

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra zoologie a rybářství**



**Vývojový cyklus podčeledi Cyathostominae**

**Diplomová práce**

**Autor práce: Bc. Libuše Uhlíková**

**Vedoucí práce: prof. Ing. Iva Langrová, CSc.**

**© 2015 ČZU v Praze**

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "**Vývojový cyklus podčeledi Cyathostominae**" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne \_\_\_\_\_

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucí mé diplomové práce prof. Ing. Ivě Langrové, CSc. za odborné vedení a vřelý přístup. Velký dík patří také mé rodině, která mi byla po celou dobu studia psychickou oporou. Ale zajisté největší poděkování patří Ing. Štěpánce Scháňkové za to, že je mým strážným andělem.

# Vývojový cyklus podčeledi Cyathostominae

---

## Life cycle of the subfamily Cyathostominae

Tato práce pojednává o velice rizikové skupině hlístic podčeledi Cyathostominae, která oprávněně patří mezi nejnebezpečnější endoparazity koňovitých. Svůj negativní status si podčeleď získala díky svým výjimečným schopnostem, které zahrnují mimo jiné fenomén zvaný **hypobióza**. Kromě stěžejního životního cyklu těchto parazitů jsem se zaměřila na jejich historii, taxonomii a morfologii. Vzhledem k jejich kosmopolitnímu rozšíření se budu zabývat také výskytem malých strongylidů v České republice, Evropě i ve světě.

Vývojový cyklus malých strongylidů je přímý, tzn. bez mezihostitele. Vajíčka larev se dostávají do vnějšího prostředí společně s výkaly koně, kde se celkem 3x svlékají, až vzniknou infekční stádia L3. Nový hostitel se nakazí pozřením těchto larev během spásání pastvy. Dospělci se vyvíjejí v tlustém střevě a migrují pouze střevní stěnou, kde se v mukóze a submukóze svlékají do L4. Vypělé samičky začnou vylučovat vajíčka a celý cyklus se opakuje.

Na základě helmintologických pitev uskutečněných v laboratoři KZR byl zajištěn zaživací trakt poníka plemene mini – horse starého 1 rok (pracovní označení P9). Získaný obsah byl postupně prohledáván proplachovací metodou. Poté byli nashromáždění dospělci i larvální stádia důkladně zkoumány pod mikroskopem, po čemž následovalo ověření totožnosti pomocí předem určených identifikačních klíčů.

V závěru práce bylo možno konstatovat, že v colonu se nacházelo celkem 34 dospělců, naproti tomu 25 dospělců obývalo caecum. V obou orgánech s převahou zvítězil druh *Cyathostomum catinatum*. Z hlediska larválního výskytu je nutno říci, že bylo zachyceno celkem 217 larev L3 v colonu. Larev L4 bylo sice méně, ale vyskytovaly se jak v tlustém střevě (4), tak ve slepém střevě (14). V zastoupení rodů dle pohlaví jednoznačně převažovali samečci. Samičky se nejhojněji vyskytly u druhu *Coronocycclus labratus* (5).

**Klíčová slova:** Cyathostominae, malí strongylidé, vývojový cyklus, pozastavený vývoj, hypobióza, migrace

This thesis deals with a very high-risk group of nematodes subfamilies Cyathostominae that rightfully belongs among the most dangerous equine endoparasites. Their negative status was gained due to their exceptional abilities, which include inter alia phenomenon called **hypobiosis**. In addition to pivotal life cycle of these parasites I focused on their history, taxonomy and morphology. Due to their cosmopolitan expansion I also take a closer look at the incidence of small strongyles in the Czech Republic, Europe and worldwide.

Development cycle of small strongyles is direct (no intermediate host). The eggs get outside together with the feces of the horse and undress 3 times until a infective stage L3 arises. The new host is infected ingesting the larvae during pasture grazing. The adults develop in the large intestine and migrate only through the intestinal wall, where in the mucosa and submucosa undress to L4. Adult females begin to secrete the eggs and the whole cycle repeats.

Based on the helminthological autopsies carried out in the laboratory KZR was obtained digestive tract of pony breed mini - horse one year old (working designation P9). The obtained sample was progressively scanned by flushing method. Afterwards the acquired adults and larval stages were thoroughly examined under microscope, which was followed by verification of identity using predefined identification keys.

In conclusion it can be stated that in colon facilities a total of 34 adults were accommodated, while 25 adults inhabited the caecum. In both organs with a predominance of type *Cyathostomum catinatum* won. In terms of larval occurrence needs to be stressed out that a total of 217 L3 larvae was caught in colon. Although L4 larvae accrued less, they occurred both in colon (4) and in the caecum (14). Considering the families by gender, males by number predominated. Females occurred the most in species *Coronocyclus labratus* (5).

**Keywords:** Cyathostominae, small strongyles, life cycle, arrested development, hypobiosis, migration

## OBSAH

1 ÚVOD.....	1
2. CÍL PRÁCE .....	2
2.1 HYPOTÉZA .....	2
3. LITERÁRNÍ PŘEHLED .....	3
3.1 Historie podčeledi Cyathostominae .....	3
3.2 Taxonomie podčeledi Cyathostominae .....	5
3.3 Výskyt a rozšíření podčeledi Cyathostominae .....	8
3.3.1 Výskyt podčeledi Cyathostominae ve světě.....	8
3.3.2 Výskyt podčeledi Cyathostominae v Evropě.....	10
3.3.3 Výskyt podčeledi Cyathostominae v ČR .....	11
3.4 Morfologie podčeledi Cyathostominae .....	11
3.5 Biologie podčeledi Cyathostominae .....	18
3.5.1 Exogenní vývoj podčeledi Cyathostominae.....	19
3.5.2 Endogenní vývoj podčeledi Cyathostominae.....	20
3.5.2.1 Hypobióza/Arrested development.....	20
3.6 Vliv působení podčeledi Cyathostominae na hostitele aneb světově známý syndrom lárvální cyatostomóza .....	22
4. MATERIÁL A METODIKA .....	25
4.1 Materiál.....	25
4.2 Metodika.....	25
5. VÝSLEDKY .....	27

5.1	Preference oblasti zástupci podčeledi Cyathostominae colon/caecum .....	29
5.1.1	Dospělci podčeledi Cyathostominae.....	29
5.1.2	Larvální stádia podčeledi Cyathostomiane .....	32
5.2	Zastoupení pohlaví zástupců podčeledi Cyathostominae: samci/samice .....	34
6.	DISKUZE.....	37
7.	ZÁVĚR .....	39
8.	POUŽITÁ LITERATURA .....	40

## 1 ÚVOD

Důvod, proč je má diplomová práce zaměřena právě na podčeď Cyathostominae je prostý: v nynější době představuje nejsložitější problematiku v rámci řešení odčervování koní. Rapidně roste odolnost hlístic na dostupná anthelmintika díky neuváženému léčebnému programu koní. Cyathostomy jsou původci mnoha závažných systémových onemocnění, která se do nedávna podceňovala. V mé práci je největší důraz kladen právě na vývojový cyklus, který představuje pro koně hlavní riziko. Schopnost pozastavení vývoje malých strongylidů, tzv. hypobióza, společně s migrujícími larvami způsobující onemocnění larvální cyatostomózu, je s trochou nadsázky noční můrou pro všechny chovatele a majitele koní, kteří se s těmito helminty snaží bojovat.

Podčeď Cyathostominae (malí strongylidé) společně s podčeďí Strongylinae (velcí strongylidé) tvoří čeď Strongylidae, která právem patří mezi nejobávanější skupinu endoparazitů koní. Malí strongylidé disponují 52 druhy, které jsou rozděleny do 14 rodů a zahrnují parazitární hlístice s hlavním klinickým a epidemiologickým významem.



## 2. CÍL PRÁCE

Cílem této předkládané práce bylo prostřednictvím demonstrativního experimentu uskutečněného na ponym plemene mini – horse, potvrdit výskyt podčeledi Cyathostominae u koňovitých se zaměřením na možnost pozastavení endogenního vývoje těchto parazitů v klimatických podmínkách České republiky.

### 2.1 HYPOTÉZA

V klimatických podmínkách ČR pozastavují zástupci podčeledi Cyathostominae během zimního období endogenní vývoj.

### 3. LITERÁRNÍ PŘEHLED

#### 3.1 Historie podčeledi Cyathostominae

Existence rodu *Cyathostomum* a jeho druhu *C. tetracanthum* má zajisté ožehavou minulost. Není to tak dávno (2001) co ICZN (International Commission on Zoological Nomenclature) uznala výskyt rodu *Cyathostomum* a jeho druhů. V několika bodech si přiblížíme pár nejdůležitějších poznatků o historii rodu a jejich existenci:

1. Molin zavedl nový druh *Strongylus tetracanthus*, který označil za monotyp Loos (1900) dále rozpoznal, že *S. tetracanthus* zahrnovalo i několik druhů jím objevených v Egyptě a nejhojnější druh pojmenoval *Strongylus tetracanthus*.

2. Railliet předložil návrh aby *Cyathostomum* bylo homonymem pro rod *Cyathostoma* definované Blanchardem (1849) a aby nahradilo rod *Trichonema* definovaný Cobboldem (1874).

3. Různí experti využívali oba rody (*Cyathostomum* a *Trichonema*) po mnoho let k překrývání různých skupin druhů.

4. MacIntosh (1943) prokázal, že rod *Cyathostomum* nebyl homonymem pro rod *Cyathostoma* a na seznam přidal synonymum pro daný rod.

5. Liechenfels zrevidoval historii polemiky a držel se MacIntoshových poznání ohledně *Cyathostomum tetracanthum* jako samostatného druhu.

6. Hartwich dále vyseletoval a přejmenoval druh *C. catinatum* na *C. tetracanthum* a Loosem popsáný druh jako *C. tetracanthum* na *C. aegyptiacum*.

7. V zájmu zachování stability, Workshop v Sun City (se souhlasem Dr. G. Hartwiche) odhlasoval, že ICZN bude požádána o schválení jmen těchto druhů tak, jak byly používány ještě před Hartwichovým návrhem. Pouze Dvojnos & Kharchenko (1994) se drželi Hartwiche a *C. catinatum* nazývali jako *C. tetracanthum*. ICZN rozhodla (Stanovisko 1972, 2001) následovně:

- ✓ Z moci ICZN udělené se od tohoto rozhodnutí již nebude brát zřetel na všechny předchozí fixace vzorků druhu *Strongylus tetracanthus* (Mehlis, 1931) a Loosův

vzorek z roku 1899 uložený v Americké národní parazitologické sbírce v Beltsville, Maryland je tímto prohlášen za neotyp.

✓ *Cyathostomum* (Molin, 1861) a druh *Strongylus Tetracanthus* (Mehlis, 1931) jsou tímto oficiálně umístěny na seznam obecných jmen v zoologii.

✓ Následující jména jsou tímto zařazena na oficiální seznam specifických jmen v zoologii:

a) *Tetracanthus* (Mehlis, 1831) jako binomen pojmenováno *Strongylus tetracanthus* a jak bylo popsáno podle neotypu popsaného výše v bodě jedna

b) *Catinatum* (Looss, 1900) binomenem *Cyathostomum catinatum*

✓ Následující jména jsou tímto zařazeny na oficiální seznam zamítnutých a neplatných obecných jmen v zoologii:

a) *Cylichnostomum* (Looss, 1901) (mladší synonymum pro *Cyathostomum* (Molin, 1861))

b) *Cylicostomias* (Railliet, 1901) (mladší synonymum pro *Cyathostomum*, (Molin, 1861))

✓ Následující jména jsou tímto zařazeny na oficiální seznam zamítnutých a neplatných specifických jmen v zoologii:

a) *Hexacanthum* (Wedl, 1965) binomen *Sclerostoma hexacanthum* (mladší synonymum pro *Strongylus tetracanthus* (Mehlis 1831).

b) *Aegyptiacum* (Railliet, 1923) binomen *Trichonema aegyptiacum* (mladší synonymum pro *Strongylus tetracanthus* (Mehlise, 1831).

Pro klasifikaci tribu Cyathostomini nejvíce přispěli následující vědci: Ihle (1922), Ershov (1943), McIntosh (1951), K'ung (1964), Lichtenfels (1975), Hartwich (1986), Dvojnosa a Kharchenko (1994), Lichtenfels et al. (1998) a Zhang & K'ung (2002).

V roce 2008 Lichtenfels uvádí, že je 50 druhů tribu Cyathostomini (všechny druhy podčeledi Cyathostominae parazitující u koňovitých (Equidae) organizováno ve 14 rodech: *Cyathostomum* Molin, 1861; *Coronocyclus* Hartwich, 1986; *Cylicocyclus* Ihle, 1922; *Cylicodontophorus* Ihle, 1922; *Tridentoinfundibulum* Tshojjo, Popova, 1958; *Cylicostephanus* Ihle, 1922; *Skrjabinodentus* Tshojjo, Popova, 1958; *Petrovinema* Ershov, 1943; *Parapoteriostomum* Hartwich, 1986; *Poteriostomum* Quiel, 1919; *Gyalocephalus* Looss,

1900; *Hsiungia* K'ung and Yang, 1964; *Caballonema* Abuladze, 1937; a *Cylindropharynx* Leiper, 1911. Tento seznam se od toho z roku 1998 liší přidáním druhu *Cylicocyclus asini* popsaného Mattheem a kol. (2002), dále tím, že dvěma nedávno znovu popsáným druhům uvedených na seznamu z r. 1998 – *Cylicocyclus adersi* a *Cylicocyclus gyalcephaloides*, přiřkl nálepku druhů s pochybnou identitou (Druhy inquirendae), Přidáním rodu *Gyalcephalus* a nakonec uznáním pouze tří z osmi druhů rodu *Cylindropharynx* uvedených na seznamu z roku 1998 (Lichtenfels et al., 2008).

### 3.2 Taxonomie podčeledi Cyathostominae

**Kmen: Nematoda**

**Řád: Strongylida**

**Nadčeleď: Strongyloidea**

**Čeleď: Strongylidae**

**Podčeleď: Cyathostominae**

Hlístice podčeledi Cyathostominae patří do řádu Strongylidae, který Chabaud (1974) rozdělil na pět nadčeledí, jmenovitě: Diaphano-cephaloidea, Strongyloidea, Ancylostomatoidea, Trichostrongyloidea a Metastrongyloidea (Lichtenfels, 1979). Na celém světě bylo zaznamenáno celkem 52 druhů cyathostomins u koní, oslů a zeber (Lichtenfels et al., 2002). Tato podčeleď tvoří skupinu nejrozšířenějších endoparasitů koní, která obývá všechny kontinenty. Celosvětově se nejčastěji vyskytují druhy *Cyathostomum catinatum*, *Coronocyclus coronatus*, *Cylicocyclus nassatus*, *Cylicostephanus goldi* a *Cylicostephanus minutus* (Langrová a Jankovská, 2002).

**I. rod: *Cyathostomum* Molin, 1861 Hartwich, 1986**

1. *C. tetracanthum* Mehlis, 1831
2. *C. catinatum* Looss, 1900
3. *C. pateratum* Yorke et Macfie, 1919
4. *C. alveatum* Looss, 1900
5. *C. montgomeryi* Boulenger, 1920

**II. rod:** *Coronocyclus* Hartwich, 1986

6. *C. coronatus* Looss, 1900
7. *C. labiatus* Looss, 1902
8. *C. labratus* Looss, 1900
9. *C. sagittatus* Kotlán, 1920
10. *C. ulambajari* Dvojnós, Kharchenko a Lichtenfels, 1994

**III. rod:** *Cylicodontophorus* Ihle, 1922

11. *C. bicoronatus* Looss, 1900
12. *C. reinecke* Scialdo-Krecek a Malan, 1984

**IV. rod:** *Cylicocyclus* Ihle, 1922

13. *C. radiatus* Looss, 1900
14. *C. ashworthi* LeRoux, 1924
15. *C. auriculatus* Looss, 1900
16. *C. brevicapsulatus* Ihle, 1920
17. *C. elongatus* Looss, 1900
18. *C. elongatus kotlani* Ihle, 1920
19. *C. insigne* Boulenger, 1917
20. *C. leptostomum* Kotlán, 1920
21. *C. nassatus* Looss, 1900
22. *C. triramosus* Yorke a Macfie, 1920
23. *C. ultrajectinus* Ihle, 1920

**V. rod:** *Cylicostephanus* Ihle, 1922

24. *C. calicatus* Looss, 1900
25. *C. minutus* Yorke a Macfie, 1918
26. *C. hybridus* Kotlán, 1920
27. *C. longibursatus* Yorke a Macfie, 1918
28. *C. goldi* Boulenger, 1917
29. *C. asymmetricus* Theiler, 1923

30. *C. bidentatus* Ihle, 1925

**VI. rod:** *Skrjabinodentus* Tshoijo, in Popova, 1958

31. *S. caragandicus* Funikova, 1939

32. *S. longiconus* Scialdo-Krecek, 1983

33. *S. tshoijsi* Dvojnosa a Kharchenko, 1986

**VII. rod:** *Tridentoinfundibulum* Tshoijo, in Popova, 1958

34. *T. gobi* Tshoijo, in Popova, 1958

**VIII. rod:** *Petrovinema* Ershov, 1943

35. *P. skrjabini* Ershov, 1930

36. *P. poculatum* Looss, 1900

**IX. rod:** *Poteriostomum* Quiel, 1919

37. *P. imparidentatum* Quiel, 1919

38. *P. ratzii* Kotlán, 1919

**X. rod:** *Parapoteriostomum* Hartwich, 1986

39. *P. mettami* Leiper, 1913

40. *P. euproctus* Boulenger, 1917

41. *P. schuermanni* Ortlepp, 1962

42. *P. mongolica* Tshoijo, in Popova, 1958

**XI. rod:** *Hsiungia* K'ung a Yang, 1964

43. *H. pekingensis* K'ung a Yang, 1964

**XII. rod:** *Cylindropharynx* Leiper, 1911

44. *C. brevicauda* Leiper, 1911

45. *C. aethiopica* Roetti, 1947

46. *C. asini* Roetti, 1947

47. *C. intermedia* Theiler, 1923

48. *C. longicauda* Leiper, 1911

49. *C. ornata* Cram, 1924

50. *C. rhodesiensis* Yorke a Macfie, 1920

**XIII. rod:** *Caballonema* Abuladze, 1937

51. *C. longicapsulatum* Abuladze, 1937

**XIV. Druhy inquirendae**

*Cylicocyclus adersi* Chaves, 1930

- parazituje pouze u oslů a zeber

*Cylicocyclus gyalcephaloides* Ortlepp, 1938

- druh velmi podobný *C. insigne*, je nutný jeho popis a přesné odlišení od *C. insigne*

*Cylindropharynx dollfusi* Le Van Hoa, 1962 *Trichonema aethiopicus* Ricci, 1939

*Trichonema aequatoralis* Ricci, 1939

*Trichonema maestrii* Ricci, 1939

*Trichonema symmetrum* Ricci, 1939

*Trichonema zavattarii* Ricci, 1939

*Crycophorus lutzii* Chavez, 1930

*Poteriostomum skrjabini* Ershov, 1939

**XV. Nomen nudum**

*Schulzitrichonema schulze* Ershov, 1943

### **3.3 Výskyt a rozšíření podčeledi Cyathostominae**

#### **3.3.1 Výskyt podčeledi Cyathostominae ve světě**

Mezi světově nejrozšířenější druhy patří *Cylicostephanus longibursatus*, *Cyathostomum catinatum*, *Cylicostephanus goldi*, *Cylicocyclus nassatus*, *Cyathostomum coronatum*, *Cylicostephanus calicatus*, *Cylicostephanus minutus*, *Cylicocyclus leptomosus*, *Cyathostomum pateratum* a *Cylicocyclus insigne* (Bucknell et al., 1995; Lyons et al., 1999; Ogbourne, 1978).

Mezi nejčastější druhy v USA (Kentucky) se řadí *Cylicostephanus longibursatus*, *Cyathostomum catinatum*, *Cylicostephanus goldi*, *Cylicocyclus nassatus*, *Cylicostephanus minutus*, *Cylicocyclus leptostomus*, *Cylicostephanus calicatus* (Lyons et al, 1991). Studie z roku 2010 provedená na farmě v Kentucky odhalila, že hřibata stará 31 – 92 dní byla častými hostiteli druhů *C. catinatum* a *C. longibursatus* (Lyons et al., 2011). Reinemeyer et al. (1984) shromažďoval ve Spojených státech v Ohiu helminty u 51 koní, kde objevil 21 druhů Cyathostomin, opět se nejčastěji projevil *C. catinatum*. Během studie v USA (Louisiana) bylo u 10 poníků identifikováno celkem 25 druhů tribu Cyathostomini. Velké zastoupení měly následující druhy: *Cylicostephanus goldi*, *Cylicostephanus longibursatus*, *Cylicostephanus minutus*, *Cylicostephanus calicatus*, *Cyathostomum catinatum*, *Cylicocyclus nassatus*, *Coronocyclus coronatus* a *Petrovinema poculatum* (Chapman et al., 2003). V USA patří rod *Cylicocyclus* také k jednomu z nejrozšířenějších druhů. Dohromady 55 dospělých koní bylo v průběhu 15 měsíců pitváno, čímž se zjistilo, že druh *Cylicocyclus nassatus* je druhým nejpopulárnějším (Reinmeyer et al., 1984).

Ve vybraných státech Brazílie byla provedena pitva u 36 dospělých koní, ti byli infikováni 2 – 17 druhy, celkem bylo identifikováno 23 druhů hlístic podčeledi Cyathostominae. Nejrozšířenějšími druhy byly: *Cylicostephanus longibursatus*, *Cylicocyclus nassatus*, *Cyathostomum catinatum*, *Cylicostephanus goldi*, *Cylicostephanus minutus*, *Cylicostephanus calicatus* a *Cylicostephanus leptostomus* (Silva et al., 1999). V Rio de Janeiro byl zkoumán ventrální tračník u 31 koní, kde zjistili, že nejčastěji se vyskytujícím druhem byl rod *Cylicocyclus* (společně s rody *Cyathostomum* a *Cylicostephanus*). Zastupovaly 93,2 % z celkové dospělé populace červů (Anjos et al., 2006). V São Paulo State (Brazílie) bylo vyšetřováno 14 koní, kteří byli podle věku rozděleni do dvou skupin po sedmi: mladí a dospělí koně. Co se týče dospělé skupiny koní, rod *Cylicostephanus* pokrýval více jak 70 % z celkového zatížení hlísticemi. U mladých koní čítal společně s rodem *Cylicocyclus* téměř dvě třetiny (Barbosa et al., 2001).

V tropické Austrálii podrobili výzkumu celkem 57 koní a z rodu *Cylicocyclus* objevili dohromady osm druhů, přičemž nejpočetněji byl zastoupen *C. nassatus* (Mfitiodze and Hutchinson, 1985).

V letech 1980 – 1982 bylo zkoumáno v Jihoafrické republice 17 koní. Došli k závěru, že mezi sedm nejhojněji se vyskytujícími Cyathostomin patří druhy: *Cylicostephanus longibursatus*, *Cylicostephanus goldi*, *Cylicostephanus calicatus*, *Cylicocyclus nassatus*,



*Cyathostomum catinatum*, *Cylicostephanus minutus* a *Cyathostomum coronatum* (Krecek et al., 1989).

### 3.3.2 Výskyt podčeledi Cyathostominae v Evropě

Výzkum na Ukrajině poukázal na dominantní výskyt *Cyathostomum catinatum* u všech (100 %) pozorovaných koní – 17,6 % z celkového počtu odebraných strongylidů čítal výše zmíněný druh. Ve třech oblastech tohoto státu bylo objektem posmrtného zkoumání 44 koní. Vědci zjistili, že tři druhy rodu *Cylicostephanus* (*C. calicatus*, *C. leptostomus* a *C. minutus*) byly nalezeny u více jak 80 % koní a z celkového počtu objevených strongylidů reprezentovaly 39,9 % (Kuzmina et al., 2005).

Ve střední Itálii probíhal výzkum na dvou farmách se zaměřením na vyhodnocení citlivosti určitých anthelmintik (oxibendazol a moxidektin). Ještě před zahájením léčby bylo objeveno osm druhů malých strongylidů, včetně *Cylicostephanus longibursatus*, *C. goldi*, a *C. calicatus* (Traversa et al., 2009).

Ve Francii došli k názoru, že dospělé *Cyathostomy* se nejčastěji vyskytují ve ventrálním tračníku a nejméně ve slepém střevě. Identifikovali celkem 20 druhů malých strongylidů, kde se mezi 10 nejfrekventovanějšími druhy objevily *Cylicocyclus nassatus*, *C. insigne* a *C. ultrajectinus* (Collobert-Laugnier et al., 2002).

Ogbourne (1976) provedl studii na severozápadě Velké Británie trvající 2 roky, během které prověřil 86 koní odlišného věku, pohlaví i plemene. Totožnost se podařilo odhalit celkem u 21 druhů hlístic podčeledi Cyathostominae. Mezi nejčastěji se vyskytující pěticí spadaly druhy: *Cylicostephanus longibursatus*, *Cyathostomum catinatum*, *Cylicocyclus nassatus*, *Cylicostephanus minutus* a *Cylicostephanus goldi*.

Ve spolkové zemi Německa, v Braniborsku bylo koprologicky vyšetřeno celkem 1407 koní na 126 farmách. Prevalence výskytu podčeledi Cyathostominae byla stanovena na 98,4 %, což představovalo jednoznačně nejvyšší procentické zastoupení ze všech endoparazitů (Hinney et al., 2011). Taktéž nedávné výzkumy v Německu, konkrétně v zemích Dolní Sasko (Wirtherle et al., 2004) a Severní Porýní-Vestfálsko (Fritzen, 2005), prokazují, že přítomnost těchto helmintů u koní se blíží ke 100 %.

V Polsku byl zkoumán zaživací trakt na soukromých farmách u 50 koní. Bylo objeveno celkem 37 druhů hlístic. U malých strongylidů nejvíce převládaly druhy: *Cylicostephanus longibursatus*, *Cyathostomum coronatum*, *Cyathostomum catinatum*, *Cylicocyclus nassatus*, *Cylicostephanus minutus*, *Cylicostephanus calicatus*, *Cylicostephanus goldi* a *Cylicocyclus leptostomus*. 13 druhů Cyathostomin se nacházelo ve ventrálním kolonu, 5 v dorsálním kolonu a 3 druhy obývaly caecum (Gawor, 1995).

### 3.3.3 Výskyt podčeledi Cyathostominae v ČR

Baruš (1962) předložil první práci svého druhu, která se komplexně zabývala cizopasnými červy našich koní z hlediska systematiky a faunistiky. Výzkum byl prováděn v Praze v letech 1957 – 1960. Vyšetřeno bylo celkem 77 koní z různých lokalit bývalého Československa. Kromě pitvy byla provedena také koprologická vyšetření. Determinace zástupců podčeledi Cyathostominae byla uskutečněna pouze u 50 koní kvůli jejich vysokému počtu. Baruš (1962) publikoval rozsáhlou determinační práci, ve které podrobně popsal 27 druhů malých strongylidů.

### 3.4 Morfologie podčeledi Cyathostominae

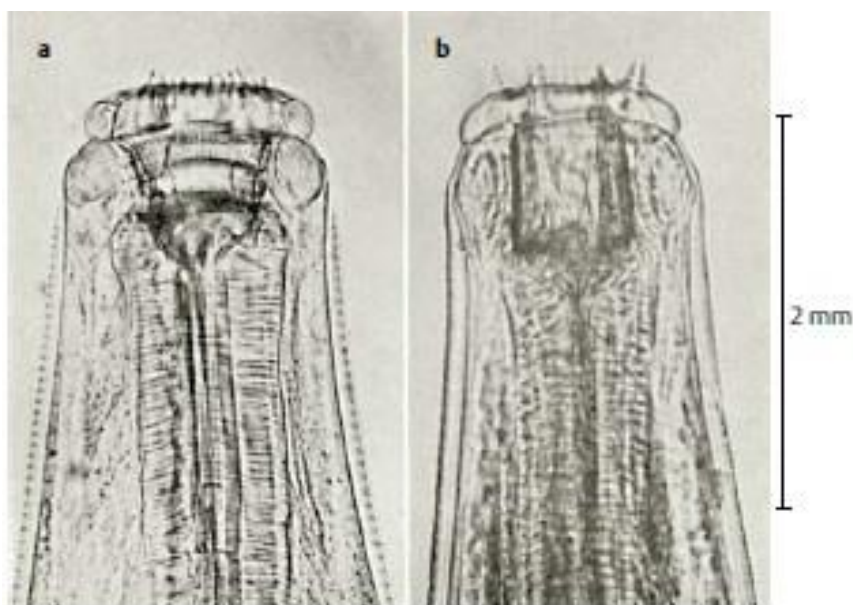
Malí strongylidé s délkou těla samců 0,4 – 1,5 cm a samic 0,5 – 2 cm mají menší rozměry než většina velkých strongylidů (Schnieder et al., 2005). Vajíčka dosahují velikosti přibližně 90 µm x 50 µm (Foreyt, 2001).

Samečci řádu Strongylida mají nepřehlédnutelnou pářící plachetku, která se vyznačuje třemi laloky a silnými paprsky („žebry“). Na místo toho samičky jsou originální svým svalnatým ovejektorem (Lichtenfels et al., 2008).

Ve srovnání s velkými strongylidy mají hlístice podčeledi Cyathostominae značně menší ústní kapsuli, která je obvykle cylindrická, obdélníková nebo kruhovitá, ale může mít částečně i sudovitý tvar (Schnieder et al., 2005). Typický ústní otvor je obklopen věncem, který dotváří 1 – 2 řady lístků. Výjimečně lze natrefit na výskyt silných pysků bez zubů (Lichtenfels et al., 2008).

Z této podčeledi se u zástupců koňovitých vyskytuje 13 rodů doplněných stále sporným rodem *Gyalocephalus*. K rozlišení všech těchto rodů se zpravidla využívá parametrů, jakými jsou např. délka a síla stěn bukální kapsule či přítomnost a uspořádání vnitřních a vnějších lístků věnce (internal a external corona radiata). Rod *Gyalocephalus* se od ostatních odlišuje zejména mohutným rozšířením při předním konci jícnu, jež je obklopen třemi velkými srpovitými zuby (Anderson et al., 2009; Baruš, 1962; Lichtenfels et al., 2008).

Baruš (1963) se zabýval morfologií exogenních stádií hlístic podčeledi Cyathostominae z České republiky. Zaměřil se na druhy *Cyathostomum catinatum*, *C. pateratum*, *Coronocyclus coronatus*, *Cylicocyclus nassatus*, *C. triramosus*, *Cylicodontophorus bicoronatus* a *Cylicostephanus goldi*. Vajíčka výše zmíněných druhů vyšla z hostitele v této podobě: rozměr 82 – 119 x 38 – 66  $\mu\text{m}$  a počet blastomer 8 – 12. Larvy prvního stádia staré 3 – 4 hodiny měly na šířku 18 – 40  $\mu\text{m}$  a na délku dosahovaly rozměrů 320 – 603  $\mu\text{m}$ . Larvy druhého stádia povyroستly do délky 520 – 800  $\mu\text{m}$  a byly obohaceny o nervový ganglion. U druhu *C. catinatum* měřily infekční larvy 620 – 715  $\mu\text{m}$  a byly objeveny za 92 – 110 hodin od vyloučení vajíčka při teplotě 27 °C a vlhkosti 80 – 90 % (Baruš, 1963).

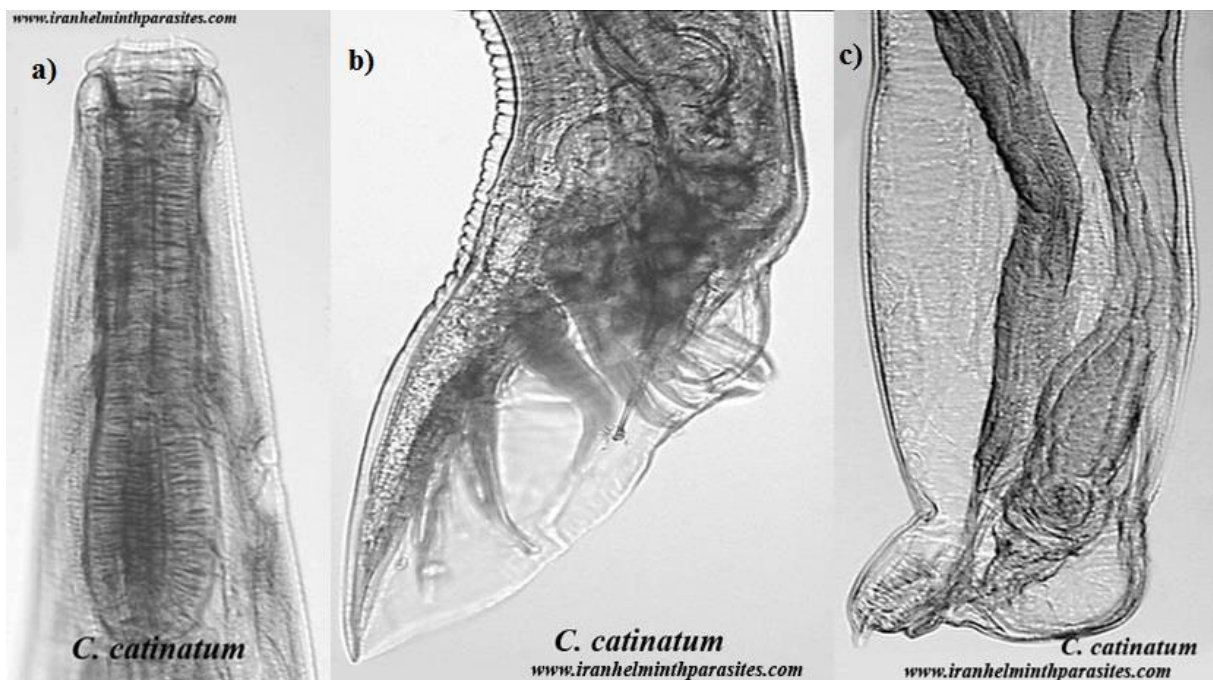


Obr. 1: Přední konce: a) *Cyathostomum* sp.; b) *Cylicostephanus* sp.

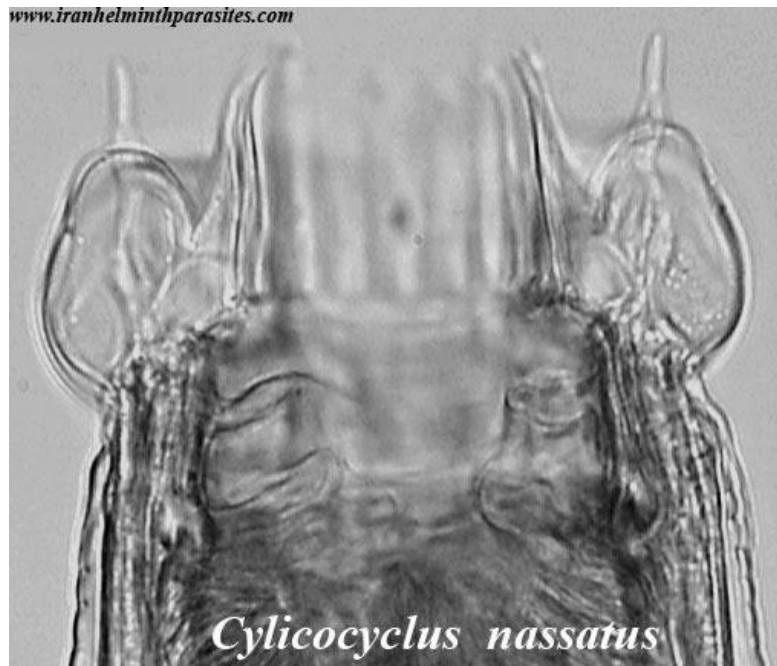
(Zdroj: Schnieder et al., 2005)



Obr. 2: *Cyathostomum catinatum*: bukální kapsule  
(Zdroj: <http://iranhelminthparasites.com>)

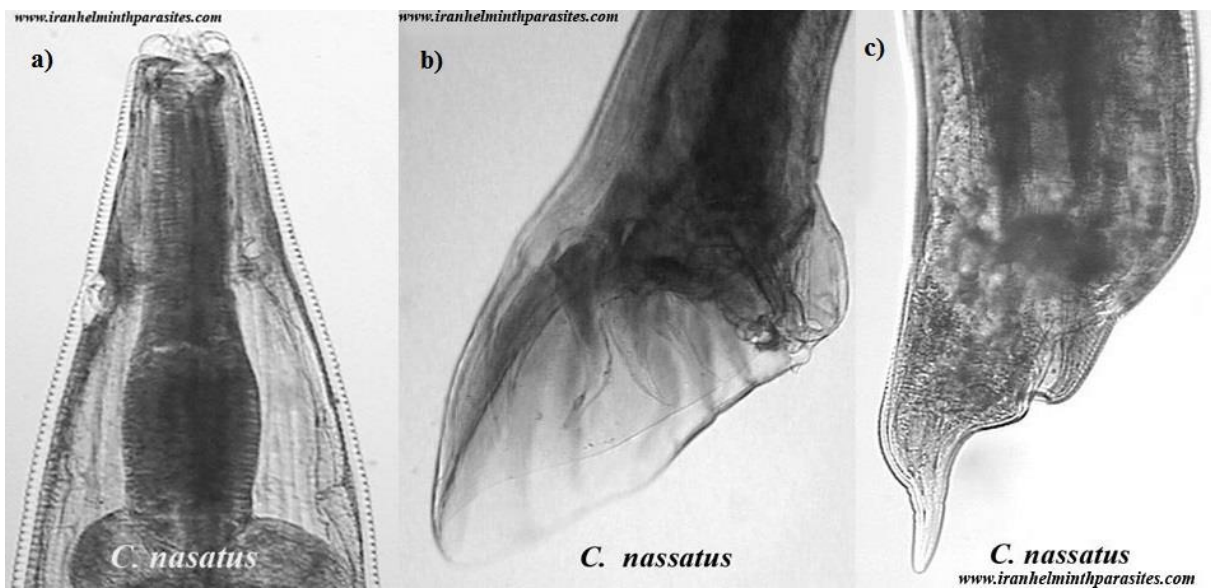


Obr. 3: *Cyathostomum catinatum*: a) přední konec, b) ocas samce, c) ocas samice  
(Zdroj: <http://iranhelminthparasites.com>)



Obr. 4: *Cylicocyclus nassatus*: bukální kapsule

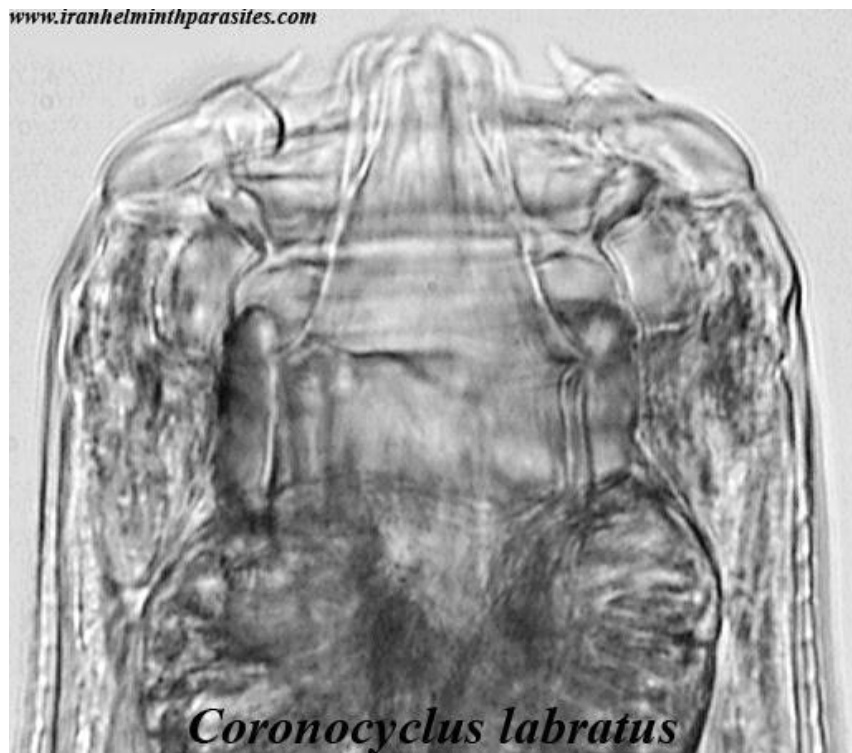
(Zdroj: <http://iranhelminthparasites.com>)



Obr. 5: *Cylicocyclus nassatus*: a) přední konec, b) ocas samce, c) ocas samice

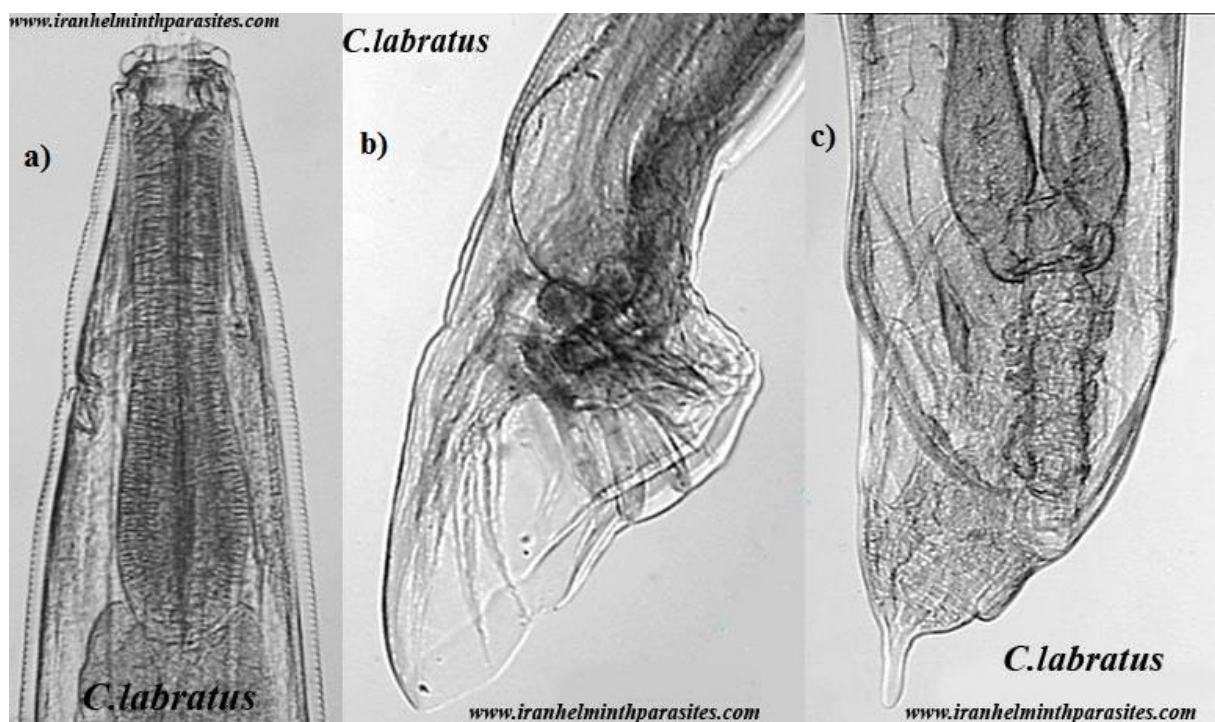
(Zdroj: <http://iranhelminthparasites.com>)





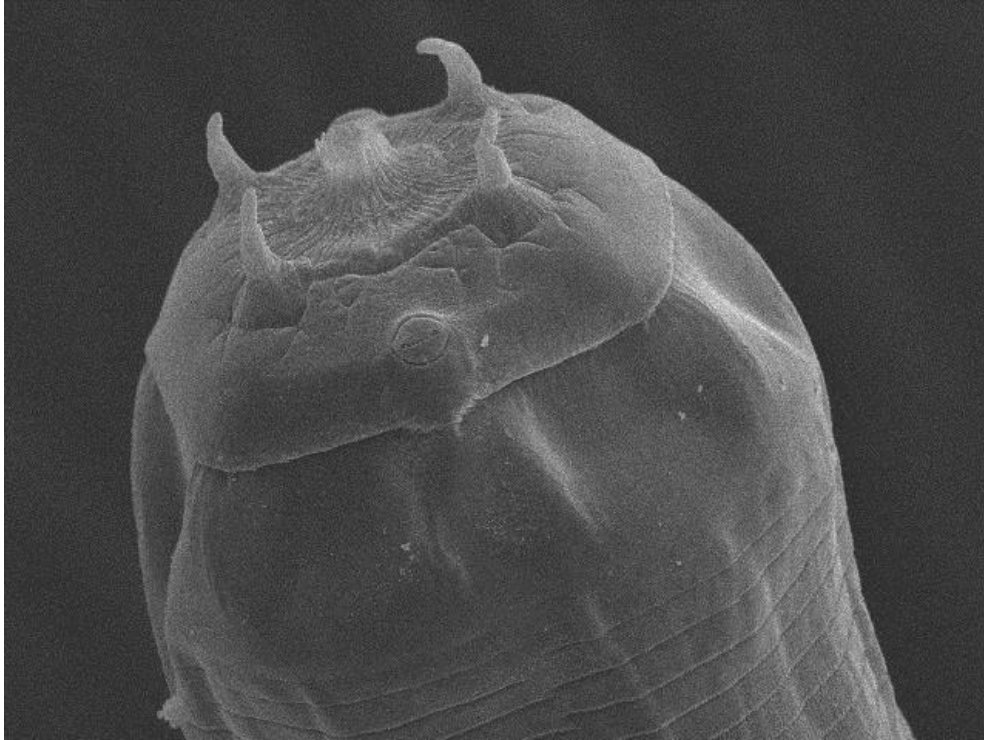
Obr. 6: *Coronocyclus labratus*: bukální kapsule

(Zdroj: <http://iranhelminthparasites.com>)



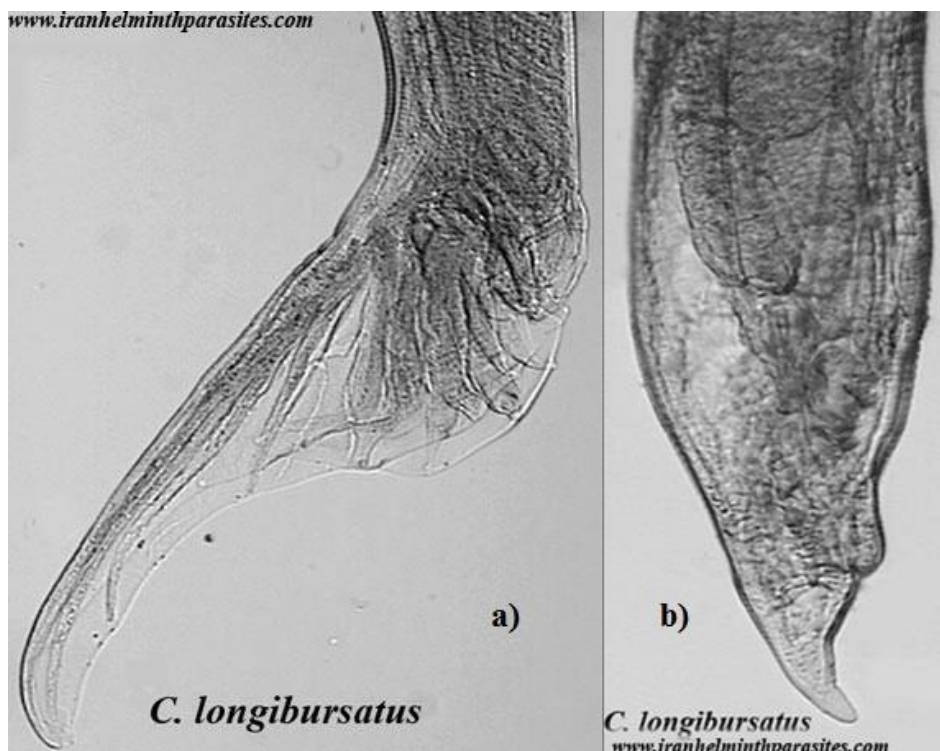
Obr. 7: *Coronocyclus labratus*: a) přední konec, b) ocas samce, c) ocas samice

(Zdroj: <http://iranhelminthparasites.com>)



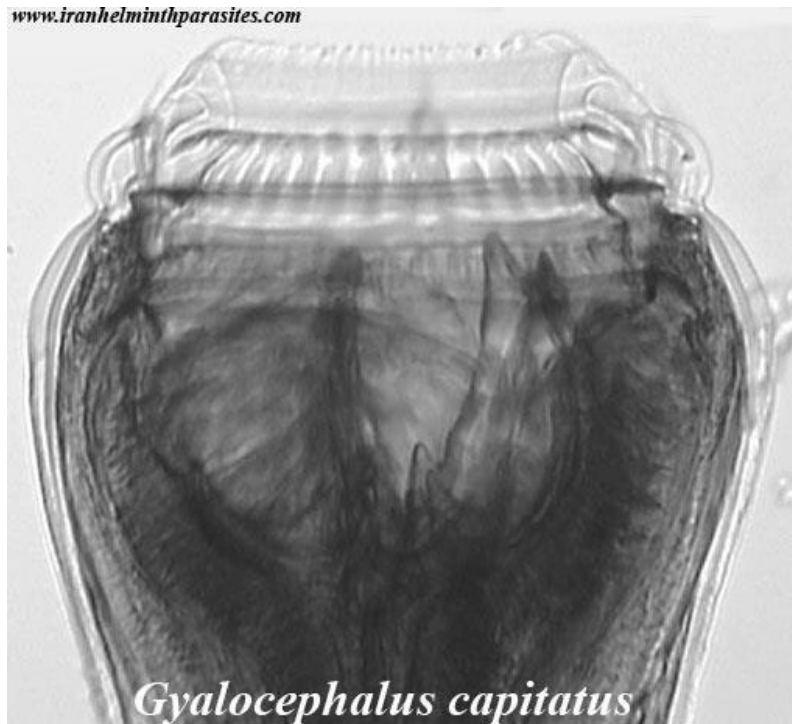
Obr. 8: *Cyclicostephanus longibursatus*: přední konec

(Zdroj: <http://archive.sciencewatch.com>)



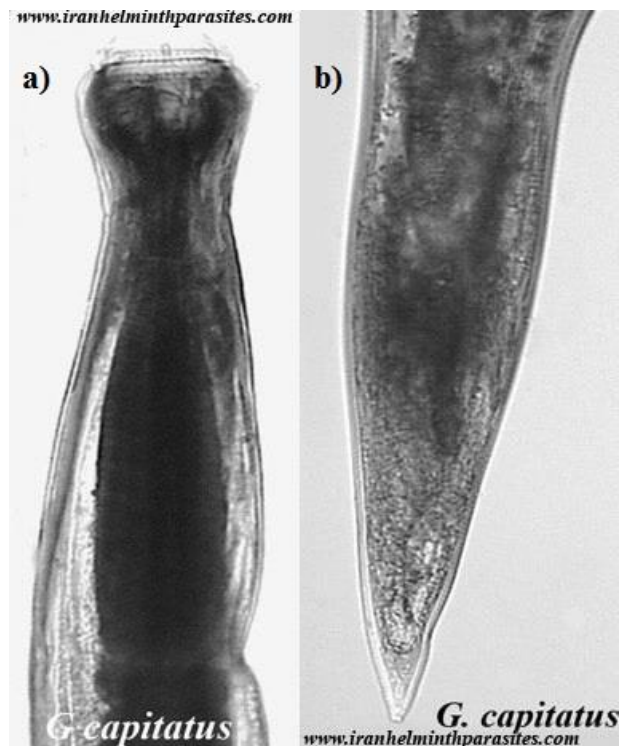
Obr. 9: *Cyclicostephanus longibursatus*: a) ocas samce, b) ocas samice

(Zdroj: <http://iranhelminthparasites.com>)



Obr. 10: *Gyalocephalus capitatus*: bukální kapsule

(Zdroj: <http://iranhelminthparasites.com>)



Obr. 11: *Gyalocephalus capitatus*: a) přední konec, b) ocas samice

(Zdroj: <http://iranhelminthparasites.com>)



### 3.5 Biologie podčeledi Cyathostominae

Tato skupina parazitů má přímý životní cyklus bez mezihostitele. Tenkostěnná vajíčka produkovaná samičkami hlístic jsou nejprve kladena v tlustém střevě a poté vylučována do vnějšího prostředí společně s trusem koně. Uvnitř vajíček dochází k trojitému svlékání, kdy z prvního stádia L1 vznikne přes L2 infekční stádium L3. Rozvoj infekčních larev je závislý na klimatických podmínkách. Nákaza nového hostitele probíhá ve výběhu, kdy kůň pozře infekční larvu společně s pastvou (Koudela, 2008). Po spolknutí larvy následuje rychlý životní cyklus, kdy nová vajíčka vychází společně s výkaly do vnějšího prostředí již za 5 – 6 týdnů (Corning, 2009). Následně larva L3 podstupuje další vývoj v mukóze a submukóze tlustého střeva a svléká se na larvu L4. Po dospívání a kopulaci začnou samičky produkovat vajíčka a celý cyklus se opakuje (Koudela, 2008).



Obr. 12: Vývojový cyklus podčeledi Cyathostominae

(Zdroj: <http://www.equichannel.cz>)

### 3.5.1 Exogenní vývoj podčeledi Cyathostominae

Exogenní vývoj hlístic podčeledi Cyathostominae zásadně ovlivňuje vlhkost a teplota. Vývoj larev kriticky ohrožují teploty pod 7 °C a nad 38 °C, stejně tak vlhkost pod 18 – 20 % (Mfitilodze and Hutchinson, 1987; Ogbourne, 1972; Pukhov, 1941). Optimální teplota se přibližně pohybuje od 25 – 28 °C a ideální vlhkost mezi 70 – 100 %. Vývoj za těchto podmínek trvá 3 – 5 dní a je delší o 8 – 9 dní, pokud probíhá na zastíněných plochách. V období zimy je vývoj zastaven, ale v teplých krajinách trvá po celý rok (Baruš, 1963).

#### Larvální produktivita (Ogbourne a Duncan, 1985)

procenta:	stupně Celsia:
16 %	12 °C
3 %	10 °C
65 %	20 °C
68 %	25 °C

Především vývoj infekčních larev ovlivňují další faktory, mezi které patří přítomnost kyslíku ve výkalech koně a výskyt koprofágních brouků (Mfitilodze and Hutchinson, 1988). Infekční larvy jsou hodně odolné proti vnějším vlivům, což opodstatňuje fakt, že tyto helminti napadají koně ve vysoké míře. Za jejich odolností se skrývá ochranný obal, který poskytuje larvám „štít“. Jedná se o nesvlečenou kutikulu druhého stádia larev L2. V tomto stavu nemohou larvy přijímat potravu. Jsou zcela odkázány na vlastní rezervní látky v podobě energetických zásob. Kutikula je svlékána až uvnitř hostitele. Tato stadia dokážou být aktivní a ve vlhkém počasí se rozlézají po vegetaci a kontaminují prostředí (Volf, Horák et al., 2007).

Larvy malých strongylidů koní vykazují vysokou přežitelnost při vytrvání v teplotách pod bodem mrazu. Nepříznivě však na larvy působí střídání nízkých a vysokých teplot, což potvrdil Ogbourne (1972) a Grell et al. (1977). Především v teplém a vlhkém létě nastává vrcholná aktivita larev. Toto podnebí zapříčiňuje rychlejší vyčerpání dostupných rezervních látek a tím pádem omezuje životaschopnost larev helmintů (Mfitilodze and Hutchinson, 1987).

Dalším sledovaným aspektem je dehydratace, proti které jsou infekční larvy dosti odolné a jsou schopné dokonalé vysušení snášet dlouhou dobu (Bazanová, 1948; De Blicke und Baudet, 1926; Noller a Schmid, 1930; Pukhov, 1941;). Dle Ober-Blöbauma (1932) zaniknou normální larvy při 50 °C, přičemž vysušené vydrží.

Jako rezervoár larev slouží v přírodě půda a faeces (Ogbourne and Duncan, 1985). Grell et al. (1977) popisuje dobu 11 měsíců přežití larev na pastvině, Richters and Frischbier (1930) 16 měsíců. Obecně se doba může dosti lišit a pohybovat se v řádech dnů i měsíců. Vše je závislé na vnějších podmínkách prostředí a daném druhu parazita (Taylor et al., 2007). Znalost klimatických vlivů, které působí na vývojová stádia hlístic, je nezbytná. Usnadňuje tak vytváření odčervovacího programu a podávání anthelmintik (Santos et al., 2011).

### **3.5.2 Endogenní vývoj podčeledi Cyathostominae**

V momentě, kdy kůň na pastvině pozře larvy L3, nastává endogenní vývoj malých strongylidů ve sliznici tlustého střeva, přesněji v mukóze a submukóze. Zde se larvy po 6 – 12 dnech svlékají na stádium L4. Ochranné kutikuly se zbaví účinkem enzymů a trávicích šťáv hostitele. Během jednoho až dvou měsíců absolvují larvy L4 ve stěnách střev další vývoj. Toto období se nazývá tzv. histotropní fáze. Po něm následuje transport larev L4 do lumenu střev, kde nastává další svlékání, tentokrát vznikne „mladý dospělec“ L5. Po kopulaci začnou samičky vylučovat vajíčka. Délka prepatentního období je značně variabilní a je závislá na několika faktorech, kam náleží druh hlístice, odolnost, imunita, věk a druh hostitele. Dospělci dokážou přečkávat v tlustém střevě až 2,5 roku (Bodeček, 2008; Hanse and Perry, 1994; Taylor et al., 2007).

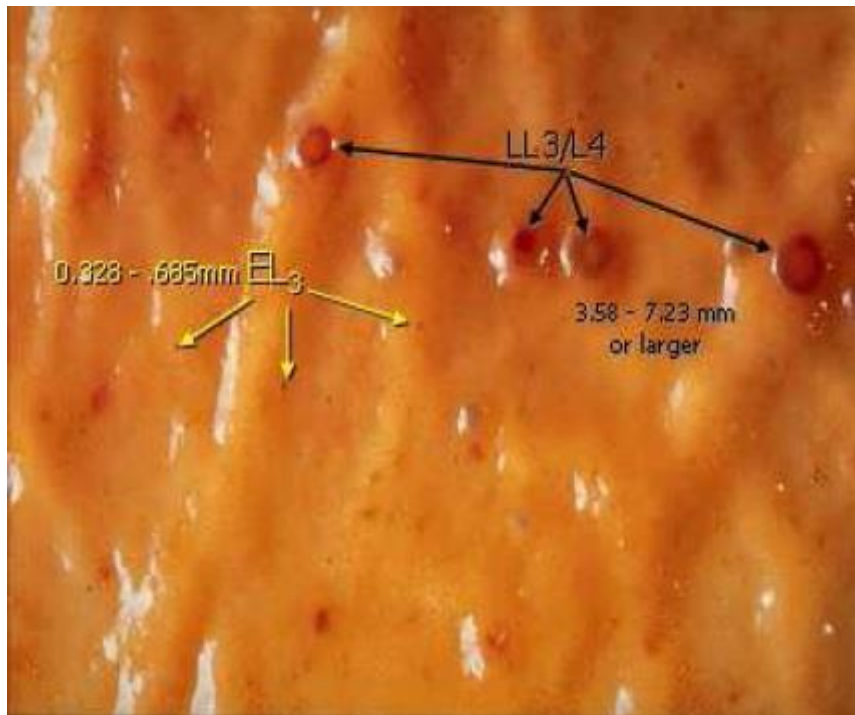
#### **3.5.2.1 Hypobióza/Arrested development**

Hypobióza česky nazývaná „zadržný vývoj“ (arrested development) je klíčovou součástí vývojového cyklu hlístic podčeledi Cyathostominae. Během hypobiózy hlístice nepokračují ve svém endogenním vývoji, nýbrž vyčkávají ve střevní stěně, až pomine nepříznivé období roku. Na tyto larvy nepůsobí anthelmintika a ukryté zůstávají v časném 3. larválním stádiu (EL3) (Eysker, 1993; 1997). Proto je hypobióza jedním z důvodů, proč

je populace *Cyathostom* obzvláště odolná proti antiparazitikům (Herd, 1990). „Zadržené“ larvy se schovávají ve stěnách střev v zimě v oblastech mírného klimatu, naproti tomu v tropech a subtropích jsou nacházeny v období sucha (Eysker, 1993; 1997). Larvy L3 jsou schopné ve sliznici colonu přetrvávat až 3 roky (Bodeček, 2008).

Rozsáhlé výzkumy provedené v Holandsku ukázaly, že stádia EL3 zaujímaly vysoké procentické zastoupení 80 – 90% během podzimu až zimy (Eysker and Jansen, 1984; Eysker et al., 1986ab). Hypobiované larvy dosahují délky 450 – 481  $\mu\text{m}$  a šířky 20 – 22  $\mu\text{m}$ . Jícen je dlouhý 179 – 186  $\mu\text{m}$  a ocas měří 34 – 39  $\mu\text{m}$ . Majoritní část larev disponuje osmi střevními buňkami (Eysker and Jansesn, 1984).

Celý fenomén hypobiózy je dosud celosvětovou záhadou. Není zcela objasněno několik faktorů: co je spouštěčem a který jev ovlivňuje pozastavení endogenního vývoje larev v hostiteli. Za významný faktor, který ovlivňuje hypobiózu je považována kromě teploty i délka dne (Connan, 1975). Jako velká neznámá zůstává vlastní mechanismus a molekulární podstata tohoto úkazu. Bylo však doloženo, že odlišnost hypobiovaných stádií larev a larev prodávající normální vývoj tkví v určitých proteinech (Kooyman and Eysker, 1995; Dopchiz et al., 2000). Monohan et al. (1998) zjistili signifikantní rozdíl mezi počtem EL3 u mladých 2 – 3 letých koní a starších koní (7 – 16 let) ve prospěch mladších jedinců.



Obr. 13: Zapouzdřené larvy malých strongylidů ve sliznici tlustého střeva koně  
(Zdroj: Bliss, 2010)

### 3.6 Vliv působení podčeledi Cyathostominae na hostitele aneb světově známý syndrom lárvální cyatostomóza

Vážné onemocnění zvané cyatostomóza se objevuje po náhlém uvolnění velkého množství encystovaných larev ze submukózy tlustého střeva (Love et al., 1999; Briggs et al., 2004c). Malí strongylidé jsou považovány za nejvýznamnější hlístice. Tento předpoklad je založen na jejich krátkém životním cyklu a rychlém rozvoji rezistence na dostupná anthelmintika. Je však obtížné vyhodnotit patogenní potenciál malých strongylidů, jelikož klinické příznaky infikovaných zvířat jsou obvykle mírné. Nicméně vzácnější komplikace, lárvální cyatostomóza, může být letální (Love a kol., 1999). Na druhou stranu, menší infekce malými strongylidy je pro koně ve skutečnosti přínosná, protože se předpokládá, že stimuluje imunitní systém (Monahan et al., 1997).

Většina klinicky infikovaných koní představuje útočiště pro vysoký počet parazitů, encystovaných i inhibovaných larev, které jsou zapuštěny do stěny tlustého střeva. Koně

postižení cyatostomózou mají v trusu velké množství larev. V případě nedávného použití anthelmintik mohou být larvy těžko identifikovatelné (Bliss, 2010).

Cyatostomóza má bohatou škálu klinických příznaků, které nemusí být specifické pro parazitární infekci (Bodeček, 2008). Případy tohoto onemocnění se mohou vyskytovat po celý rok u všech věkových kategorií koní. Ovšem nejčastěji postihují koně ve věku 1 – 5 let, v průběhu zimy a jara (Mair et al., 1997). Knottenbelt et al. (2003) uvádí, že nejvíce zranitelnou skupinou v případě larvální cyatostomózy jsou odstávčata a ročci. Mladá hříbata bývají zřídka ohrožena, až na výjimky – v případě styku se silně infikovanými staršími koňmi. Prepatentní perioda je v tomto případě minimálně 2 – 8 měsíců. Odborné průzkumy ukazují, že plnohodnotná larvální cyatostomóza představuje až 50 % úmrtnost (Knottenbelt et al., 2003).

Toto onemocnění se projevuje rychlým úbytkem hmotnosti, často s náhlým nástupem průjmů (Elsheikha et al., 2011). Kůň obecně neprospívá, je ve špatném stavu, vzácně se může vyskytnout kolika (Knottenbelt et al., 2003; Knottenbelt et al., 2004). Mezi další projevy patří zvýšená teplota (O'Brien, 2009) a podkožní edémy na spodině břicha a končetinách (Bodeček, 2008). Diferenciálně lze nemoc diagnostikovat podle dalších příznaků, kam spadají nutriční nedostatky, intolerance laktózy, dentální problémy a rotaviry (Knottenbelt et al., 2003; Knottenbelt et al., 2004). U mladých koní bývá syndrom spojován i s cékocekální a cékokolickou intususcepcí (Mair et al., 2000). Následkem onemocnění se mohou objevit i nestrangulační nekrózy stěny tlustého střeva nebo cékální tympanie (Bliss, 2010).

Základem je správný pastevní management. Kontrolní odčervovací program by měl začínat u hříbat v době vypuštění na pastvu. Je třeba klást důraz na věkové složení stáda (Abbott, 1998; Paul, 1999).



Obr. 14: Klinicky infikovaný kůň malými strongylidy ve špatné tělesné kondici  
(Zdroj: Bliss, 2010)

## 4. MATERIÁL A METODIKA

### 4.1 Materiál

Hlavním výzkumným materiálem pro vytvoření předkládané diplomové práce byl obsah zaživacího poníka plemene mini – horse ve věku 1 roku (označeného pracovním názvem P9). Zkoumanými úseky zaživacího traktu bylo tlusté střevo neboli colon a slepé střevo neboli caecum. Z těchto úseků byla posléze zkoumána jak natrávenina obsažená ve střevním lumenu, tak jejich sliznice, za účelem potvrzení přítomnosti dospělců a larválních stádií podčeledi Cyathostominae.

### 4.2 Metodika

Samotný experiment, který je hlavní náplní předkládané diplomové práce, se skládal ze dvou etap, jež měly společný základ.

Základ experimentu:

- 1) Zvířeti označenému jako P9 byla poddána dvojnásobná dávka přípravku Noromectin, pasta pro koně, za účelem jeho důkladného odčervení.
- 2) P9 byl držen v podmínkách prostých nákazy helminty.
- 3) U P9 byla opakovaně prováděna koprologická kontrola.
- 4) P9 byl inokulován dávkou tvořenou 30.000 larválními stádii podčeledi Cyathostominae.
- 5) Po uplynutí prevalence byla u P9 provedena koprologická kontrola za účelem potvrzení infekce inokulovanými larvami podčeledi Cyathostominae.
- 6) Z infikovaného jedince této diplomové práce s označením P9 byl získán zaživací trakt, jež představoval náplň výzkumu.

#### **I. FÁZE - dospělci podčeledi Cyathostominae (natrávenina střevního lumenu)**

- a) Natrávený obsah lumenu střev P9 byl rozdělen a fixován roztokem solutioBarbagall (7,5 g NaCl; 30 ml Formaldehyd; 1000 ml dd H<sub>2</sub>O).
- b) Tento obsah byl postupně prohledáván pomocí proplachovací metody – natrávenina jednotlivých úseků tlustého střeva byla po částech prohledávána



na tmavém podkladu, proti kterému vystupovali ze zbylého obsahu bíle zbarvení dospělci podčeledi Cyathostominae, jež byli následně shromažďováni v předem označovaných zkumavkách.

- c) Nashromáždění dospělci podčeledi Cyathostominae byli zkoumáni pod mikroskopem OLYMPUS typu UCD 8.
- d) Identifikace nalezených dospělců podčeledi Cyathostominae probíhala s pomocí již publikovaných identifikačních klíčů.

## **II. FÁZE – larvální stádia podčeledi Cyathostominae (střevní sliznice)**

- A) Obsah získaný z proplachování sliznic obou úseků tlustého střeva byl uskladněn v detailně označených butyilkách o známém objemu.
- B) Tento obsah byl postupně zkoumán pod mikroskopem OLYMPUS typu UCD 8 (na podložní sklíčko bylo pipetou nanášeno vždy malé množství obsahové tekutiny, která byla postupně zmikroskopována), kde bylo možné provádět podrobnější analýzu včetně měření daných objektů, s možností následného využití systému pro digitální fotografii.
- C) Změřené a zaznamenané objekty (larvální stádia podčeledi Cyathostominae) byly podrobně zkoumány a rodově/druhově identifikovány na základě předem sestavených identifikačních klíčů.

## 5. VÝSLEDKY

Z výsledků této předkládané práce, jež se zabývala výskytem a vlivem podčeledi Cyathostominae, vyplývá hned několik zjištění, která byla z důvodů přehlednosti rozdělena do bloků.

### Výskyt dospělců podčeledi Cyathostominae v tlustém a slepém střevě:

- V P9 bylo nalezeno celkem **59 dospělců** zmiňovaných hlístic, 34 zástupců (57,63 %) obývalo colon a zbylých 25 hlístic (42,37 %) se nacházelo v caecu.
- Určeno bylo 10 druhů (*Cyathostomum catinatum*, *C. pateratum*, *C. alveatum*, *Cylicocyclus nassatus*, *C. insigne*, *C. radiatus*, *Coronocyclus labratus*, *C. labiatus*, *Cylicostephanus longibursatus*, *Gyalocephalus capitatus*), které náležely 5 rodům (*Cyathostomum*, *Cylicocyclus*, *Coronocyclus*, *Cylicostephanus*, *Gyalocephalus*).
- Nejhojnějším zástupcem byl shledán druh *Cyathostomum catinatum* i v případě preference oblasti. S počtem 17 jedinců v colonu a 6 jedinců v caecu dominoval nad ostatními druhy. Naopak nejmenší zastoupení vždy po jednom kuse měly druhy *Cylicostephanus longibursatus* a *Cylicocyclus radiatus*, ale každý v jiné části střeva – *C. longibursatus* v colonu a *C. radiatus* v caecu.
- Druhy *Cyathostomum alveatum*, *Cylicocyclus radiatus*, *Coronocyclus labratus* a *Gyalocephalus capitatus* byly objeveny pouze v caecu. Výhradně v colonu se vyskytoval jeden jediný kus druhu *Cylicostephanus longibursatus*. Ostatní druhy měly své zástupce v obou lokacích střeva.
- Podrobný výskyt všech dospělců uvádí Tab. 1, 2 a Graf 1, 2.

### Výskyt larválních stádií:

- Larvy hlístic podčeledi Cyathostominae byly v P9 nalezeny ve dvou stádiích, a to ve 3. časném stádiu EL3 a ve 4. vývojovém stádiu L4 v celkovém počtu **235 larev**.
- Menších larev EL3 bylo identifikováno 217 a nacházely se pouze v colonu.
- Naproti tomu větší larvy L4 obývaly jak colon (4), tak caecum (14) a bylo jich shledáno dohromady 18.

- Přehledná data zaměřující se na larvální stádia uvádí Tab. 3, 4 a Graf 3, 4.

### **Zastoupení pohlaví hlístic podčeledi Cyathostominae:**

- S celkovým počtem 48 jedinců převažovali samci nad samicemi, kterých bylo nalezeno pouze 11.
- Z 10 druhů neměly 4 druhy *C. catinatum*, *C. alveatum*, *C. labiatus* a *C. longibursatus* samičí zastoupení, což znamená, že se u nich vyskytli pouze samci.
- Více samic než samců v poměru 5 ♀ : 4 ♂ bylo objeveno u druhu *Coronocyclus labratus* a v poměru 1 ♀ : 0 ♂ u druhu *Cylicocyclus radiatus*.
- Vše názorně vykresluje Tab. 5, 6 a Graf 5, 6.

Z výše uvedeného textu je patrné, že drtivá většina dospělců i larev se vyskytovala v colonu – přesně 255 kusů z 294 jedinců, což představuje neuvěřitelných 86,73 %.

### **Vyhodnocení dat pomocí programu STATISTICA:**

U všech zástupců podčeledi Cyathostominae byly s pomocí programu STATISTICA určeny následující hodnoty:

- **Medián** je prostřední hodnota čísel, která jsou uspořádána podle velikosti.
- **Modus** představuje hodnotu, která se ve statistickém souboru vyskytuje nejčastěji.
- **Směrodatná odchylka** určuje, jak moc se od sebe navzájem liší případy v souboru zkoumaných čísel. Znamená to, čím vyšší odchylka, tím větší číslo.
- **Rozptylem** rozumíme odchylku jednotlivých hodnot proměnných od průměru daného souboru.
- **Variační koeficient** stanovuje, kolika procenty se podílí směrodatná odchylka na průměru.

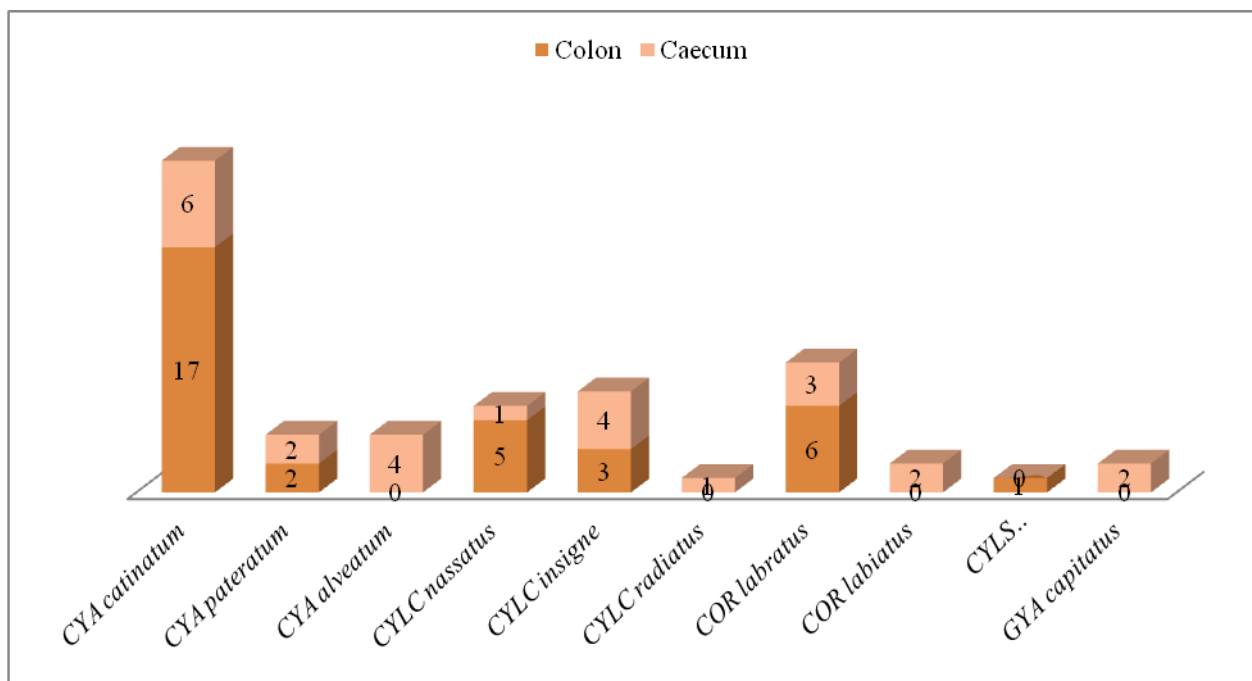
## 5.1 Preference oblasti zástupci podčeledi Cyathostominae colon/caecum

### 5.1.1 Dospělci podčeledi Cyathostominae

Tab. 1: Obecný přehled počtu **dospělců** podčeledi Cyathostominae nacházející se v oblastech colon/caecum

	<i>CYA catinatum</i>	<i>CYA pateratum</i>	<i>CYA alveatum</i>	<i>CYLC nassatus</i>	<i>CYLC insigne</i>	<i>CYLC radiatus</i>	<i>COR labratus</i>	<i>COR labiatus</i>	<i>CYLS longibursatus</i>	<i>GYA capitatus</i>
Colon	17	2	0	5	3	0	6	0	1	0
Caecum	6	2	4	1	4	1	3	2	0	2

Graf 1: Zastoupení dospělců v definovaných oblastech colon/caecum

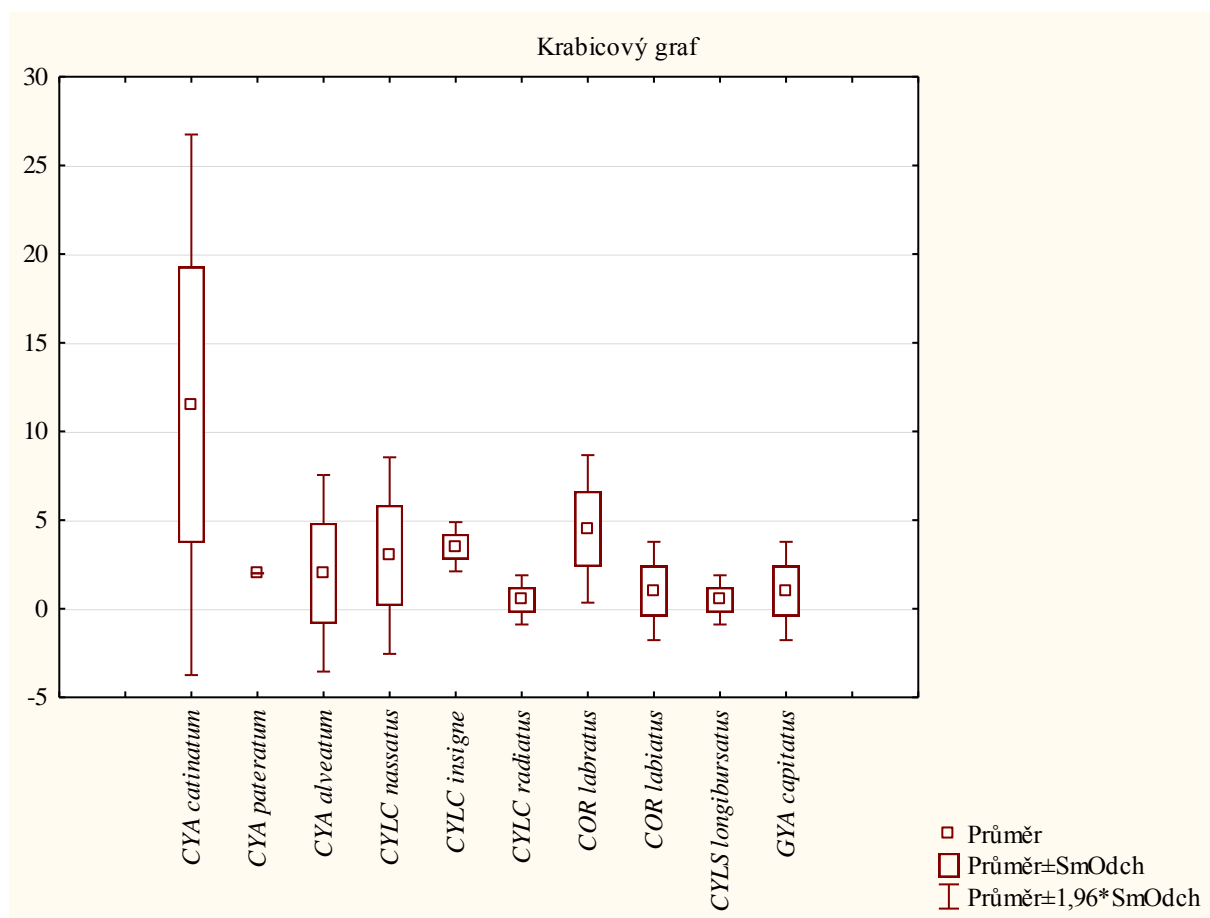


Tab. 2: Základní statistické parametry **dospělců** podčeledi Cyathostominae nacházející se v oblastech colon/caecum

	<b>N platných</b>	<b>Průměr</b>	<b>Medián</b>	<b>Modus</b>	<b>Četnost modu</b>	<b>Součet</b>	<b>Rozptyl</b>	<b>Sm. Odch.</b>	<b>Var. Koef.</b>
<i>CYA catinatum</i>	2	11,500	11,500	Vícenás.	1	23,000	60,500	7,778	67,636
<i>CYA pateratum</i>	2	2,000	2,000	2	2	4,000	0,000	0,000	0,000
<i>CYA alveatum</i>	2	2,000	2,000	Vícenás.	1	4,000	8,000	2,828	141,421
<i>CYLC nassatus</i>	2	3,000	3,000	Vícenás.	1	6,000	8,000	2,828	94,281
<i>CYLC insigne</i>	2	3,500	3,500	Vícenás.	1	7,000	0,500	0,707	20,203
<i>CYLC radiatus</i>	2	0,500	0,500	Vícenás.	1	1,000	0,500	0,707	141,421
<i>COR labratus</i>	2	4,500	4,500	Vícenás.	1	9,000	4,500	2,121	47,140
<i>COR labiatus</i>	2	1,000	1,000	Vícenás.	1	2,000	2,000	1,414	141,421
<i>CYLS longibursatus</i>	2	0,500	0,500	Vícenás.	1	1,000	0,500	0,707	141,421
<i>GYA capitatus</i>	2	1,000	1,000	Vícenás.	1	2,000	2,000	1,414	141,421

Tato tabulka znázorňuje statistický výstup zaměřující se na dospělé helmintů, kteří se nacházely v colonu a caecu P9. Směrodatná odchylka v tomto případě vymezuje rozdíl mezi výskytem jednotlivých druhů v tlustém a slepém střevě. Nejvýznamnější odchylku má druh *Cyathostomum catinatum*, na rozdíl od druhu *C. pateratum*, kde je hodnota nulová, jelikož v obou částech střeva bylo početné zastoupení shodné – po dvou kusech. Stejně výsledky zjistíme, pokud se podíváme na rozptyl, kde opět vede druh *C. catinatum* a naopak druh *C. pateratum* je na místě posledním.

Graf 2: Krabicový graf všech proměnných **dospělci** podčeledi Cyathostominae nacházející se v oblastech colon/caecum

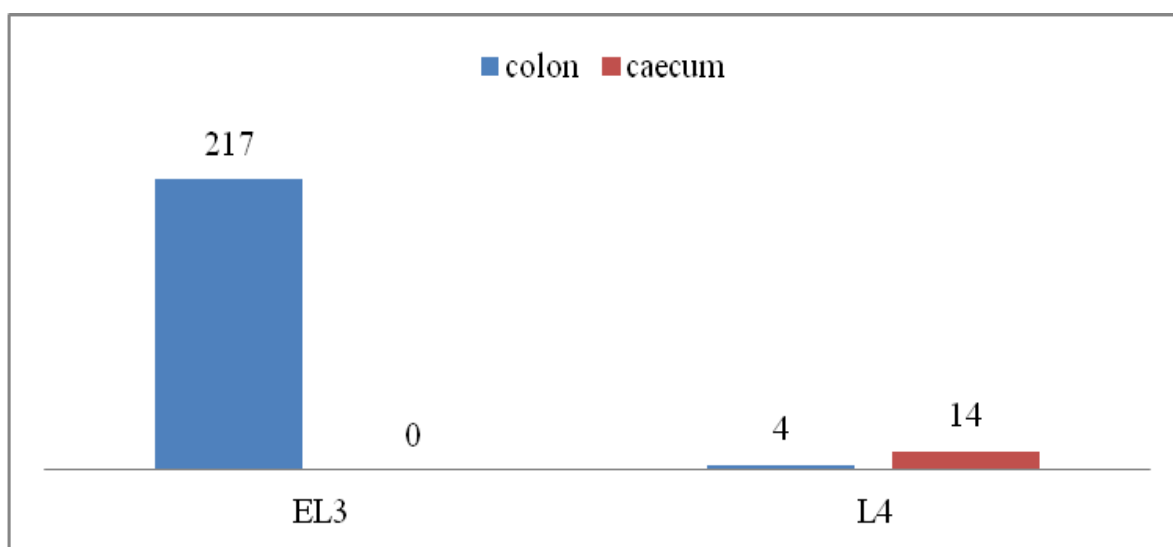


### 5.1.2 Larvální stádia podčeledi Cyathostomiane

Tab. 3: Obecný přehled počtů **larválních stádií** podčeledi Cyathostominae nacházející se v oblastech colon/caecum

	malé larvy EL3	velké larvy L4
colon	217	4
caecum	0	14

Graf 3: Zastoupení **larválních stádií** v definovaných oblastech colon/caecum

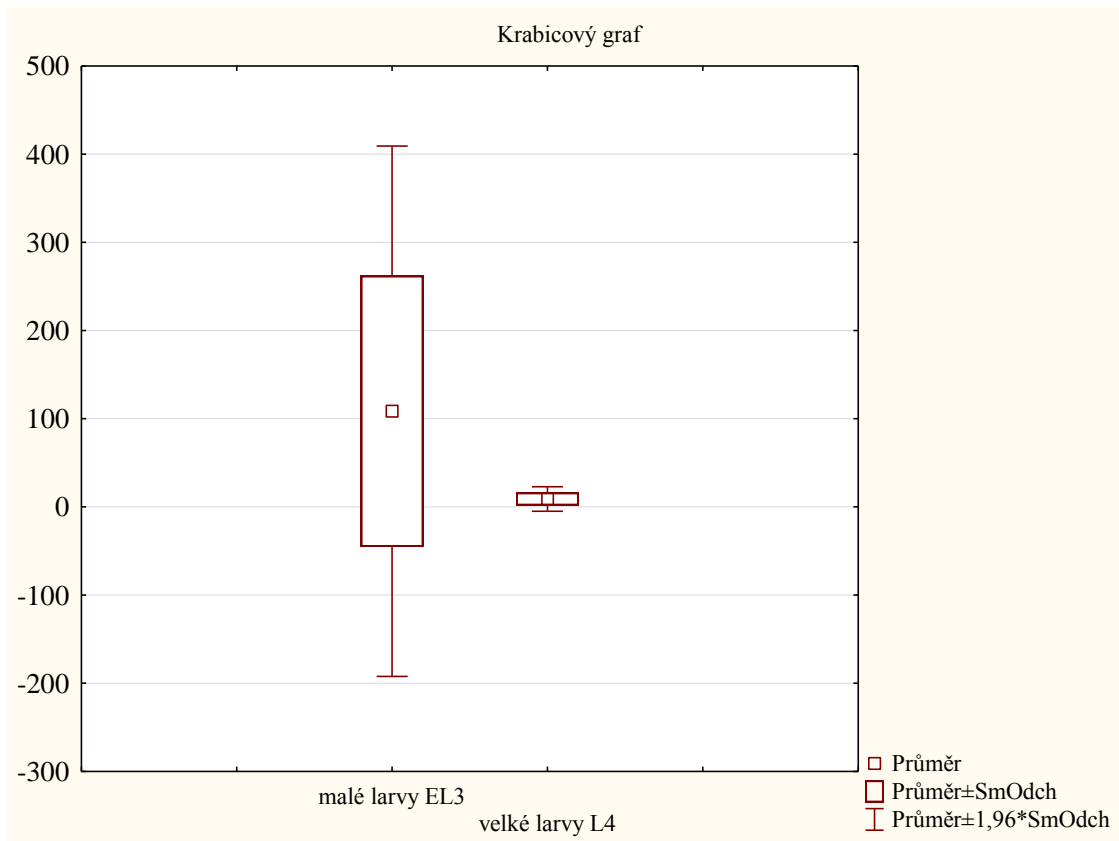


Tab. 4: Základní statistické parametry **larválních stádií** podčeledi Cyathostominae nacházející se v oblastech colon/caecum

	N platných	průměr	medián	modus	četnost modu	součet	rozptyl	sm. oddch.	var. koef.
EL3	2	108,500	108,500	Vícenás.	1	217,000	23544,50	153,442	141,421
L4	2	9,000	9,000	Vícenás.	1	18,000	50,00	7,071	78,567

Tato tabulka přehledně znázorňuje výskyt larválních stádií hlístic podčeledi Cyathostominae v colonu a caecu. Větší rozptyl i směrodatnou odchylku lze sledovat u vývojového stádia EL3, jelikož poměr jeho výskytu colon : caecum je velice výrazný (217:0).

Graf 4: Krabicový graf všech proměnných **larválních stádií** podčeledi Cyathostominae nacházející se v oblastech colon/caecum



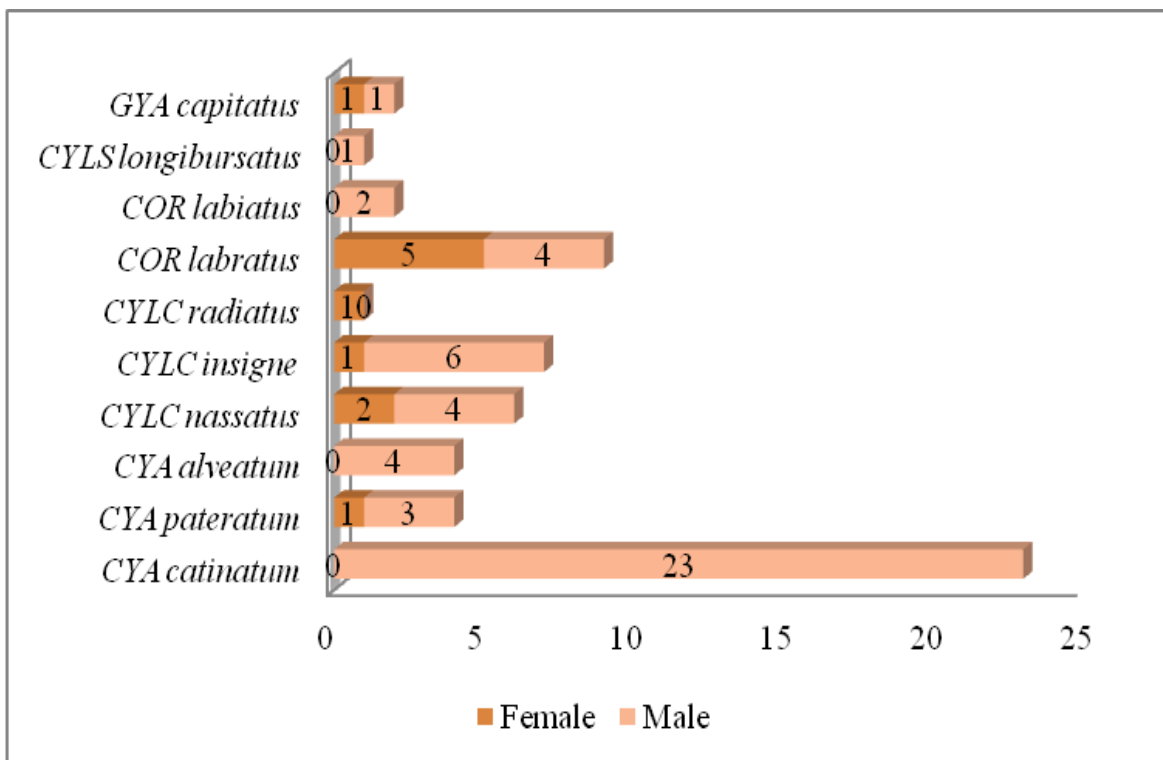


## 5.2 Zastoupení pohlaví zástupců podčeledi Cyathostominae: samci/samice

Tab. 5: Obecný přehled počtu **dospělců** podčeledi Cyathostominae s definovaným pohlavím samice/samec (female/male)

	<i>CYA catinatum</i>	<i>CYA pateratum</i>	<i>CYA alveatum</i>	<i>CYLC nassatus</i>	<i>CYLC insigne</i>	<i>CYLC radiatus</i>	<i>COR labratus</i>	<i>COR labiatus</i>	<i>CYLS longibursatus</i>	<i>GYA capitatus</i>
<b>Female</b>	0	1	0	2	1	1	5	0	0	1
<b>Male</b>	23	3	4	4	6	0	4	2	1	1

Graf 5: Zastoupení pohlaví podčeledi Cyathostominae

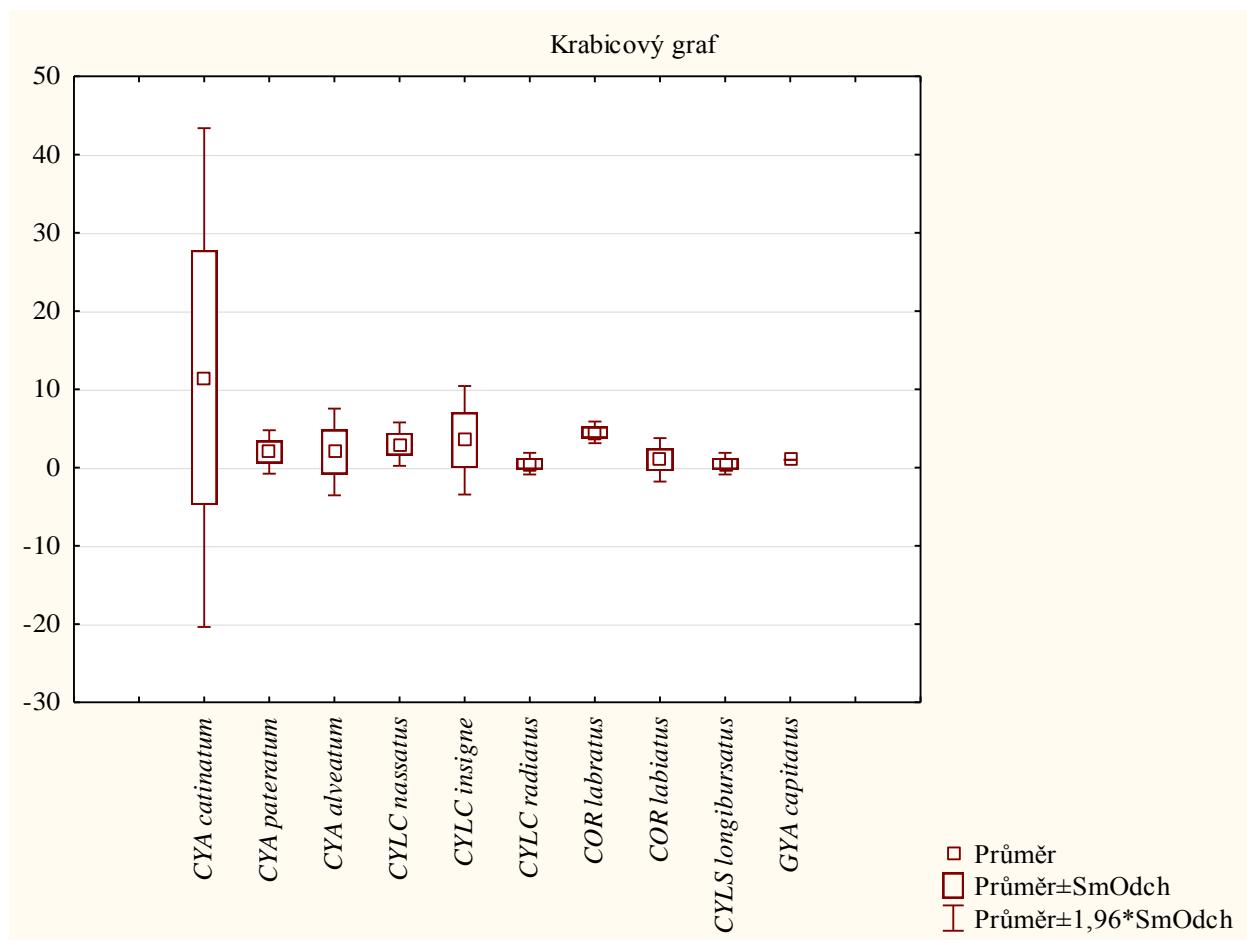


Tab. 6. Základní statistické parametry **dospělců** podčeledi Cyathostominae s definovaným pohlavím samice/samec (female/male)

	<b>N platných</b>	<b>Průměr</b>	<b>Medián</b>	<b>Modus</b>	<b>Četnost modu</b>	<b>Součet</b>	<b>Rozptyl</b>	<b>Sm. Odch.</b>	<b>Var. Koef.</b>
<i>CYA catinatum</i>	2	11,500	11,500	Vícenás.	1	23,000	264,500	16,263	141,421
<i>CYA pateratum</i>	2	2,000	2,000	Vícenás.	1	4,000	2,000	1,414	70,711
<i>CYA alveatum</i>	2	2,000	2,000	Vícenás.	1	4,000	8,000	2,828	141,421
<i>CYLC nassatus</i>	2	3,000	3,000	Vícenás.	1	6,000	2,000	1,414	47,140
<i>CYLC insigne</i>	2	3,500	3,500	Vícenás.	1	7,000	12,500	3,536	101,015
<i>CYLC radiatus</i>	2	0,500	0,500	Vícenás.	1	1,000	0,500	0,707	141,421
<i>COR labratus</i>	2	4,500	4,500	Vícenás.	1	9,000	0,500	0,707	15,713
<i>COR labiatus</i>	2	1,000	1,000	Vícenás.	1	2,000	2,000	1,414	141,421
<i>CYLS longibursatus</i>	2	0,500	0,500	Vícenás.	1	1,000	0,500	0,707	141,421
<i>GYA capitatus</i>	2	1,000	1,000	1,000000	2	2,000	0,000	0,000	0,000

Tabulka číslo 6 udává přehled dospělců podčeledi Cyathostominae s kladeným důrazem na výskyt samic a samců v P9. Pokud se zaměříme na směrodatnou odchylku, lze zjistit, že nejmenší nulovou hodnotu má druh *Gyalocephalus capitatus*. Je to zapříčiněné tím, že má totožný počet samic i samců, přesně po jednom zástupci. Druhým extrémem je druh *C. catinatum* s nejvyšší směrodatnou odchylkou i rozptylem. Může za to zřetelný poměr pohlaví 23:0 ve prospěch samců.

Graf 6: Krabicový graf všech proměnných **dospělců** podčeledi Cyathostominae s definovaným pohlavím samice/samec (female/male)



## 6. DISKUZE

Tématem této práce byl vývojový cyklus podčeledi Cyathostominae. Avšak vzhledem ke skutečnosti, že vlivem mnoha faktorů, jako jsou např. problémy související s chybně sestaveným managementem chovu, je u nás v současné době zachyceno neskutečně velké množství druhů endoparazitů byť i pouze příležitostně a výjimečně, tak se obsah předkládané práce cíleně zúžil na nejrozšířenější a zároveň nejnebezpečnější parazity, malé strongylidy. Tyto hlístice vytváří v současné době největší kosmopolitně rozšířenou hrozbu pro všechny příslušníky koňovitých, a to zejména díky fenoménu **hypobiózy** neboli pozastavení endogenního vývoje, což jim v průběhu několika uplynulých desetiletích umožnilo si vyvinout rezistenci na takřka veškerá existující anthelmintika a preventivní boj s nimi je tudíž neskutečně složitý.

Poník s pracovním označením P9, v době infekce starý 18 měsíců, byl použit pro praktickou část této diplomové práce. Společně s dalšími osmi poníky byl experimentálně infikován třetím larválním stádiem *Cyathostom* a posmrtně zkoumán od října roku 2011 do ledna roku 2012. P9 byl odčerven dvojitou dávkou Noromectinu – orální pastou určenou pro koně a monitorován v průběhu studie pomocí koprologického vyšetření v sedmi denních intervalech, později denně. Od července do listopadu roku 2011 byly larvy helmintů získávány z přirozeně infikovaných koní pro experimentální využití. Výkaly byly shromažďovány a inkubovány při pokojové teplotě po dobu 10 dní. Infekční larvy se sklízely s pomocí Baermannovy techniky a po mikroskopickém potvrzení suspendovány pod tekoucí vodou a uloženy v chladničce při teplotě 4 °C. Larvy byly poté uloženy v přirozených podmínkách prostředí po dobu 4 týdnů na podporu jejich rozvoje a umístěny mimo přímé sluneční světlo. Před podáním poníkovi se larvy odpipetovaly v dávce 30 tisíc jedinců. Po usmrcení poníka byl celý obsah tlustého i slepého střeva podroben umytí a zkoumání. Poté se materiál uchoval v roztoku Barbagallu. Vzorky *Cyathostom* byly identifikovány za použití mikroskopu Olympus BX51. Hlístice z každé části střeva byly osvětleny a určovány pomocí diagnostických klíčů, které byly vytvořeny na základě předem zveřejněného materiálu Anderson et al. (1980); Anjos a Rodrigues (2006); Baruš (1962); Lichtenfels et al. (1998, 2002, 2008).

V P9 byla zjištěna totožnost celkem 10 druhů těchto rodů: *Coronocyclus*, *Cyathostomum*, *Cylicocyclus*, *Cylicostephanus*, a *Gyalocephalus*. Mezi tři nejvíce rozšířené druhy patřily *Cyathostomum catinatum*, *Coronocyclus labratus* a *Cylicocyclus insigne*, kde bezkonkurenčně vládl druh *C. catinatum*. V České republice (bývalém Československu) byl doposud jediným vědcem zabývajícím se o rodovou a druhovou příslušnost podčeledi Cyathostominae, prof. Baruš. Ten na přelomu 50. a 60. let určil jako nejvíce prevalenci následující druhy: *Cyathostomum catinatum*, *Cylicocyclus nassatum*, *Coronocyclus coronatus*, *Cylicocyclus calicatus* a *Cylicostephanus minutus* (Baruš, 1962; 1963). Výsledky prof. Baruše se shodují s výše zmíněnými pouze v druhu *C. catinatum*.

Podle studie prováděné v roce 2012 byla převážná většina hlístic (65,6 %) u všech poníků lokalizována ve slepém střevě, ale P9 spadal mezi výjimky, jelikož se majoritní část dospělců i larev nacházela v tlustém střevě.

Zajímavých výsledků bylo dosaženo při zaměření se na poměr pohlaví zajištěných během helmintologické pitvy na KZR. Dříve uskutečněné práce – Anjos a Rodrigues (2006); Mfítildze a Hutchinson (1990) a Silva et al. (1999) se shodly v tom, že u hlístic převažují početně samice, tudíž potvrzovaly všeobecně rozšířené pravidlo. Výsledky výzkumu P9 jsou pravým opakem, jelikož z celkového počtu dospělců (59) hlístic bylo identifikováno 48 sameček, což tvoří jinými slovy nezanedbatelných 81,36 %.

## 7. ZÁVĚR

Závěrem této práce, jejímž hlavním cílem bylo s pomocí poznatků získaných během výzkumu v laboratořích KZR objasnit vývojový cyklus podčeledi Cyathostominae se zaměřením na fenomén hypobiózy lze konstatovat:

- **hypotézu**, která byla stanovena na počátku práce, je možné **potvrdit**
- prostřednictvím výzkumu uskutečněným na KZR bylo zjištěno, že hlístice podčeledi Cyathostominae během svého vývojového cyklu skutečně nepokračují ve svém endogenním vývoji, pokud jsou vystaveny nepříznivým podmínkám v období zimy
- tento jev se nazývá tzv. „zadržný vývoj“ neboli **hypobióza**, kdy zástupci Cyathostomin dokážou vyčkávat ve střevní stěně hostitele i několik let
- lze předpokládat, že zmiňovaný fenomén je ovlivněn řadou faktorů, kam patří např. délka dne, teplota, vlhkost, ale dosud jeho princip není objasněn a je stále předmětem řady studií po celém světě
- při výzkumu na KZR bylo v zažívacím traktu poníka P9 nalezeno celkem 294 zástupců podčeledi Cyathostominae, z toho 59 dospělců a 235 larválních stádií EL3 a L4
- dohromady bylo identifikováno 10 druhů, které náleží 5 rodům a prvenství v počtu hlístic jednoznačně patřilo druhu *Cyathostomum catinatum*
- v rámci určování pohlaví s převahou zvítězili samci, konkrétní poměr nabýval hodnot 48 ♂: 18 ♀, jen druhy *Coronocyclus labratus* a *Cylicocyclus radiatus* měly vyšší zastoupení samic
- co se týká prevalence výskytu ve vybraných orgánech, 34 dospělců bylo nalezeno v colonu a 25 v caecu, 221 larev obývalo colon a 14 caecum
- larvální stadia podčeledi Cyathostominae si vedla následovně: časné 3. vývojové stádium EL3 početně převládalo nad larválním stádiem L4 v poměru 217:18

## 8. POUŽITÁ LITERATURA

- Abbott, E. M. Larval cyathostomosis. 1998. Part 1. The disease, its diagnosis and treatment. *Equine Practise*. 20 (3): 6 – 7.
- Anderson, R. C., Chabaud, A. G., Willmott, S. 2009. Keys to the Nematode Parasites of Vertebrates: Archival volume. CABI. Cambridge. 463 p. ISBN: 1845935721.
- Anjos, D. H. da S., Rodrigues, M. de L. A., 2006. Diversity of the infracommunities of strongylid nematodes in the ventral colon of *Equus caballus* from Rio de Janeiro state, Brazil. *Veterinary Parasitology* 136, 251 – 257.
- Barbosa, O. F., Rocha, U. F., Silva, G. S., Soares, V. E., Veronez, V. A., Oliveira, G. P., Landim, V. J. C. C., Costa, A. J., 2001. A survey on Cyathostominae nematodes (Strongylidae, Strongylidae) in pasture bred horses from São Paulo State, Brazil. 21 – 26.
- Baruš, V. 1962. Helminthofauna koní v Československu. *Československá parazitologie* 9. Biologický ústav ČSAV, odd. parazitologie, Praha. (IX): 15 – 84.
- Baruš, V. 1963. Vývojové cykly některých hlístic z čeledi Trichonematidae v laboratorních a terénních podmínkách. *Československá parazitologie* X. 23 – 42.
- Bazanova, R. U. 1948. Influence of psyhical factors on development of eggs and larvae of horse strongyles. *Trudy Alma at. Zoovet. Inst.* 5: 137 – 142 (in Russian).
- Bliss, D. H. 2010. The Control of Gastro-Intestinal Nematode Parasites in Horses with Emphasis on Reducing Environmental Contamination. “A New Control Strategy for an Old Problem.”. *Equine Parasitology*. p. 3.
- Briggs, K., Reinemeyer, R. C., French, D., Kaplan, R., 2004c. Strongyles: the worst of worms. *The Horse* 4, 15 – 18.
- Bucknell, D. G., Gasser, R. B., Beveridge, I. 1995. The prevalence and epidemiology of gastrointestinal parasites of horses in Victoria, Australia. *International Journal for Parasitology*. 25 (6). 711 – 724.

- Collobert-Laugier, C., Hoste, H., Sevin, C., Dorchies, P. 2002. Prevalence, abundance and site distribution of equine small strongyles in Normandy, France, *Veterinary Parasitology*, 110 (1-2): 77 – 83.
- Connan, R. M. 1975. Inhibited development in *Haemonchus contortus*. *Veterinary Parasitology* 71: 240.
- Corning, S. 2009. Equine Cyathostomins: a review of biology, clinical significance and therapy. *Parasite & Vectors*. 2: S1.
- De Blicq, L., Baudet, E. A. R. F. 1926. Contribution a l'etude du developpement des strongylidés (sclerostomes) du gros intestin chez le cheval. *Ann. Parasitol. Hum. Comp.* 4: 87 – 96.
- Dopchiz, M. C., Parma, A. E., Fiel, C. A. 2000. Hypobiosis induction alters the protein profile of *Ostertagia ostertagi* (Nematoda: Trichostrongylidae). *Folia Parasitol (Praha)*. 47 (2) :135-40.
- Elsheikha, H. M., Khan, N. A. 2011. *Essentials of Veterinary Parasitology*. Caister Academic Press Norfolk UK. p. 62. ISBN: 9781904455806.
- Eysker, M., Jansen, J. 1984. Inhibited development of Cyathostominae in the horse in the early third stage. *Veterinary Science*. 37: 355 – 356.
- Eysker, M., Jansen, J., Kooyman, F. N. J., Mirck, M. H., Wensing, T. H., 1986. Comparison of two control systems for cyathostome infections in the horse and further aspects of the epidemiology of these infections. *Vet. Parasitol.* 22: 105 – 112.
- Eysker, M., Boersema, J. H., Kooyman, F. N. J. 1990. Seasonally inhibited development of Cyathostominae nematodes in shetland ponies in the Netherlands. Accepted for publication.
- Eysker, M. 1993. The role of inhibited development in the epidemiology of *Ostertagia* infections. *Veterinary Parasitology*. 46: 259 – 269.
- Eysker, M. 1997. Some aspects of inhibited development of trichostrongylids in ruminants. *Veterinary Parasitology*. 72: 265 – 272.



- Foreyt, W. J. 2001. *Veterinary Parasitology – reference manual*. Blackwell publishing Professional. 123 – 130.
- Fritzen, B. M. 2005. *Untersuchungen zum Vorkommen von Anthelminthika-Resistenz in nordrhein-westfälischen Pferdebeständen*. Dissertation, Institute for Parasitology, University of Veterinary Medicine, Hannover.
- Gawor, J. J. 1995. The prevalence and abundance of internal parasites in working horses autopsied in Poland. *Veterinary parasitology*. 58: 99-108.
- Grellck, H., Hörchner, F., Wöhrl, H. 1977. Experimental infection of ponies with *Fasciola hepatica*. *Berliner and Münchener Tierärztliche Wochenschrift* 90: 371– 373.
- Herd, R. P. 1990. The changing world of worms: the rise of the cyathostomes and the decline of *Strongylus vulgaris*. *Compendium of Continuing Education for the Practising Veterinarian* 12: 732–736.
- Hinney, B., Wirtherle, N. C., Kyule, M., Miethe, N., Zessin, K. H., Clausen P. H. 2011. Prevalence of helminths in horses in the state of Brandenburg, Germany. *Vet Rec* 108: 1083–1091.
- Knottenbelt, D. C., Blanc, M., Lopate, Ch., Pascoe, R. R. 2003. *Equine Stud Farm Medicine and Surgery*. Elsevier Science Limited. London. 402 p. ISBN: 070202130.
- Knottenbelt, D. C., Holdstock, N., Madigan, J. E. 2004. *Equine Neonatology Medicine and Surgery*. Elsevier Science Limited. London. ISBN: 0702026921.
- Koudela, B., 2008a. Vnitřní parazité koní. *Aktuální parazitózy koní*, 1 – 8.
- Krecek, R. C., Reinecke, R. K., Horak, I. G., 1989. Internal Parasites of horses on mixed grassveld and bushveld in Transvaal, Republic of South Africa. *Veterinary Parasitology* 34, 135 – 143.
- Kuzmina, A. T., Kharchenko, V. A., Starovir, A. I., Dvojnjos, G. M., 2005. Analysis of the strongylid nematodes (Nematoda: Strongylidae) community after deworming of brood horses in Ukraine. *Veterinary Parasitology*. 131: 283 – 290.

- Langrová I., Jankovská I., 2002. Hlístice čeledi Strongylidea – nejčastější parazité koní. *Náš chov*. 1: 52 - 53.
- Lichtenfels, J. R., Kharchenko, V. A., Krecek, R. C., Gibbons, L. M. 1998. An annotated checklist by genus and species of 93 species level names for 51 recognized species of small strongylos (Nematoda: Strongylidae: Cyathostominae) of horses, asses, zebra of the world. *Veterinary parasitology*. 79: 65 – 79.
- Lichtenfels, J. R., Gibbons, L. M., Krecek, R. C. 2002. Recommended terminology and advanced in the systematics of the Cyathostominae (Nematoda: Strongylidae) of horses. *Veterinary parasitology*. 107: 337 – 342.
- Lichtenfels, J. R.; Kharchenko, V. A., Dvojnok, G. M. 2008. Illustrated identification keys to strongylid parasites (Strongylidae: Nematoda) of horses, zebras and asses (Equiadae). *Veterinary parasitology*. 156: 4 – 161.
- Love, S., Murphy, D., Mellor, D. 1999. Pathogenicity of cyathostome infection. *Vet Parasitol* 85: 113–121.
- Lyons, E. T., Tolliver, S. C., Drudge, J. H., Granstrom, D. E., Stamper, S., Collins, S. S. 1991. Transmission of some internal parasites born in 1989 on a farm in central Kentucky. *Journal of the Helminthological Society of Washington*. 58 (2). 213 – 219.
- Lyons, E. T., Swerczek, T. W., Tolliver, S. C., Drudge, J. H., Stammers, S., Granstrom, D. E., Holland, R. E. 1994. A study of natural infections of encysted small strongylos in a horse herd in Kentucky. *Veterinary medicine*. 89: 1146 – 1149; 1152 – 1155.
- Lyons, E. T., Tolliver, S., Drudge, J., 1999. Historical perspective of cyathostomes: prevalence, treatment and control programs. *Veterinary Parasitology*. 85: 97 – 112.
- Lyons, E. T., Kuzmina, T. A., Tolliver, S. C., Collins, S. S., 2011. Observations on development of natural infection and species composition of small strongyles in young equids in Kentucky. *Parasitol. Res*. 109: 1529 – 1535.
- Mair, T. S., Divers, T. J. 1997. *Nemoci koní*. Manson Publishing Limited. London. 20 s. ISBN: 187454574.

- Mair, T. S., Sutton, D. G. M., Love, S. 2000. Caecocaecal and caecolic intussusceptions associated with larval cyathostomosis in four young horses. *Equine Veterinary Journal*. 32: 77 – 80.
- Mfitilodze, M. W., Hutchinson, G. W. 1985. The site distribution of adult strongyle parasite in the large intestines of horses in tropical Australia. *International Journal for Parasitology*. 15 (3): 313 – 319.
- Mfitilodze, M. W., Hutchinson, G. W. 1987. Development and survival of free-living stages of equine strongyles under laboratory conditions. *Veterinary Parasitology*. 23: 121 – 133.
- Mfitilodze, M. W., Hutchinson, G. W. 1988. Development of the free-living stages of equine strongyles in faeces on pasture in a tropical environment. *Veterinary Parasitology*. 26: 285 – 294.
- Monahan, C. M., Chapman, M. R., Taylor, H. W., French, D. D., Klei, T. R. 1997. Foals raised on pasture with or without daily pyrantel tartrate feed additive: comparison of parasite burdens and host responses following experimental challenge with large and small strongyle larvae. *Vet. Parasitol.* 73: 277–289.
- Murphy, D., Love, S. 1997. The pathogenic effects of experimental cyathostome infections in ponies. *Veterinary parasitology*. 70: 99-110.
- Noller, W., Schmid, F. 1930. Über den Einfluss der Trocknung des Pferdekotes auf die Larvenentwicklung der in ihm enthaltenen Strongylideneiern. *Tier. Rund.*, 36: 543-54.
- Ober-Blöumam, W. 1932. Untersuchungen über die Einwirkungen physikalischer Einflüsse auf die Larven von Pferdestrongyliden. *Tierärztliche Rundschau* 47: 812 – 815.
- O'Brien, K. *Zdraví koně – základní péče*. 2009. Metafora. Praha. ISBN: 9788073591847.
- Ogbourne, C. P. 1972. Observations on the free-living stages of strongylid nematodes of the horse. *Parasitology* 64: 461 – 477.

- Ogbourne, C. P. 1978. Pathogenesis of cyathostome (*Trichonema*) infections of the horse: a review. Commonwealth Agricultural. Bureaux. p. 25. ISBN: 0851984347.
- Ogbourne, C. P., Duncan, J. L. 1985. *Strongylus vulgaris* in the Horse: Its Biology and Veterinary Importance. Common. Inst. Helminthol., Misc. Publ. No. 4. Commonwealth Agricultural Bureau, Farnham Royal Bucks, England.
- Paul, J. W. Optimal internal parasite control for horses with emphasis on larval cyathostomosis. 1999. Equine Practise. 21(4): 6 – 9.
- Pukhov, V. I. 1941. Control of *Strongyle* infection in herd of horses. Trudy XV Plenarni Vet. Sect. Akad. Selsko-chozaistvennykh Nauk, Moskva: 173 – 180 (in Russian).
- Reinemeyer, C. R., Smith, S. A., Gabel, A. A., Herd, R. P., 1984. The prevalence and intensity of internal parasites of horses in the USA. Vet. Parasitol. 15, 75 – 83.
- Richters, E., Frischbier, A. 1930. The Control of *Cclerostomlasis* in Horses from the Hygienic and Therapeutic Standpoint. Berl. Tierarztl. Wschr. 46: 498 – 502.
- Silva, A. V. M., Costa, H. M. A., Santos, H. A., Carvalho, R. O. 1999. Cyathostominae (Nematoda) parasites of *Equus caballus* in some Brazilian states. Veterinary Parasitology. 86: 15 – 21.
- Schnieder, T. 2005. Veterinärmedizinische Parasitologie. Parey. Stuttgart. ISBN: 9783830441359.
- Smith, H. J. 1976. Strongyle infection in ponies II. Reinfection of treated animals. Can. J. comp. Med. 40: 334-340.
- Taylor, M. A., Coop, R. L., Wall, R. L. 2007. Veterinary Parasitology. Blackwell Publishing. Oxford. p. 874.
- Traversa, D., Iorio, R., Otrando, D., Giangaspero, A. Millilo, P., Klei, T. R., 2009. Species-specific identification of equine cyathostomes resistant to fenbendazole and susceptible to oxybendazole by macroarray probing. Exp. Parasitol. 121: 92 – 95.

- Volf, P., Horák, P. a kol. 2007. Paraziti a jejich biologie. Triton. Praha. ISBN: 9788073870089.
- Wirtherle, N., Schnieder, T., von Samson-Himmelstjerna G. 2004. Prevalence of benzimidazole resistance on horse farms in Germany. Vet. Rec. 154: 39–41.