I z toho důvodu je u většiny samic či kastrovaných samců nenajdeme (Orsini 2022).

Tabulka 2 Zubní vzorec pro lamy a alpaky

| | | Řezáky | Špičáky | Třenové | Stoličky | Celkem |
|-----------|--------------|--------|---------|---------|----------|------------|
| Přechodné | Horní čelist | 1 | 1 | 2–3 | - | x2 = 8–10 |
| | Dolní čelist | 3 | 1 | 1–2 | - | x2 = 10–12 |
| Trvalé | Horní čelist | 1 | 1 | 1–2 | 3 | x2 = 12–14 |
| | Dolní čelist | 3 | 1 | 1–2 | 3 | x2 = 16–18 |

Zdroj: převzato a upraveno Niehaus 2009

4.3.4 Oropharynx

Hlavním znakem této oblasti je úzký prostor, protáhlé měkké patro a klenutá báze jazyka. Velbloudovití dýchají většinu času nosem. Pokud tedy dojde k poškození nebo ucpání této části, je příjem potravy společně s dýcháním značně ztížený (Fowler 2010).

4.3.5 Jícen

Jícen velbloudovitých a přežvýkavců je totožný. Není známé, kde dochází ke vzniku podnětu, ale velbloudovití jsou citlivější k regurgitaci při průchodu žaludkem než skot (Fowler 2010).

4.3.6 Žaludek

První (C1) a druhá (C2) část tříkomorového žaludku velbloudovitých slouží jako anaerobní komory určené pro fermentaci, ve kterých se nachází mikrobiální fauna a flóra nutná pro zpracování potravy. Nicméně anatomie i fyziologie žaludku je u velbloudovitých a přežvýkavců poměrně velmi odlišná. U velbloudovitých dochází zhruba ke třem kontrakcím za minutu v C1 části. Kontrakční vlna jde kaudálněkranialním směrem na rozdíl od kraniokaudálního směru u přežvýkavců (Fowler 2010). První dvě části žaludku, tedy část C1 a C2 slouží k fermentaci, výživě a absorpci vody. V části C3, která představuje pravý žaludek, probíhají stejné procesy jako v částech C1 a C2 a navíc dochází k enzymatickému trávení (Anderson 2013).

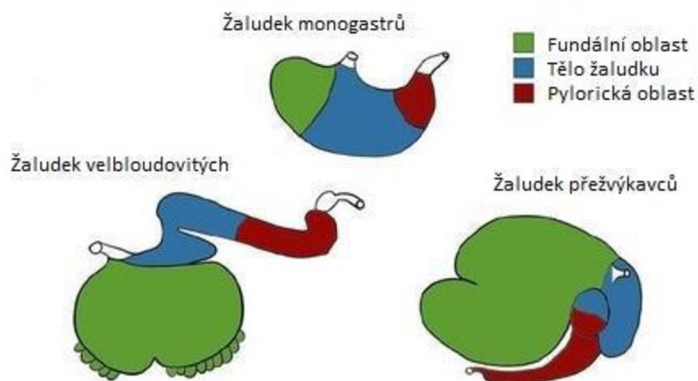
Přežvýkavci mají obsah bacheru vrstevnatý, s plyny dorzálně, pevnou částí uprostřed a tekutější vrstvou ventrálně. U velbloudovitých je obsah bacheru homogenní a poměrně suchý (Fowler 2010).

Tabulka 3 Porovnání žaludku přežvýkavců a velbloudovitých

| | Přežvýkavci | Velbloudovití |
|----------------------------|--|---|
| Žaludeční části | 4 | 3 |
| Žlázy | Pouze slez | Všechny části |
| Vývoj žaludku | Mláďata mají malý bachor, který se postupně zvětšuje, jak si zvíře vytváří fermentační kapacity. Velbloudovití vyvíjí fermentační kapacity dříve | |
| | Bachor | C1 |
| Funkce | Fermentace | Fermentace Absorpce vody a těžkých mastných kyselin a dalších látek |
| Obsah | Vrstvený | Homogenní |
| Jícnový vstup | Mezi bachorem a retikulem | Pouze v C1 oblasti |
| Papily | Pouze bachor | Neglandulární oblasti bez papil |
| Frekvence kontrakcí | 2-4/min | 3-5/min |
| Slizniční epitel | Zrohovatělý, stratifikovaný dlaždicový | Nezrohovatělý, dlaždicový |
| pH | 5,8-7 | 6,4-7 |
| | Kniha | C2 |
| Funkce | Rozmělnění potravy | Fermentace Absorpce vody a těžkých mastných kyselin a dalších látek |
| Slizniční epitel | Stratifikovaný dlaždicový | Stratifikovaný dlaždicový Žláznatá sliznice |
| pH | 5,8-7 | 6,4-7 |
| | Slez | C3 |
| Funkce | Sekrece trávicích šťáv | Absorpce vody, enzymů, kyselin a dalších látek Proximální 4/5 a distální 1/5 |
| Slizniční epitel | Žláznatý Celá slez pokryta epitelem s produkcí enzymů a kyselin | Pouze 1/5 pokryta epitelem s produkcí enzymů a kyselin |
| pH | 3 | 6,5 kraniální část 2-3 kaudální část |

Zdroj: převzato a upraveno Niehaus 2022

Obrázek 2 Porovnání žaludků



Zdroj: převzato a upraveno Niehaus 2022

4.3.7 Střevo

Střevní trávení a absorpce živin je u velbloudovitých a přežvýkavců velmi podobná. Velbloudovití nemají žlučník, takže žluč může proudit neustále. Slepé a tlusté střevo se nepodílejí na fermentaci. Tlusté střevo je tvořeno spirálovitým tračníkem, který se v závitěch zmenšuje. Výkaly se tvoří zhruba v polovině této spirály. Celková doba průchodu trávicím traktem je různá, ale v průměru trvá čtyři dny. V tenkém střevě, u vstupu do dvanáctníku, se nachází rozšířená ampule. Dvanáctník je umístěn dorzálně od C-1 části žaludku kde probíhá až do dorzální části břišní dutiny k játrům. Navazující jejunum je umístěno v pravé kaudální části břišní dutiny. Poslední část, ileum, začíná ventrálně a pokračuje dorzálním směrem až k cékokolickému ústí do tlustého střeva (Fowler 2010).

Slepé střevo se nachází ve středu dutiny břišní a směřuje přímo kaudálně k pánevnímu vchodu. Tlusté střevo velbloudovitých je podobné tomu u přežvýkavců. Začíná proximální kličkou, která směřuje kraniálně a ventrálně a vstupuje do spirálovité kličky. Nejvíce proximálně uložená klička vzestupného tračníku je připojena ke kompaktnějšímu spirálovitému tračníku. Střevo se postupně zužuje z 5 cm na 2 cm v prvním závitě spirálovité kličky. Tato spirální oblast je hlavní část, kde se u velbloudovitých usazují výkaly. Distální klička vzestupného tračníku je spojena s proximální kličkou. Následují příčný tračník, který přechází do sestupného tračníku až ke konečníku a řitnímu otvoru (Fowler 2010).

Tabulka 4 Rozdíl mezi velbloudovitými Jižní Ameriky a přežvýkavci

| | Velbloudovití Jižní Ameriky | Přežvýkavci |
|----------------------------|--|---|
| Evoluce | Evoluce rozdělena před 40 miliony let | |
| Krev | Erytrocyty: malé a eliptické (6,5 μ) Leukocyty: neutrofilny, okolo 22 000 | Erytrocyty: kulaté (10 μ) Leukocyty: lymfocyty, okolo 12 000 |
| Končetiny | Nohy mají nehty a měkké polštářky. Druhý a třetí článek prstů je horizontální | Nohy mají kopyta a chodidlo. Druhý a třetí článek prstů je téměř vertikální |
| Trávicí soustava | <ul style="list-style-type: none"> ● Fermentace v předžaludkovém prostoru, regurgitace ● přežvykování a opětovné polykání ● Žaludek: 3 části, odolný vůči nadýmání ● Zubní vzorec: I 1/3, C 1/1, PM 1-2/1-2, M 3/3 x 2 = 28-32 | <ul style="list-style-type: none"> ● Fermentace v předžaludkovém prostoru, regurgitace ● přežvykování a opětovné polykání ● Žaludek: 4 části, náchylný na nadýmání ● Zubní vzorec: I 0/3, C 0/1, PM 3/3, M 3/3 x 2 = 32 |
| Reprodukce | <ul style="list-style-type: none"> ● Indukovaná ovulace ● Absence estrálního cyklu ● Folikulární vlny ● Kopulace v poloze na zádech ● Difuzní placenta ● Epidermální membrána obklopuje plod ● Chrupavčitý výběžek na penisu ● Prodloužená ejakulace | <ul style="list-style-type: none"> ● Spontánní ovulace ● Estrální cykly ● Bez folikulárních vln ● Kopulace ve stoje ● Kotyledonární placenta ● Absence epidermální membrány ● Absence chrupavčitého výběžku na penisu ● Krátká a intenzivní ejakulace |
| Dýchací soustava | Měkké patro prodloužené Převážně dýchání nosem | Krátké měkké patro Dýchání nosem i orální |
| Vylučovací soustava | <ul style="list-style-type: none"> ● Hladké eliptické ledviny ● U samic suburetrální divertikl v blízkosti ústí močové trubice | <ul style="list-style-type: none"> ● Hladké nebo laločnaté ledviny ● Absence suburetrálního divertiklu ● U některých druhů přítomna dorzální uretrální prohlubeň |
| Parazité | Unikátní: vši a kokcidie Sdílejí některé parazity gastrointestinálního traktu | |
| Infekční onemocnění | <ul style="list-style-type: none"> ● Malá náchylnost k tuberkulóze ● Brucelóza u lam není známá ● Slintavka a kulhavka ● Vzácné virové onemocnění společné se skotem nebo ovce | <ul style="list-style-type: none"> ● Vysoká náchylnost k tuberkulóze a brucelóze skotu ● Slintavka a kulhavka |

Zdroj: převzato a upraveno Fowler 2010

5 Kokcidie rodu *Eimeria* u lam

- Soustava: Vitae
- Doména: Eukaryota (Whittaker & Margulis, 1978)
- Říše: Chromalveolata (Adl et al., 2005)
- Kmen: Apicomplexa (Levine, 1970)
- Třída: Coccidiasina (Leuckart, 1879)
- Řád: Eucoccidiorida (Léger & Duboscq, 1910)
- Čeleď: Eimeriidae (Minchin, 1903)
- Rod: *Eimeria* (Schneider, 1875) (BioLib)
- Druh:
 - *Eimeria lamae*
 - *Eimeria alpaca*
 - *Eimeria punoensis*
 - *Eimeria ivitaensis*
 - *Eimeria macusaniensis*
 - *Eimeria peruviana* (Franz 2015)

Kokcidie rodu *Eimeria* parazitující u velbloudovitých jsou jedinečné pro tuto čeleď a nejsou tak přenosná na hospodářská zvířata či naopak. Kokcidie však nejsou jediní parazité s unikátní hostitelskou preferencí. Stejně hostitelsky specifické jsou také druhy *Cryptosporidium* nebo *Sarcocystis*. V případě ostatních prvoků však může dojít k přenosu také na ostatní hospodářská zvířata. Na hostitelskou specifitu ukazuje také fakt, že velbloudi, i přes to, že spadají do stejné čeledi jako lamy, mají zcela jiné parazity rodu *Eimeria* (Fowler 2010).

Obecně jsou vnitřní parazité u velbloudovitých velmi rozšířeni. Některé studie uvádějí, že až okolo 90 % mláďat do jednoho roku, u kterých jsou kokcidiózy nejrozšířenější, trpělo alespoň jedním z vnitřních parazitů, mezi které řadíme také kokcidie rodu *Eimeria* (Long 2010). Přestože endoparazitózy patří k jedním z nejčastějších onemocnění u velbloudovitých Jižní Ameriky a mají velký ekonomický dopad, ví se o jejich výskytu a léčbě jen velmi málo (Cañal 2022).

Rod *Eimeria* patří mezi nejrozšířenější parazity velbloudovitých jižní Ameriky. V souvislosti s popsáním jednotlivých druhů kokcií rodu *Eimeria* u lam se zdroje rozcházejí. Většina zdrojů uvádí čtyři druhy, a to: *E. lamae*, *E. alpaca*, *E. macusaniensis*, *E. punoensis*. Ohledně dalších dvou druhů se již zdroje různí. Některé zdroje uvádí jako pátý druh *E. peruviana* (Whitehead 2006). Jsou ale také zdroje, které místo *E. peruviana* uvádí *E. ivitaensis*, nebo zdroje, ve kterých najdeme uvedené oba tyto druhy. Každý z těchto druhů parazitů se liší svou morfologií, patogenitou, prepatentní periodou i výskytem (Franz 2015).

V historii bylo provedeno několik rozborů na přítomnost kokcií i jiných parazitů u lam. Díaz (2015) popisuje jeden pokusů, při kterém bylo odebráno celkem 350 vzorků trusu u mláďat alpaka, které následně prošly flotační technikou. Výsledky ukázaly, že prevalence uvnitř stáda činila až 64 %, což představuje významné riziko pro chovatele (Díaz 2015).

Kokcidie rodu *Eimeria* mohou být rozřazeny do jednotlivých kategorií podle velikosti. Kokcidie s menšími oocystami jsou poměrně běžné a mají mnoho podobností s kokcidiemi popsány u drůbeže nebo u přežvýkavců. Naopak kokcidie s většími oocystami jsou poměrně specifické. Dle Cebra (2014), který ve své knize rozeznává pouze pět druhů kokcidií rodu *Eimeria* u lam, je možné kokcidie podle velikosti oocyst dělit následovně:

- Malé kokcidie
 - *Eimeria punoensis*
 - *Eimeria alpaca*
 - *Eimeria lamae*
- Velké kokcidie
 - *Eimeria macusanensis*
 - *Eimeria ivitaensis*

Šestý druh, *Eimeria peruviana*, který zde není uvedený, má podle Dubey (2018) velikost oocyst 28-38 μm a řadil by se tak pravděpodobně mezi tzv. malé kokcidie. Jedná se o druh, který parazituje pouze na druhu *Lama glama*. Oocysty jsou o velikosti 28-38 x 18-23 μm (Duszynski 2001), mají oválný tvar. U tohoto druhu není mikropyle přítomná (Taylor 2015).

5.1 Malé kokcidie

Tyto kokcidie mají prakticky totožný životní cyklus jako kryptosporidie, až na pár odlišností. Oocysty mají tlusté stěny a nejsou schopné autoinfekce. Dochází u nich ke sporulaci a infekčnosti po 4–12 dnech, případně po delší době mimo tělo hostitele. Po pozření dochází k uvolnění osmi sporozoitů, kteří dále putují do epitelových buněk. Jádro i orgány hostitelské buňky jsou vytlačovány a buňka praská s každým zráním parazitárního stádia, kvůli čemuž dochází ke ztrátě sliznice, zejména v raných stádiích infekce. Malé kokcidie způsobují infekce zejména u mláďat zhruba do 8 měsíců věku. V Jižní Americe mláďata vylučují oocysty nejčastěji ve 23 dnech věku, ne však dříve, než 15 den od narození. Vylučování roste až zhruba do 50 dnů věku, a poté začíná slábnout. V ojedinělých případech se může těmito kokcidiemi nakazit také starší jedinec. Většinou je to ale zapříčiněno nadměrnou expozicí nebo sníženou imunitou (Cebra 2014).

5.1.1 *Eimeria alpaca*

Eimeria alpaca má elipsovité oocysty jejíž velikost se pohybuje mezi 22–27 x 18–24 μm (Dubey 2019). Oocysty jsou zbarvené do světle zelenomodré barvy s hladkým povrchem s mikropylou s čepičkou někdy obsahující také polární granula bez rezidua oocyst. Vejčité sporocysty obsahují nevýrazné Stiedovo tělísko a reziduum. Sporozoity jsou pak protáhlé umístěné podélně od hlavy k ocasu s jednou až třemi granulemi (Taylor 2015). Prepatentní perioda je v případě tohoto druhu zhruba 16 až 18 dní. V současné chvíli nejsou známy endogenní stádia (Dubey 2019).

5.1.2 *Eimeria lamae*

Oocysty mají vejčitý až elipsovité tvar o velikosti 30-40 x 21-30 μm (Dubey 2019). Na povrchu jsou hladké a oocysta může nabývat namodralé až zelenožluté barvy. Přítomná je také mikropyle společně s mikropylovou čepičkou, který může navíc obsahovat také polární granula bez rezidua oocyst (Taylor 2015). Prepatentní perioda je pouze 10 dní. Jednotlivé endogenní fáze nebyly popsány, ale již prepatentní perioda je u tohoto druhu patogenní (Dubey 2019). Sporocysty jsou podlouhle vejčitého tvaru obsahující Stiedovo tělísko a reziduum. Podlouhlé sporozoity obsahují jednu až tři číré globule (Taylor 2015). Prepatentní perioda je zde 15-16 dní (Cebra 2014).

5.1.3 *Eimeria punoensis*

Stejně jako v případě *Eimeria lamae*, jsou oocysty vejčitého až elipsovitého tvaru o velikosti pouze 17-22 x 14-18 μm , a jsou to tak nejmenší oocysty mezi kokcidiemi rodu *Eimeria* u jihoamerických camelidů. Jejich životní cyklus není známý (Dubey 2019). Podlouhlé sporocysty obsahují nevýrazné Stiedovo tělísko a reziduum (Taylor 2015). Prepatentní perioda je zde nejkratší, a to 10 dní (Cebra 2014).

5.2 Velké kokcidie

Velké kokcidie mají v průměru 3-4x větší oocysty než je tomu v případě malých kokcidií. *Eimeria macusaniensis* se vyznačuje určitou heterogenitou ve velikosti a tvaru. Výzkumy v budoucnu tak mohou odhalit, že existují i další druhy rodu *Eimeria*. *Eimeria macusaniensis* má zároveň velmi tlustou stěnu, díky níž jsou její oocysty velice odolné. Její oocysty byly nalezeny u mumií, které byly více než 10 000 let staré. U velkých kokcidií jsou životní cykly velmi podobné těm malým, jen s tím rozdílem, že trvají déle. Infekce se tak zpravidla objeví později, neznamena to však, že samotné onemocnění nemůže propuknout dříve. Stále více přibývá důkazů, že i přes to, že mláďata vylučují oocysty malých *Eimeria*, případně vykazují známky enterotoxemie, mohou ve skutečnosti umírat na prepatentní infekci *Eimeria macusaniensis*. V poslední době také přibývá případů nákazy dospělých jedinců. Zatímco u některých z nich můžeme vysvětlit nákazu ovlivněnou velkou mírou stresu, nejpravděpodobněji půjde o potravní návyky. Pokud do stáda přijde nový jedinec, žere ze začátku spíše ze země nebo okrajových částech pastvin, kde může být koncentrace parazita mnohem vyšší (Cebra 2014).

5.2.1 *Eimeria ivitaensis*

Oocysty u *Eimeria ivitaensis* jsou elipsovitého tvaru a mohou dosahovat délky až 98 μm (Dubey 2019). Oocysty mají u tohoto druhu tmavě hnědou barvu a obsahují mikropylu. Sporozoity jsou protáhlé obsahující reziduum a globule na obou koncích (Taylor 2015). Stejně jako u ostatních zástupců, i zde jsou endogenní fáze neznámé (Dubey 2019). Doba sporulace není přesně známa, ale v laboratorních podmínkách trvala 7-10 dní (Cebra 2014).

5.2.2 *Eimeria macusaniensis*

Jedná se o nejlépe popsanou *Eimeria* s největšími oocystami, jejíž velikost může být až 110 μm (Dubey 2019). Hnědě zbarvené oocysty mají silnou stěnu obsahují jak mikropylu, tak mikropylární čepičku, nejsou však přítomna polární granula nebo reziduum oocyst (Taylor 2015). Oocysty mají v tomto případě poměrně dlouhou dobu sporulace, ke které vyžadují teplo. Při 30 °C trvá sporulace 9 dní, při 18-25 °C už sporulace trvá 21 dní. U teplot okolo 7 °C již sporulace neprobíhá (Dubey 2019). Vejčítě podlouhlé oocysty obsahují nevýrazné Stiedovo tělíčko a reziduum. Sporozoity jsou rovněž podlouhlé s globulemi na obou koncích (Taylor 2015). Také prepatentní perioda je zde delší, konkrétně se pohybuje od 36 do 41 dní. Asexuální fáze nejsou známy. Sexuální fáze probíhají ve vilárním epitelu a v lamina propria jak v tenkém, tak v tlustém střevu, kdy nejvíce zasaženou oblastí bývá zpravidla ileum. Někdy je však možné nalézt *Eimeria* v této fázi také v submukóze. Gamonty se vyskytují ve velkých parazitoformních vakuolách, včetně těch vzniklých v rané fázi (Dubey 2019). V Peru, kde jsou alpaky nejvíce rozšířené, je hlavní příčinou úmrtí novorozenců enterotoxémie způsobená *Clostridium perfringens* typu A. Během čtyřleté studie v Peru bylo odebráno celkem 108 střevních vzorků za účelem rozboru na přítomnost právě *Eimerie macusaniensis* u jedinců, kteří byli zároveň postiženi enterotoxémií. Výsledky odhalily přítomnost parazitů rodu *Eimeria* v jedné třetině případů. Existuje tak vzájemná korelace mezi těmito dvěma příčinami úmrtí, avšak i když tato spojitost byla poměrně dobře popsána u velbloudů, u camelidů Jižní Ameriky existuje zatím jen velmi málo informací (Rosadio 2010). S jistotou lze tedy zatím říct jen to, že kokcidie vytvářejí dobré prostředí pro proliferaci *Clostridium perfringens* a mohou tak usnadňovat nákazu (Immerseel 2004).

Tabulka 5 Běžné druhy rodu *Eimeria* u camelidů Jižní Ameriky

| | <i>E. macusaniensis</i> | <i>E. lamae</i> | <i>E. alpcae</i> | <i>E. punoensis</i> | <i>E. ivitaensis</i> | <i>E. peruviana</i> |
|--|---------------------------|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|---------------------|
| Tvar oocysty | Oválný, piriformní | Elipsovitý, oválný | Elipsovitý, oválný | Elipsovitý, oválný | Elipsovitý | - |
| Velikost (v μm) | 81-107 x 61-80 | 30-40 x 21-30 | 22-26 x 18-21 | 17-22 x 14-18 | 83,5-98,6 x 49,3-59,1 | 28-38 x 18-23 |
| Tloušťka stěny | 8,3-11,4 | 1,4-1,8 | 1,2-1,6 | 0,8-1,1 | 4-4,5 | - |
| Mikropylární zátka | Výška: 2-5 Šířka: 9-14 | Výška 1,5-2,2 Šířka 8,8-11,4 | Výška 0,7.1,3 Šířka 4,4-7,5 | Výška 0,4-0,8 Šířka 3,5-5,5 | - | - |
| Tvar sporocysty | Podlouhlý | Podlouhlý, oválný | - | Podlouhlý, oválný | Podlouhlý | - |
| Velikost | 33-40 x 16-20 | 13-16 x 8-10 | 10-13 x 7-8 | 8-11 x 5-7 | 32,6-40,8 x 11,9-13,6 | - |
| Stieda | Slabý | Normální | Slabý | Slabý | - | - |

Zdroj: převzato a upraveno Dubey 2019

5.3 Příznaky

Mezi typické příznaky nákazy kokcidiemi patří zejména kolika, průjem, snížená chuť k jídlu a s tím spojená ztráta váhy, slabost a v mnoha případech také náhlá smrt (Schrey 1991). U většiny velbloudovitých dochází k nákaze v raném věku a na nízké úrovni nákaza trvá až do dospělosti. V případě průjmu, který je nejčastějším příznakem nákazy, můžeme pozorovat od mírných průjmů až po závažné průjmy obsahující krev (Zajac 2012). Navíc kokcidióza může u lam způsobit další mikrobiální infekce, např. *Clostridium perfringens* (Dubey 2019).

Při nákaze tzv. **malými kokcidiemi** se nejčastěji objevuje hemoragický vodnatý průjem, který se dále rozvíjí ve slabost, letargii, hubnutí a špatné nabírání váhy, odmítání krmiva a dehydrataci. Tyto příznaky se kumulují a následně přechází v šok, případně kóma a smrt. Naopak další příznaky, jako je kolika, respirační potíže nebo změny na mozku jsou poměrně vzácné. Postiženým orgánem je tenké střevo, zejména jejunum a ileum, na kterém mohou být viditelné hemoragické nebo edematózní projevy. Dále se může objevit slizniční krvácení, fibrinonekrotické pseudomembrány nebo bodové bílé léze, které jsou nejvýraznější na klících, kde také dochází ke ztrátě sliznice a jejímu zkracování. V nejhorších případech může ubývat až k bazální membráně. Přítomny mohou být jak zralé, tak nezralé formy kokcidií. Submukóza může být vyplněna hemoragickými nebo eozinofilními infiltráty. S infekcí malými kokcidiemi se pojí také celá řada abnormalit, mezi které patří hypoproteinémie, anémie, hyponatrémie nebo hypochlorémie (Cebra 2014).

Projevy nákazy u **Velkých kokcidií** se poměrně liší od nákazy malými kokcidiemi. Nejlépe byly popsány příznaky právě na *Eimeria macusaniensis*, i když je možné, že mnoho z těchto příznaků se týká spíše parazitárních gastroenteritid obecně. U mladších jedinců je poměrně typický průjem, což u dospělých bývá spíše ojedinělé nebo lehce přehlédnutelné, protože v pozdějším věku má průjem většinou jiný původ. Stejně jako v případě malých kokcidií, i zde patří k příznakům úbytek hmotnosti, špatné přibývání na váze, nechut, letargie nebo slabost. Některá zvířata také vykazují známky koliky, což je typické hlavně pro *Eimeria macusaniensis*, která může stát také za dalšími střevními komplikacemi. V pozdějších stádiích dochází také hypoproteinémii, anémii, hypoalbuminémii nebo hypokalémii. Dochází také ke snížení koncentrací sodíku a chloridu. Jak se stav zvířete zhoršuje, stává se také náchylnější k přenosu bakterií nebo toxinů přes poškozenou sliznici, případně k oběhovému šoku. U lam můžeme pozorovat ascites, hydrotorax, hydroperikard, otok hltanu a mozku, distenze břicha, problémy s dýcháním, tachykardie, hypotermie, dysfagie nebo ztrátu slin. Konečnými projevy jsou klinicko-patologické příznaky jako je azotémie, metabolické acidózy (hlavně mléčné), vysoké hodnoty jaterních enzymů, hyperbilirubinémie a zvýšení tuku v krvi. Vyšetření břicha bývá navíc dost neprůkazné. V některých případech bývá onemocnění poměrně nenápadné a zvíře je nalezeno po několika dnech uhynulé (Cebra 2014). Pobyt v těsných prostorách, stres (převoz, změna místa) nebo nedostatečná výživa mohou představovat rizikový faktor pro onemocnění kokcidiemi. I když jsou kokcidie typické pro novorozená mláďata, u dospělých jedinců byla zaznamenána úhyn po nákaze kokcidiemi po převozu na novou farmu (Dubey 2019).

5.3.1 Diarea

Průjem je jedním z nejzáhadnějších stavů u velbloudovitých Jižní Ameriky. Zjednodušeně průjem představuje zvýšenou defekaci se zvýšenou koncentrací tekutiny. K tomu stavu může dojít z různých důvodů (Cebra 2014). Na vině může být mikrobiální nebo parazitární onemocnění, výživové faktory, začínající zánět nebo systémová onemocnění. U novorozených lam a alpák představují poměrně častou příčinu úmrtí. Příčin průjmu může být celá řada od špatného managementu chovu, přes nutriční faktory až po různé patogeny. To, jakým způsobem se budou příznaky projevovat, a tedy závažnost onemocnění se však může lišit podle zdroje nákazy. Nejčastější patogeny, které způsobují průjem u novorozeňat jsou koronaviry, *Escherichia coli*, *Cryptosporidium spp.*, *Giardia spp.*, kokcidie (Whitehead 2006), chemická příčina z některých rostlin (azalka, rododendron, vavřík), oleandrin nebo toxická příčina spojená se sepsí (Cebra 2014).

U mláďat je diarea poměrně častým jevem. Nejčastěji je jako důvod uváděna mikrobiální příčina, i když v mnoha případech mohou za průjem výživové nedostatky nebo patogeny jako jsou bakterie, viry nebo prvoci. Pro tyto případy je dostupná celá řada přípravků, které přímo zneškodňují původce problému, ale s výjimkou *Eimeria* a koliformních průjmů, není antimikrobiální léčba většinou nutná. Většina parazitů způsobí spíše malátnost a hubnutí než průjem. Mezi parazity, kteří naopak způsobují průjmy, někdy také s obsahem krve, patří kokcidie rodu *Eimeria*. Malé *Eimeria* jsou nejčastější u mláďat ve věku od dvou týdnů až do osmi měsíců. Velké kokcidie (*Eimeria macusaniensis*) postihuje mláďata nejčastěji okolo dvou týdnů (Cebra 2014).

Obecně jsou velbloudovití velmi dobře uzpůsobení k uchování vody v těle. Díky tomu jsou schopni přežít i ve velmi suchém a horkém prostředí. K uchování vody v těle jim slouží celá řada mechanismů jako jsou pomalé vyprazdňování žaludku a intenzivní vstřebávání vody z tlustého střeva, takže konečným výsledkem je suchý trus. Trus velbloudovitých je tvořen ze 40-60 % vodou, zatímco u skotu je to až 85 %. Množství vody ve výkalech, než můžeme mluvit o průjmu, se tak musí víc než zdvojnásobit. Tlusté střevo je pro odvod vody z výkalů zásadní. Zatímco u skotu se vstřebá v tlustém střevu pouze asi 10 % vody, u velbloudovitých je to až 25 %. Asi polovina absorpce probíhá ve spirálním tračníku, druhá pak v příčném a sestupném tračníku. Pro srovnání, v tenkém střevě je obsah vody v požitě potravě zhruba stejný od začátku do konce. Může se stát, že se do tlustého střeva dostane větší množství vody, ale díky vysoké schopnosti absorpce tlustého střeva je většinou tato abnormalita vykompenzována. Onemocnění tenkého střeva tak samo o sobě nezpůsobuje u velbloudovitých průjem, pokud nedojde k jeho závažnému poškození nebo závažnému onemocnění jako je hypoproteinémie nebo poškození tlustého střeva (Cebra 2014).

Oproti tomu, pokud dojde k onemocnění tlustého střeva, zpravidla způsobuje také průjem. To, jak je průjem závažný nebo ne tak není možné zcela spolehlivě určit podle zasažené oblasti střev a často pouze poukazuje na oblast problému. Je ale také možné, že průjem vůbec neodráží žádné systémové onemocnění. Množství vody ve výkalech ovlivňuje množství nevstřebených a nestrávených částí krmiva a vody obsažené v krmivu. Proto

u velbloudovitých, kteří mají přístup k potravě s vysokým obsahem vody, jakou jsou traviny na pastvinách, můžeme zaznamenat větší množství vody ve střevech. To vše může proběhnout bez změny na střevní stěně. Závažnější onemocnění s sebou však přináší morfologické změny na střevní stěně. Nejčastějšími změnami jsou eroze nebo vředy či záněty. Peritonitida může také snížit absorpční schopnost střev, což může být způsobeno únikem obsahu střev v důsledku prasklého vředu nebo bakteriální infekce. Celá řada onemocnění může ovlivnit činnost střev. Zánět slinivky břišní může snížit trávicí funkci střev. Onemocnění, při kterých dochází ke snížení bílkovin nebo zvýšení hydrostatického tlaku, mohou zvýšit množství vody ve výkalech (Cebra 2014).

5.4 Léčba

V současné chvíli není většina vhodných a požadovaných léčiv pro velbloudovité registrována, a je tak nutné velmi často využívat jinak dostupná léčiva. To ale s sebou přináší určité riziko, jelikož nejsou dostupné žádné informace o tom, zda dávky léčiv běžně podávané ostatním býložravcům, nejsou pro velbloudovité, při stejně velkých dávkách, toxické. Navíc, pro lamy a alpaky je velmi složité pozřít velké objemy léčiv, které jsou často nutné k úspěšné léčbě a může se tak stát, že dávkování nebude dostatečné. To však vede k dalšímu rozvoji onemocnění a postupnému vzniku rezistence parazitů na podávaná antikocidika (Franz et al 2015). Jsou popsány případy, kdy podávání sulfadimethoxinu 15 mg/kg, perorálně 1. den a následně 30 mg/kg perorálně další dny, vedlo k úspěšnému vyléčení (Johnson 2009). Sulfonamidy navíc mohou pomoci potlačit sekundární infekci. Některé zdroje uvádějí, že je možné podávat také amprolium hydrochlorid 10mg/kg v 1,5 % roztoku orálně po dobu 15 dní (Dubey 2019). Je rovněž možné podávat dekochinát (0,5 mg/kg tělesné hmotnosti 28 dní) společně s krmivem (Franz et al 2015). V tomto konkrétním popsaném případě byl navíc podáván také exametazon pro snížení zánětu ve střevech (Johnson 2009). Obecně je možné využít při infekci kokciidiami také ionoforová antibiotika jako je monensin a salinomycin. U velbloudovitých to však není z hlediska bezpečnosti doporučované, protože tyto látky byly dříve spojovány s toxikózou (Cebra 2014).

Tabulka 6 Léčivé přípravky střevních prvoků u SAC

| Antiparazitikum | Dávka (mg/kg) | Aplikace | Zvířecí druh | Farmakokinetické studie | Studie účinnosti |
|-----------------|---------------|----------|-----------------|-------------------------|------------------|
| Fenbendazol | 10-50 | Orálně | Nespecifikováno | Ne | Ne |
| Decoquinate | 0.5 | Orálně | Nespecifikováno | Ne | Ne |
| Toltrazuril | 15-20 | Orálně | Nespecifikováno | Ne | Ne |
| | 5-20 | Orálně | Nespecifikováno | Ne | |
| Ponazuril | 20 | Orálně | Lama | Ano | Ne |

Zdroj: převzato a upraveno Franz et al 2015

5.5 Prevence

Abychom mohli účinně zabránit šíření nákazy a nastavit účinnou prevenci, je nutné znát vývojový cyklus a zásady biosecurity (Schröder 2023). Vzhledem k tomu, že nákaza kokcidiemi je nebezpečná hlavně pro novorozené a mláďata, zvýšená hygiena v boxech u mláďat může být jedním z nejdůležitějších opatření, jak kokcidióze zabránit. Tato opatření zahrnují zamezení kontaktu různě starých mláďat mezi sebou, stejně tak jako kontakt s dospělými a včasné odklizení výkalů (Cebra 2014). Další možností je také využití profylaktické léčby, zejména v zimních měsících, kdy je riziko nákazy vyšší (Dubey 2019) nebo ve vlhčích měsících, zvláště pokud jsou tyto měsíce shodné s prvními šesti měsíci věku mláďate. Dále je možné zvážit preventivní léčbu také při stresujících událostech, jako je odstav, stříhání nebo přesun stáda (Cebra 2014).

6 Závěr

Hlavním cílem této práce bylo formou literární rešerše představit problematiku kokcií rodu *Eimeria* u lam v produkčních a zájmových chovech.

V rámci práce byl popsán obecně parazitismus a rozdělení parazitů do dvou velkých skupin – ektoparazitů a endoparazitů. Následně byl podrobněji popsán vývojový cyklus a diagnostika kokcií, kterým se tato práce věnuje. V druhé kapitole jsou uvedené jednotlivé druhy lam, včetně jejich způsobu stravy a popisu gastrointestinálního traktu, kde kokcie parazitují. V poslední kapitole jsou podrobně popsány jednotlivé druhy kokcie rodu *Eimeria*, včetně příznaků, léčby a prevence.

Obliba lam neustále roste a dnes již rozhodně nejsou pouze hospodářskými zvířaty, ale stále častěji je můžeme vidat v zájmových chovech nebo pro potřeby zoorehabilitací. Při zoorehabilitacích by měl být kladen důraz na zvýšené hygienické podmínky, i vzhledem k tomu, že dochází ke kontaktu zvířete s člověkem. A právě parazité mohou být jednou z překážek. Lamy mohou být nakaženy celou řadou jak ektoparazitů, tak endoparazitů, mezi které patří také kokcie rodu *Eimeria*. Tyto kokcie mohou způsobit velmi závažné zdravotní problémy, které mohou vést až k úhynu zvířete a zároveň jsou jedním z nejčastěji se vyskytujících parazitů u lam.

I kvůli zvýšené oblibě chovu k různým účelům je tak zcela nepostradatelná prevence, která může alespoň zmírnit výskyt a šíření parazitů. Jelikož kokcie napadají zejména novorozená mláďata, měla by se největší část prevence soustředit zde. To v praxi znamená, že různě stará mláďata by neměla být ustájena společně. Dále je důležitá zvýšená hygiena, včetně častějšího odklizení výkalů jak v ustájení, tak na pastvinách. Případně je možná profylaktická léčba a v neposlední řadě také omezení stresu u zvířat.

7 Literatura

Knižní zdroje

- 1) ANDERSON, David E., Meredyth L. JONES a Matt D. MIESNER, 2013. *Veterinary Techniques for Llamas and Alpacas* [online]. 1. John Wiley & Sons, Incorporated [cit. 2024-03-23]. ISBN 9781118602430.
- 2) BANGOURA, Berit a Arwid DAUGSCHIES, 2018. Eimeria. In: FLORIN-CHRISTENSEN, Monica a Leonhard SCHNITTGER, ed. *Parasitic Protozoa of Farm Animals and Pets* [online]. Cham: Springer International Publishing, 2018-11-08, s. 55-101 [cit. 2023-03-01]. ISBN 978-3-319-70131-8. Dostupné z: doi:10.1007/978-3-319-70132-5_3
- 3) CEBRA, Christopher, David E. ANDERSON, Ahmed TIBARY, Robert J. VAN SAUN a LaRue W. JOHNSON, 2014. *Llama and alpaca care: medicine, surgery, reproduction, nutrition, and herd health*. Edition1. St. Louis: Elsevier. ISBN 978-1-4377-2352-6.
- 4) DUBEY, J. P., 2019. *Coccidiosis in Livestock, Poultry, Companion Animals, and Humans*. Milton: Taylor & Francis Group. ISBN 9781000761689.
- 5) DUNCANSON R., Graham, 2023. *Veterinary Treatment of Llamas and Alpacas* [online]. 2. CAB International [cit. 2024-03-23]. ISBN 9781800623576.
- 6) FOWLER, Murray, 2010. *Medicine and Surgery of Camelids*. 3. Hoboken: John Wiley & Sons, Incorporated. ISBN 9780813806167.
- 7) HYND, Philip I., 2019. *Animal Nutrition: From Theory to Practice* [online]. 1. CSIRO Publishing [cit. 2024-04-15]. ISBN 9781486309504.
- 8) CHERNIN, Jack, 2000. *Parasitology* [online]. 1. Taylor & Francis Group [cit. 2024-04-13]. ISBN 9780203132586.
- 9) LONG, Peter L., 2017. *Coccidiosis of Man and Domestic Animals*. CRC Press. ISBN 1315891646.
- 10) NIEHAUS, Andrew J., 2022. *Medicine and Surgery of Camelids*. 4. Hoboken: John Wiley & Sons, Incorporated. ISBN 9781119583271.
- 11) ORSINI, James A., Nora S. GRENAGER a Alexander LAHUNTA DE, 2022. *Comparative Veterinary Anatomy: A Clinical Approach* [online]. 1. Elsevier Science & Technology [cit. 2024-03-23]. ISBN 9780128121085.
- 12) OTRANTO, Domenico a Richard WALL, 2024. *Veterinary Parasitology* [online]. 5. John Wiley & Sons, Incorporated [cit. 2024-04-13]. ISBN 9781394176366.
- 13) SCHRÖDER, Johann, 2023. *Apicomplexa in Livestock* [online]. 1. CAB International [cit. 2024-04-13]. ISBN 9781800621985.
- 14) TAYLOR, M. A., R L COOP a Richard L. WALL, 2015. *Veterinary Parasitology*. 4. Hoboken: John Wiley & Sons, Incorporated. ISBN 9781119073697.
- 15) ZAJAC, Anne M. a Gary A. CONBOY, 2012. *Veterinary Clinical Parasitology* [online]. 8. John Wiley & Sons, Incorporated [cit. 2024-04-14]. ISBN 9781118292037.

Články

- 16) AL-AZIZZ, Suzan, 2017. Basic Veterinary Parasitology Introduction and Systemic Platyhelminths Third Year Stage 2017-2018.
- 17) BALLWEBER, Lora Rickard, 2009. Ecto- and Endoparasites of New World Camelids. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* [online]. **25**(2), 295-310 [cit. 2023-03-31]. ISSN 07490720. Dostupné z: doi:10.1016/j.cvfa.2009.02.003
- 18) BURRELL, Alana, Fiona M. TOMLEY, Sue VAUGHAN a Virginia MARUGAN-HERNANDEZ, 2020. Life cycle stages, specific organelles and invasion mechanisms of Eimeria species. *Parasitology* [online]. **147**(3), 263-278 [cit. 2024-04-13]. ISSN 0031-1820. Dostupné z: doi:10.1017/S0031182019001562
- 19) CAFRUNE, M.M., R.E. MARÍN, F.A. RIGALT, S.R. ROMERO a D.H. AGUIRRE, 2009. Prevalence of Eimeria macusaniensis and Eimeria ivitaensis in South American camelids of Northwest Argentina. *Veterinary Parasitology* [online]. **162**(3-4), 338-341 [cit. 2023-03-03]. ISSN 03044017. Dostupné z: doi:10.1016/j.vetpar.2009.03.006
- 20) CAÑAL, Victoria a María Ornela BELTRAME, 2022. Gastrointestinal parasite diversity of South American camelids (Artiodactyla: Camelidae). *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife* [online]. **19**, 222-242 [cit. 2024-03-23]. ISSN 22132244. Dostupné z: doi:10.1016/j.ijppaw.2022.10.001
- 21) CEBRA, Christopher K., Beth A. VALENTINE, John W. SCHLIPF, et al., 2007. Eimeria macusaniensis infection in 15 llamas and 34 alpacas. *Journal of the American Veterinary Medical Association* [online]. **230**(1), 94-100 [cit. 2023-03-03]. ISSN 0003-1488. Dostupné z: doi:10.2460/javma.230.1.94
- 22) DE WAAL, T., 2012. Advances in diagnosis of protozoan diseases. *Veterinary Parasitology* [online]. **189**(1), 65-74 [cit. 2023-03-04]. ISSN 03044017. Dostupné z: doi:10.1016/j.vetpar.2012.03.033
- 23) DÍAZ, Pablo, Rosario PANADERO, Rosalía LÓPEZ, et al., 2016. Prevalence and risk factors associated to Eimeria spp. infection in unweaned alpacas (Vicugna pacos) from Southern Peru. *Acta Parasitologica* [online]. 2016-01-1, **61**(1) [cit. 2024-03-23]. ISSN 1896-1851. Dostupné z: doi:10.1515/ap-2016-0008
- 24) DUBEY, J. P., 2018. A review of coccidiosis in South American camelids. *Parasitology Research* [online]. **117**(7), 1999-2013 [cit. 2023-03-01]. ISSN 0932-0113. Dostupné z: doi:10.1007/s00436-018-5890-y
- 25) ELLIS, J. a J. BUMSTEAD, 1990. Eimeria species: studies using rRNA and rDNA probes. *Parasitology* [online]. **101**(1), 1-6 [cit. 2023-03-07]. ISSN 0031-1820. Dostupné z: doi:10.1017/S0031182000079671
- 26) FERNÁNDEZ-BACA, A., et al. 1991. Avances y perspectivas del conocimiento de los camélidos sudamericanos.
- 27) FRANZ, Sonja, Thomas WITTEK, Anja JOACHIM, Barbara HINNEY a Agnes M. DADAK, 2015. Llamas and alpacas in Europe: Endoparasites of the digestive tract and their pharmacotherapeutic control. *The Veterinary Journal* [online]. **204**(3), 255-262 [cit. 2023-03-01]. ISSN 10900233. Dostupné z: doi:10.1016/j.tvjl.2015.04.019

- 28) GOMEZ-PUERTA, Luis A., Johan CARRASCO, Katherine ROBLES, et al., 2021. Coccidiosis in clinically asymptomatic alpaca (*Vicugna pacos*) crias from the Peruvian Andes. *Parasitology International* [online]. **85** [cit. 2024-03-23]. ISSN 13835769. Dostupné z: doi:10.1016/j.parint.2021.102438
- 29) CHIGERWE, Munashe, John R. MIDDLETON, Fred WILLIAMS, Jeff W. TYLER a John M. KREEGER, 2007. Atypical Coccidiosis in South American Camelids. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation* [online]. **19**(1), 122-125 [cit. 2024-03-23]. ISSN 1040-6387. Dostupné z: doi:10.1177/104063870701900123
- 30) IMMERSSEEL, Filip Van, Jeroen De BUCK, Frank PASMANS, Gerard HUYGHEBAERT, Freddy HAESBROUCK a Richard DUCATELLE, 2004. Clostridium perfringens in poultry: an emerging threat for animal and public health. *Avian Pathology* [online]. **33**(6), 537-549 [cit. 2024-03-23]. ISSN 0307-9457. Dostupné z: doi:10.1080/03079450400013162
- 31) JOHNSON, Amy L., Jennifer E. STEWART a Gillian A. PERKINS, 2009. Diagnosis and treatment of Eimeria macusaniensis in an adult alpaca with signs of colic. *The Veterinary Journal* [online]. **179**(3), 465-467 [cit. 2023-03-03]. ISSN 10900233. Dostupné z: doi:10.1016/j.tvjl.2007.10.012
- 32) JOHNSON, Larue W., 1994. Llama Nutrition. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* [online]. **10**(2), 187-201 [cit. 2024-03-23]. ISSN 07490720. Dostupné z: doi:10.1016/S0749-0720(15)30554-5
- 33) KINNAIRD, J.H, J.M BUMSTEAD, D.J MANN, R RYAN, M.W SHIRLEY, B.R SHIELS a F.M TOMLEY, 2004. EtCRK2, a cyclin-dependent kinase gene expressed during the sexual and asexual phases of the Eimeria tenella life cycle. *International Journal for Parasitology* [online]. **34**(6), 683-692 [cit. 2024-04-13]. ISSN 00207519. Dostupné z: doi:10.1016/j.ijpara.2004.01.003
- 34) NEUBERT, Saskia, Alexandra VON ALTROCK, Michael WENDT a Matthias Gerhard WAGENER, 2021. Llama and Alpaca Management in Germany—Results of an Online Survey among Owners on Farm Structure, Health Problems and Self-Reflection. *Animals* [online]. **11**(1) [cit. 2023-04-07]. ISSN 2076-2615. Dostupné z: doi:10.3390/ani11010102
- 35) NIEHAUS, Andrew, 2009. Dental Disease in Llamas and Alpacas. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* [online]. **25**(2), 281-293 [cit. 2024-03-23]. ISSN 07490720. Dostupné z: doi:10.1016/j.cvfa.2009.03.007
- 36) ROSADIO, R., P. LONDOÑE, D. PÉREZ, H. CASTILLO, A. VÉLIZ, L. LLANCO, K. YAYA a L. MATURRANO, 2010. Eimeria macusaniensis associated lesions in neonate alpacas dying from enterotoxemia. *Veterinary Parasitology* [online]. **168**(1-2), 116-120 [cit. 2024-03-23]. ISSN 03044017. Dostupné z: doi:10.1016/j.vetpar.2009.10.010
- 37) SAEED, Muhammad A., Mohammed H. RASHID, Jane VAUGHAN a Abdul JABBAR, 2018. Sarcocystosis in South American camelids: The state of play revisited. *Parasites & Vectors* [online]. **11**(1) [cit. 2023-03-01]. ISSN 1756-3305. Dostupné z: doi:10.1186/s13071-018-2748-1
- 38) SAN MARTIN, F. a F.C. BRYANT, 1989. Nutrition of domesticated South American llamas and alpacas. *Small Ruminant Research* [online]. **2**(3), 191-216 [cit. 2024-04-15]. ISSN 09214488. Dostupné z: doi:10.1016/0921-4488(89)90001-1

- 39) SCHREY, Christian F., Tyler A. ABBOTT, V. ANN STEWART a William C. MARQUARDT, 1991. Coccidia of the llama, *Lama glama*, in Colorado and Wyoming. *Veterinary Parasitology* [online]. **40**(1-2), 21-28 [cit. 2023-03-03]. ISSN 03044017. Dostupné z: doi:10.1016/0304-4017(91)90080-F
- 40) TEWARI, A. K. a B. R. MAHARANA, 2011. Control of poultry coccidiosis: changing trends. *Journal of Parasitic Diseases* [online]. **35**(1), 10-17 [cit. 2023-03-01]. ISSN 0971-7196. Dostupné z: doi:10.1007/s12639-011-0034-7
- 41) VAN SAUN, Robert J., 2009. Nutritional Diseases of Llamas and Alpacas. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* [online]. **25**(3), 797-810 [cit. 2024-04-15]. ISSN 07490720. Dostupné z: doi:10.1016/j.cvfa.2009.07.013
- 42) WHITEHEAD, Claire E. a David E. ANDERSON, 2006. Neonatal diarrhea in llamas and alpacas. *Small Ruminant Research* [online]. **61**(2-3), 207-215 [cit. 2023-03-01]. ISSN 09214488. Dostupné z: doi:10.1016/j.smallrumres.2005.07.012

Internetové zdroje

- 43) BioLib. *Camelinae* [online]. [cit. 2023-03-01]. Dostupné z: <https://www.biolib.cz/cz/taxon/id33507/>
- 44) BioLib. *Eimeria* [online]. [cit. 2023-03-01]. Dostupné z: <https://www.biolib.cz/cz/taxon/id133034/>
- 45) DUSZYNSKI, Donald W., Lee COUCH a Steve J. UPTON, 2001. *The coccidia of Camelidae* [online]. USA [cit. 2023-03-01]. Dostupné z: <https://www.k-state.edu/parasitology/worldcoccidia/CAMELIDAE>
- 46) LONG, Patrick O., 2010. *CAMELID HERD HEALTH AND HUSBANDRY* [online]. [cit. 2024-03-23]. Dostupné z: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20103178341>
- 47) OPLETAL, Lubomír a Šimerda BOHUMÍR, 2006. Kokcidiózy a histominiázy drůbeže [online]. [cit. 2024-03-23]. Dostupné z: <https://vuzv.cz/wp-content/uploads/2018/04/Studie-Opletal-Kokcidiocy-a-histominiazy-drubeze-definit.pdf>
- 48) SEDLÁKOVÁ, Tereza a Monika ŠEBÁNKOVÁ. *Chov a welfare lam a alpak* [online]. 2021 [cit. 2023-04-01]. Dostupné z: <https://cit.vfu.cz/hzwelfare/IVA%20lamy/LAMY%20FINAL.pdf>
- 49) SLANÁ, Iva, 2020. Výzkum – Diagnostika protozoárních parazitů. *Česká technologická platforma pro zemědělství (ČTPZ)* [online]. [cit. 2023-03-12]. Dostupné z: <https://www.ctpz.cz/vyzkum/diagnostika-protozoarnich-parazitu-1044>

8 Seznam použitých zkratk a symbolů

OWC's – Old World Camelids

NWC's – New World Camelids

SAC – South America Camelids

9 Seznam tabulek

| | |
|--|----|
| <i>Tabulka 1 Charakteristika velbloudovitých Jižní Ameriky</i> | 26 |
| <i>Tabulka 2 Zubní vzorec pro lamy a alpaky</i> | 30 |
| <i>Tabulka 3 Porovnání žaludku přežvýkavců a velbloudovitých</i> | 31 |
| <i>Tabulka 4 Rozdíl mezi velbloudovitými Jižní Ameriky a přežvýkavci</i> | 33 |
| <i>Tabulka 5 Běžné druhy rodu Eimeria u camelidů Jižní Ameriky</i> | 37 |
| <i>Tabulka 6 Léčivé přípravky střevních prvoků u SAC</i> | 40 |

10 Seznam obrázků

| | |
|--|-----|
| <i>Obrázek 1 Životní cyklus kokcií</i> | 18 |
| <i>Obrázek 2 Porovnání žaludků</i> | 32 |
| <i>Obrázek 3 Oocysty kokcidie rodu Eimeria</i> | I |
| <i>Obrázek 4 Schéma oocysty kokcidie rodu Eimeria</i> | II |
| <i>Obrázek 5 Nesporulované oocysty pěti běžných druhů Eimeria u jihoamerických velbloudovitých</i> | III |

11 Samostatné přílohy

Příloha č. 1

Obrázek 3 Oocysty kokcidie rodu *Eimeria*

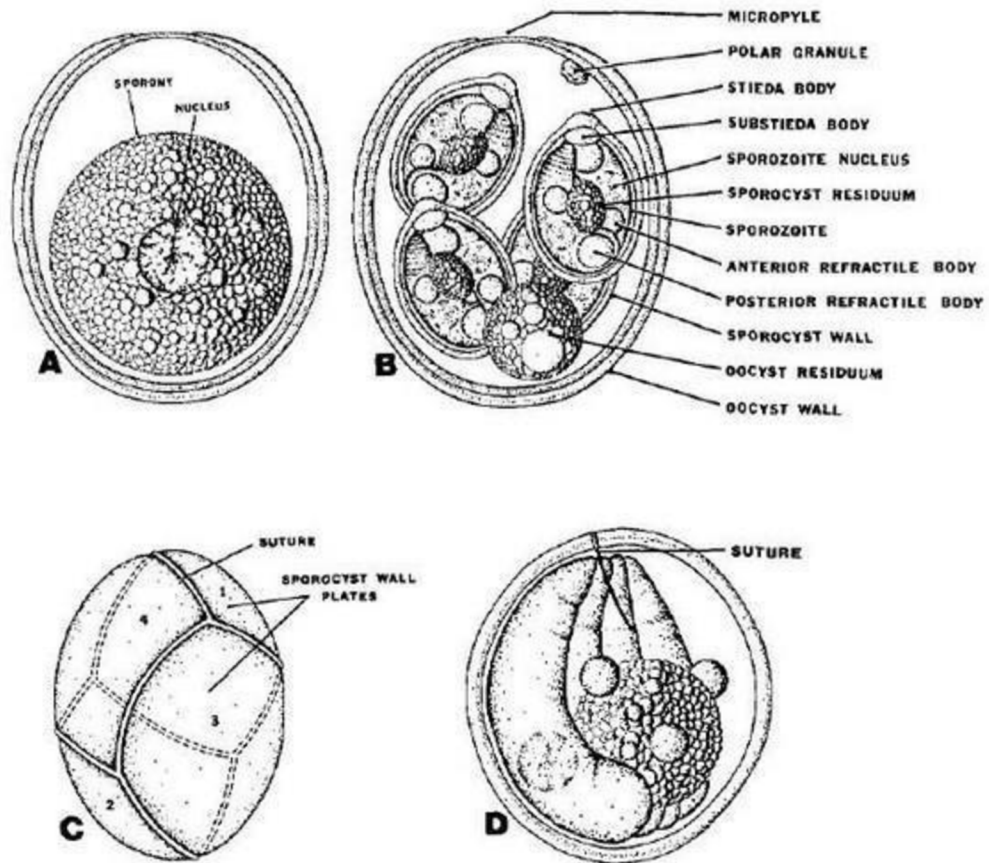
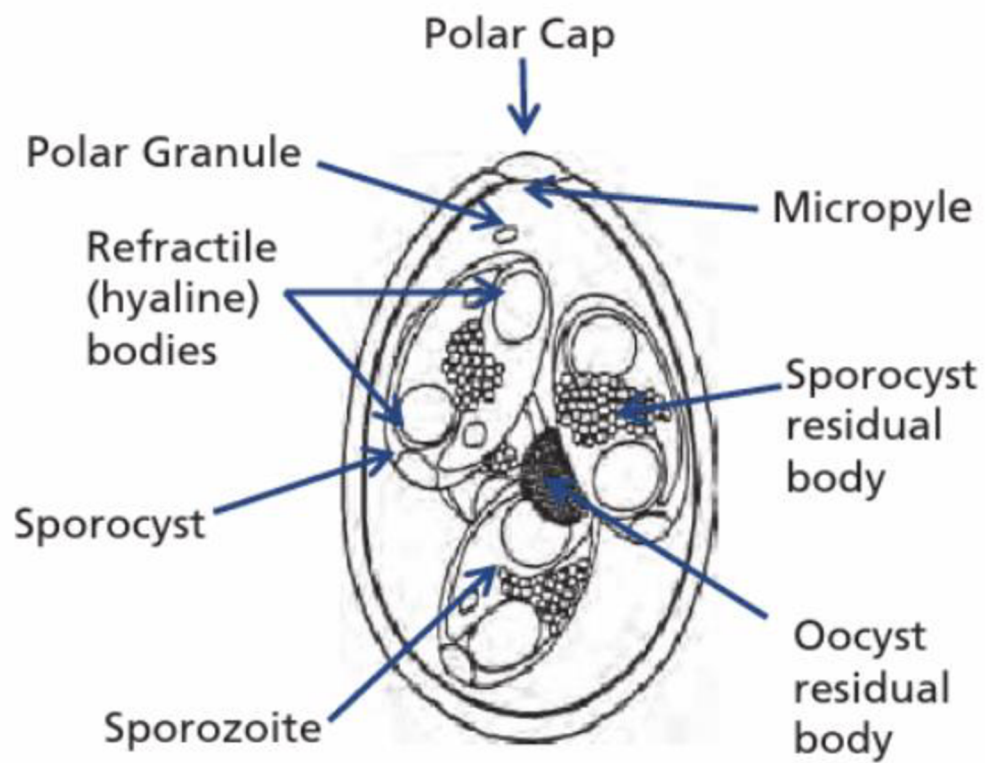


FIGURE 3. Diagrammatic representation of oocysts and sporocysts of several coccidian genera. (A) Unsporulated oocyst of *Eimeria* sp. (B) Sporulated oocysts of *Eimeria* sp. containing four sporocysts, each with two sporozoites. (C) Sporocyst of *Sarcocystis* sp. showing arrangement of wall plates and sutures. The sporocyst wall encloses four sporozoites (redrawn from Reference 30). (D) Oocyst of *Cryptosporidium parvum* showing the suture that, when dissolved, opens up to release sporozoites.

Zdroj: Long 2017

Příloha č. 2

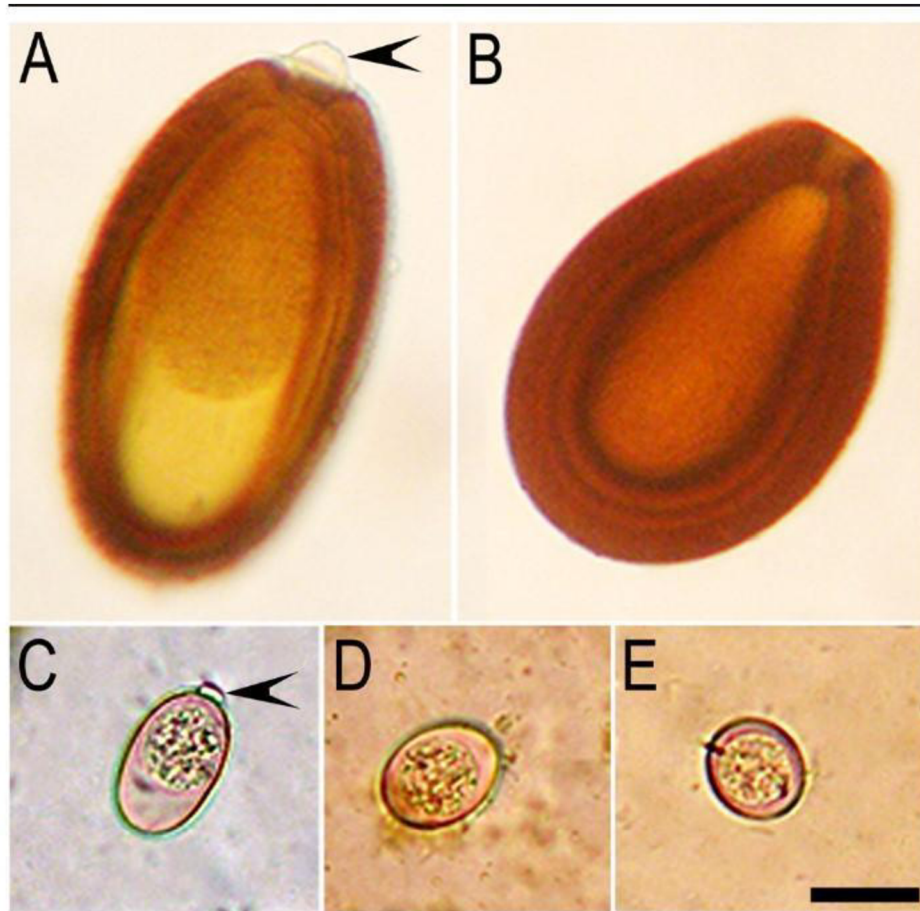
Obrázek 4 Schéma oocysty kokcidie rodu *Eimeria*



Zdroj: Taylor 2015

Příloha č. 3

Obrázek 5 Nesporulované oocysty pěti běžných druhů Eimeria u jihoamerických velbloudovitých



Zdroj: Dubey 2019