



## **Středoškolská technika 2022**

**Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT**

### **Potravní specializace půdních hlístic**

**Magdalena Roncová**

Gymnázium Chomutov  
Mostecká 3000, Chomutov

# Obsah

Úvod.....	3
Základní anatomie hlístic .....	3
Skupiny půdních hlístic rozdělené dle potravní specializace.....	4
Fytofágové.....	4
Tylenchidae .....	4
Hoplolaimidae .....	5
Pratylenchidae .....	6
Paratylenchidae .....	6
Fungivoři .....	7
Aphelenchoididae.....	7
Bakteriofágové .....	8
Cephalobidae.....	10
Plectidae .....	11
Omnivoři .....	11
Dorylaimoidea.....	12
Predátoři .....	13
Mononchidae.....	13
Má práce na stáži.....	14
Cíl mé práce .....	14
Metodika.....	14
Výsledky.....	15
Diskuse a závěr.....	17
Zdroje .....	17
Literatura .....	17
Obrázky .....	17

## Úvod

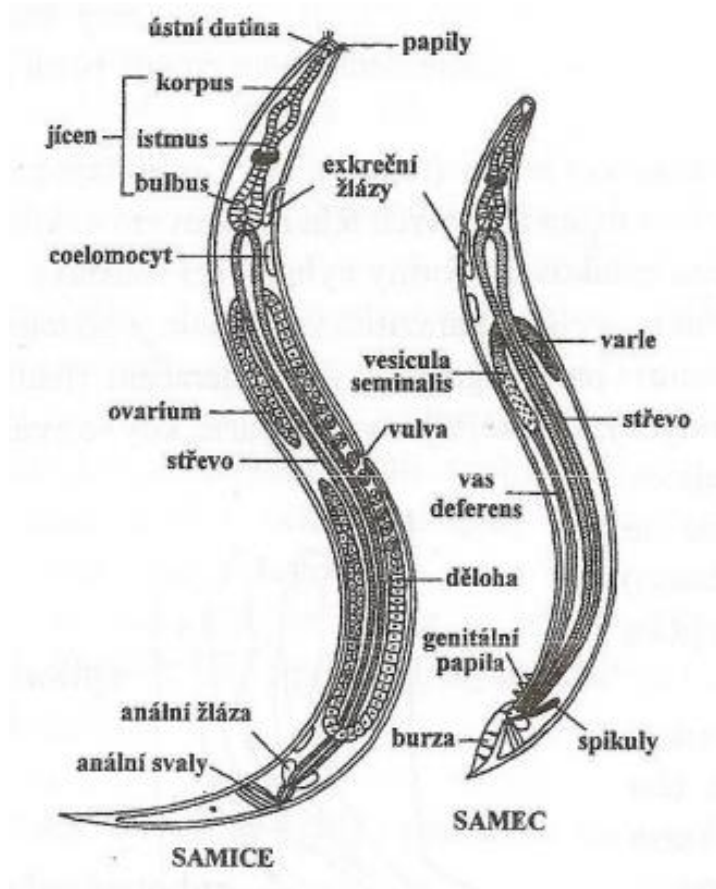
Má práce se bude zaměřovat na ekologicky definovanou skupinu hlístic, které žijí v půdě. Zaměřím se především na jejich trávicí trakt, konkrétněji na rozdíly v ústním ústrojí jednotlivých potravně specializovaných skupin – fytofágy, fungivory, bakteriofágy, omnivory a predátory. Různí jedinci určité čeledi mívají většinou pouze jeden typ potravní specializace. Ale mohou se najít i výjimky – například rody čeledi tylenchidae mohou být jak fytofágové, tak fungivoři. Ale často se ve výzkumech uvádí fytofágové a fungivoři jako jedna skupina. Dále představím cíle, metodiku a hlavní výsledky mé práce v rámci stáže Otevřená věda na Botanickém ústavu AV ČR ve spolupráci s mou lektorkou a vedoucí Mgr. Eliškou Kuťákovou Ph. D.

## Základní anatomie hlístic

Hlístice jsou prvoústí. Latinsky nematoda, obsahují přes 20 tisíc druhů s různou velikostí těla, typem těla a potravní specializací. Osidlují mnohá prostředí – vodu, půdu ale často bývají parazité živočichů i rostlin.

Hlístice mají nepravou tělní dutinu pseudocoel, vyplněnou tekutinou, v níž jsou volně uloženy orgány. Mají trubicovitou trávicí soustavu a provazcovitou nervovou soustavu s prstencem kolem trávicí trubice. Dýchají celým povrchem těla a parazitické zástupce jsou anaerobní.

Vylučují pomocí protonefridií, které jsou rozmístěny v postranních tělních dutinách. Bývají jak gonochoristé, tak hermafrodité. Anatomie hlístice viz. Obrázek 1.



Obrázek 1 základní anatomie hlístic

## Skupiny půdních hlístic rozdělené dle potravní specializace

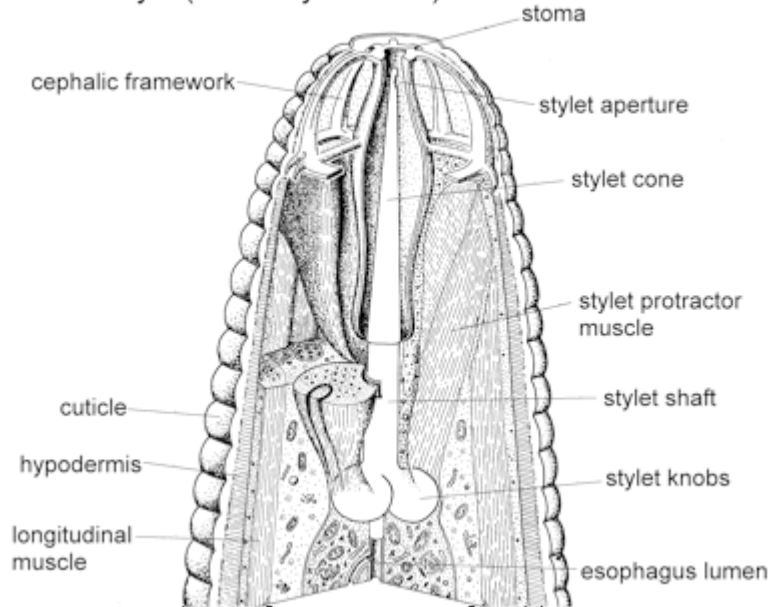
### Fytofágové

Tedy hlístice parazitující na rostlinách. Dají se rozeznat specifickým a často výrazným ústním ústrojím. Nejtypičtějším znakem tohoto ústrojí je tvar styletu, který funguje jakožto jehla,



Obrázek 2 základní schéma ústního ústrojí fytofága

### Stomatostyle (Order Tylenchida)



Obrázek 3 popis hlavové části fytofága

penetrující do (u fytofágů) kořenu rostliny. Nebo by se dal přirovnat k úzkému brčku. (viz. obrázek 2 a 3)

Příklady běžně se vyskytujících půdních hlístic, u kterých převažuje fytofágní potravní specializace:

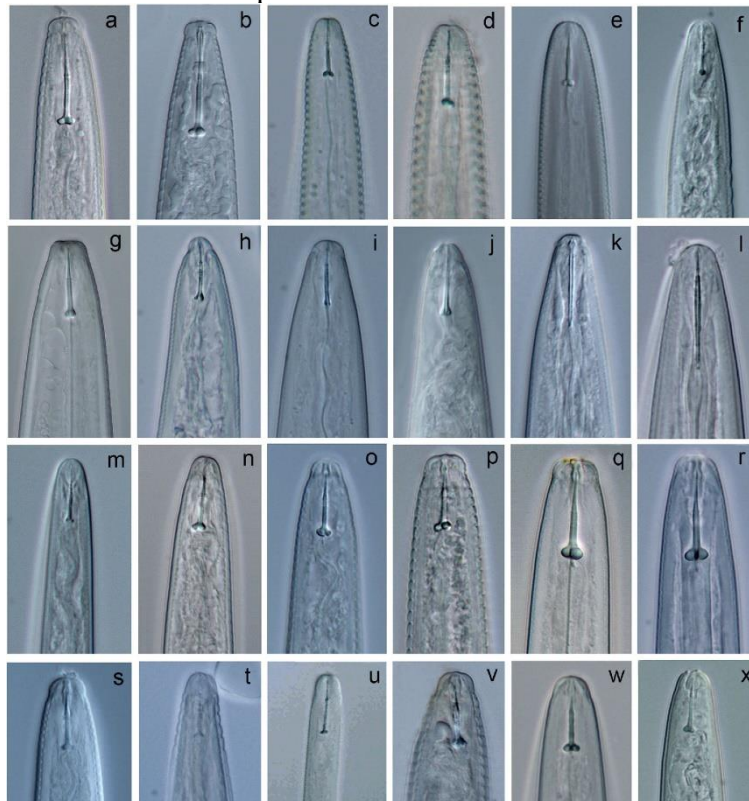
### Tylenchidae

Tylenchidae (obr. 4) je opravdu rozmanitá čeleď, velikost a tvar styletů se může lišit. (viz. obrázek 5)



Obrázek 4 hlístice z čeledi tylenchidae

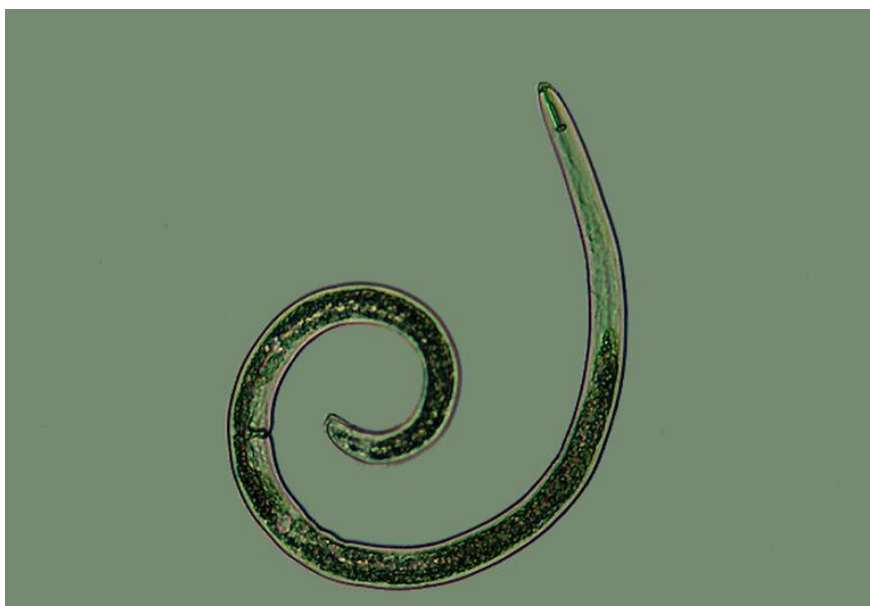
V této čeledi se mohou vyskytovat jak fytofágní, tak fungivorní zástupci, což ilustruje ekologickou podobnost těchto dvou specializací.



Obrázek 5 různé stylety jedinců z čeledi tylenchidae

### Hoplolaimidae

Hlístice z čeledi Haplolaimidae (obrázek 6) jsou typické větší velikostí těla a přítomností masivních stylet. Zástupci této čeledi se při fixaci formaldehydem typicky stáčí do tvaru spirály, čímž usnadňují jejich determinaci pomocí světelného mikroskopu.



Obrázek 6 jedinec z čeledi hoplolaimidae

## Pratylenchidae

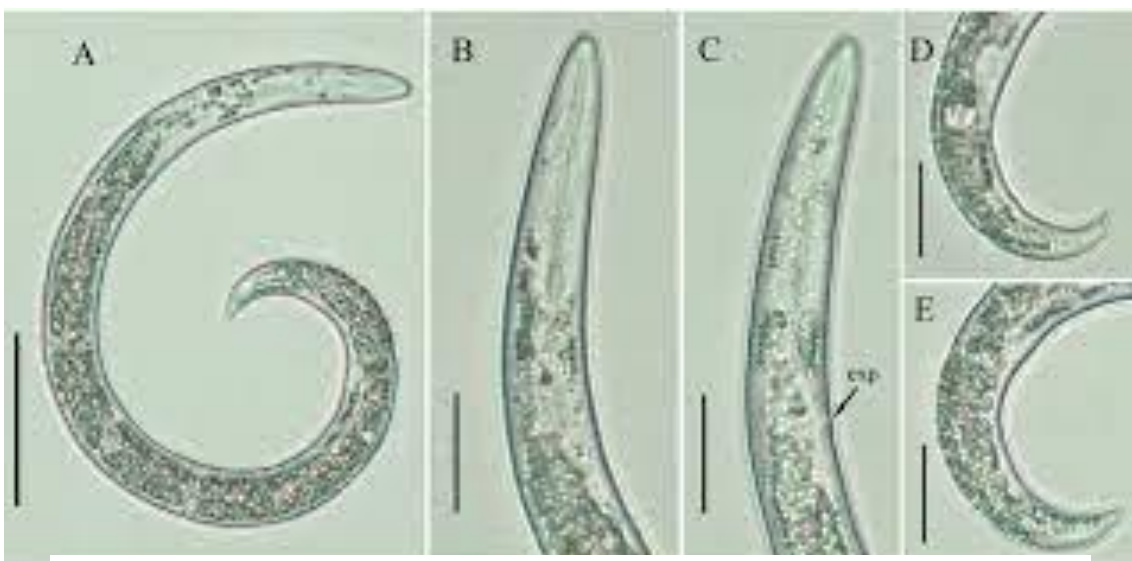
Naopak zástupci čeledi Pratylenchidae (obr. 7) si při fixaci zachovávají přímý tvar těla. Dalším typickým znakem je široká, náhle zaoblená hlava.



Obrázek 7 jedinci čeledi pratylenchidae

## Paratylenchidae

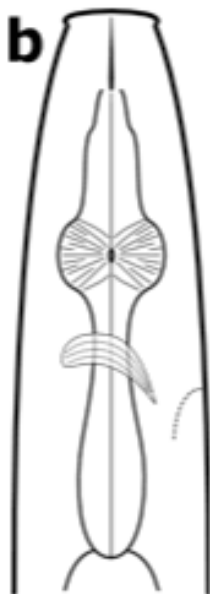
Tato čeleď je při fixaci typická svým zakroucením těla do tvaru „G“ (viz. obrázek 8, A) a špičatým ocasem.



Obrázek 8 jedinec čeledi paratylenchidae

## Fungivoři

Tedy hlístice sající na hyfách hub. Stylety mají stejné jako fytofágové (viz. obr. 9), ale subtilnější (viz. obr. 11), neboť penetrace houbových hyf je snazší než relativně pevnějších kořenů rostlin.



Obrázek 9 schématický obrázek ústního ústrojí fungivora

Příklady běžně se vyskytujících půdních hlístic, u kterých převažuje fungivorní potravní specializace:

### Aphelenchoididae

Tato čeleď je charakteristická pod mikroskopem velmi dobře viditelnou střední částí jícnu ve tvaru výrazné bublinky. (viz. obrázek 10)



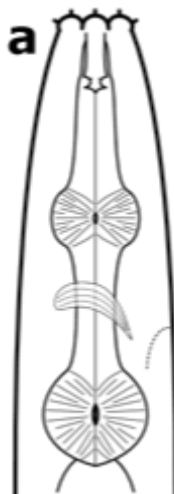
Obrázek 10 jedinec čeledi aphelenchoididae



Obrázek 11 Přiblížení na ústní ústrojí jedince čeledi aphelenchoididae

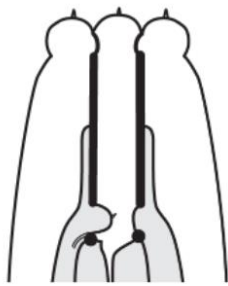
### Bakteriofágové

Bakteriofágové (hlístice požírající bakterie) se vyznačují ústrojím, které má většinou tvar trubky (viz. obr. 12) či nálevky. Ale tvary i velikosti těchto ústrojí bývají rozmanité (obr. 13).

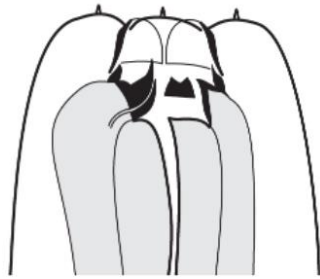


Obrázek 12 schématický obrázek ústního ústrojí bakteriofága

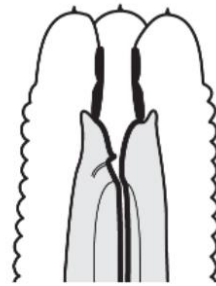




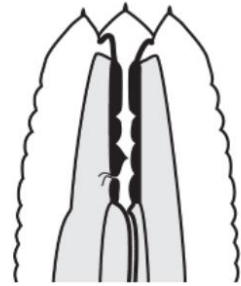
rhabditids



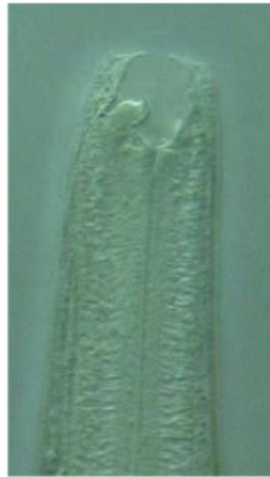
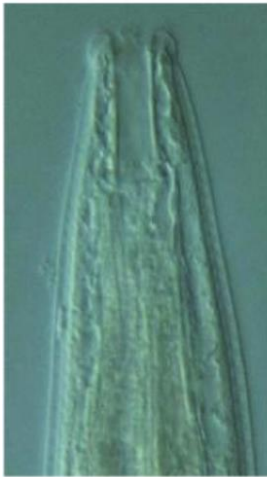
diplogastrids



panagrolaimids



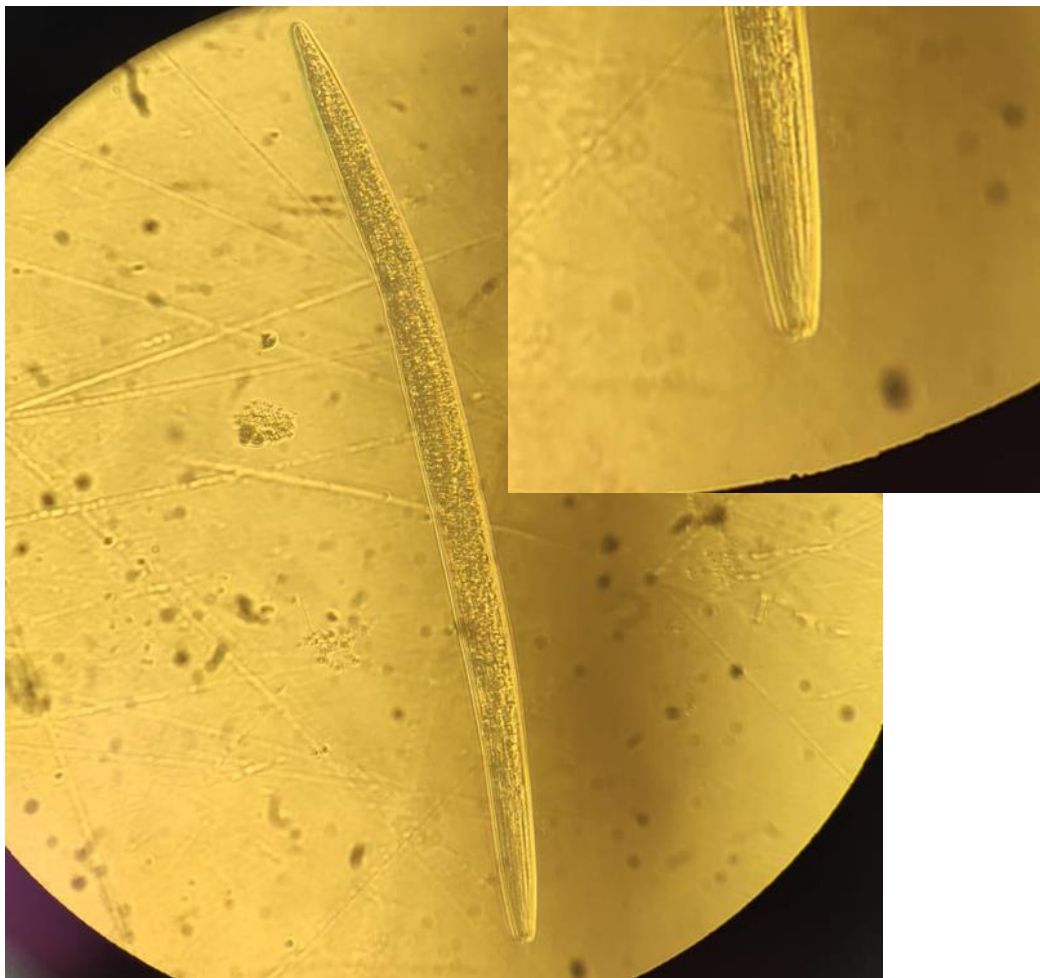
cephalobs



*Obrázek 13 rozmanité tvary ústního ústrojí bakteriofágů*

Příklady běžně se vyskytujících půdních hlístic, které mají bakteriofágní potravní specializaci: Cephalobidae (obr. 14)

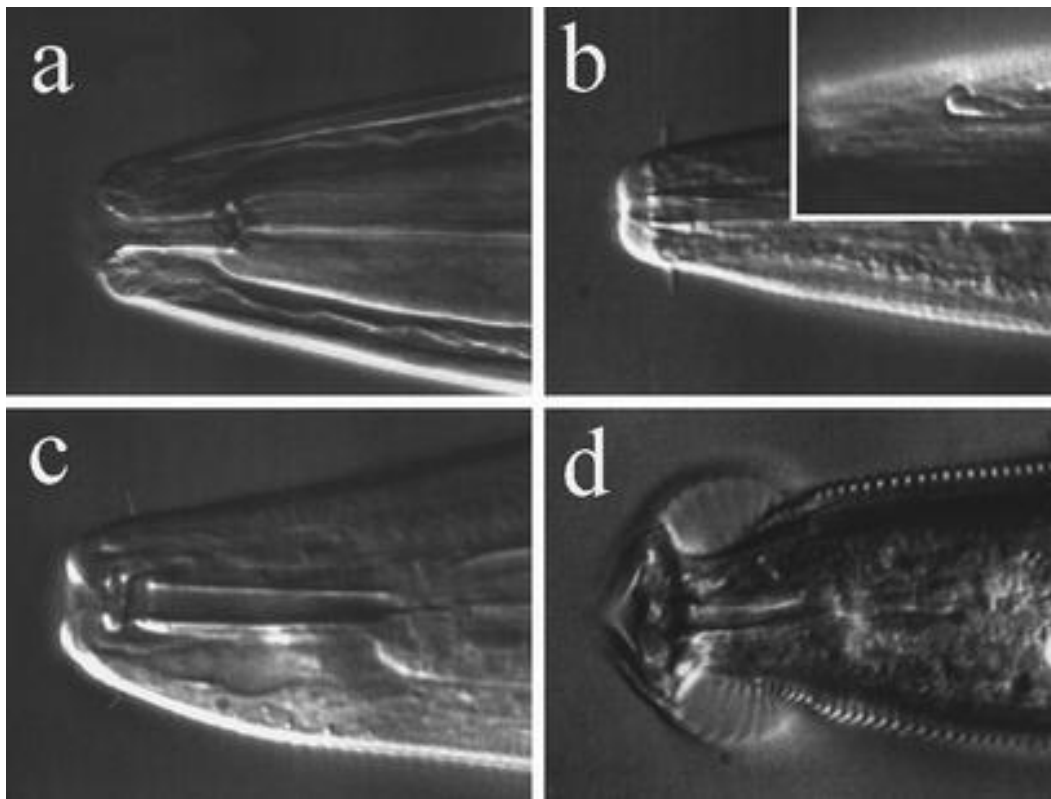
Tato čeleď je jednoduše poznatelná díky výběžkům nacházejícím se hned u ústního otvoru. Jejich velikost se může také lišit.



*Obrázek 14 jedinec čeledi cephalobidae*

## Plectidae

Jedinci této čeledi se dají poznat hlavně díky ústnímu ústrojí (obr.15), ale často mívají ústní výběžky také. Časté bývají párové výběžky na hlavové části.



Obrázek 15 různé typy ústního ústrojí u čeledi plectidae

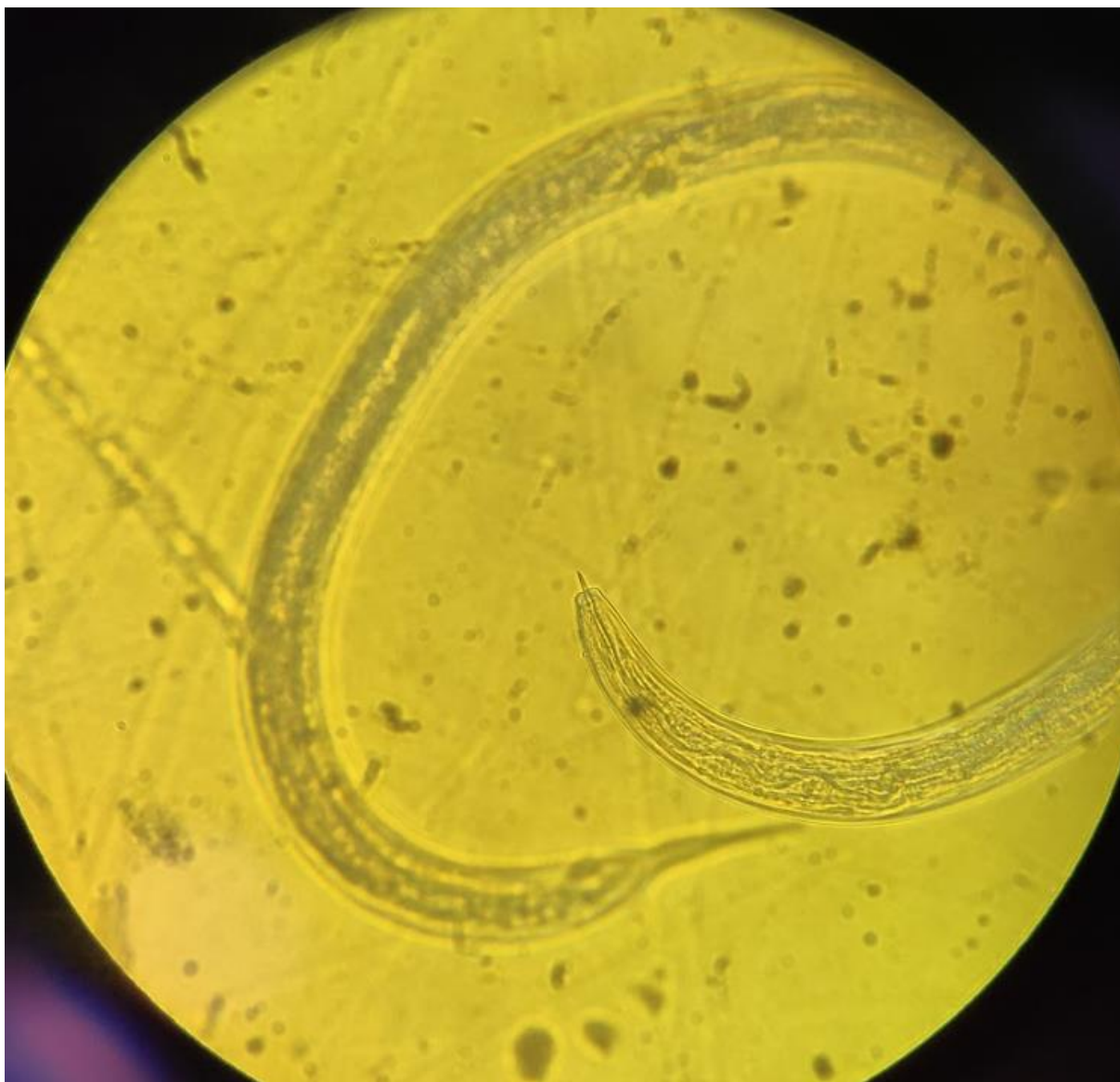
## Omnivoři

Všežravci, jejichž ústním ústrojím jsou uzpůsobené stylety (viz. obr. 16)



Obrázek 16 různé typy styletů omnivorů

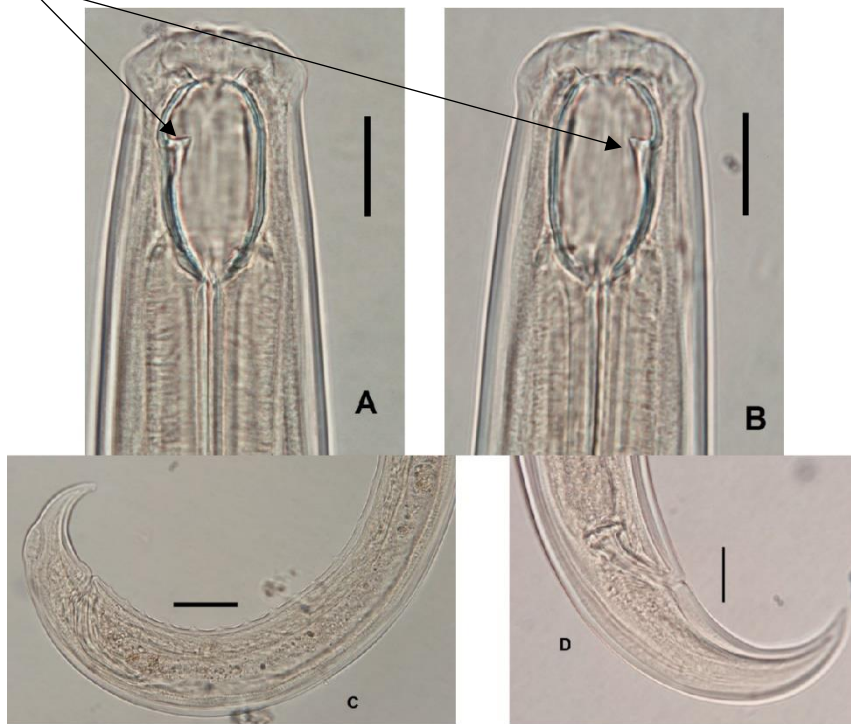
Příklady běžně se vyskytujících půdních hlístic, které mají omnivorní potravní specializaci:  
Dorylaimoidea (obr. 17)



*Obrázek 17 jedinec čeledi dorylaimoidea*

## Predátoři

Hlístice lovící jiné hlístice a další drobné půdní organismy. K této potravní strategii odpovídá morfologie jejich ústního ústrojí. Mají širokou ústní dutinu, ve které se nachází jeden či více velkých dorzálních zubů (obr. 18)



Obrázek 18 ústní ústrojí predátora s dorzálním zubem

Příklady běžně se vyskytujících půdních hlístic, které mají predátorskou potravní specializaci: Mononchidae (obr. 19)



Obrázek 19 jedinec z čeledi mononchidae

## Má práce na stáži

### Cíl mé práce

A k čemu nám vlastně tohle všechno určování je? Botanici a jiní vědci často používají hlístice jakožto indikátory půdy. Zkoumají tím například kvalitu nebo rozdíly v jednotlivých typech půd. Rozmanitost společenstev půdních hlístic totiž do velké míry odráží bohatost potravních zdrojů v půdě.

A to přesně byl můj úkol na stáži Otevřená věda na Oddělení Populační ekologie rostlin (Botanický ústav AV ČR) pod vedením mé lektorky Mgr. Elišky Kuťákové Ph. D. Měla jsem k dispozici 20 vzorků hlístic ze dvou typů půd (jílovitá, raně sukcesní půda z výsypky lomu a půda z ornice pole). Hlavním cílem našeho výzkumu bylo odpovědět na otázku: Je mezi těmito půdami rozdíl ve složení společenstev půdních hlístic?

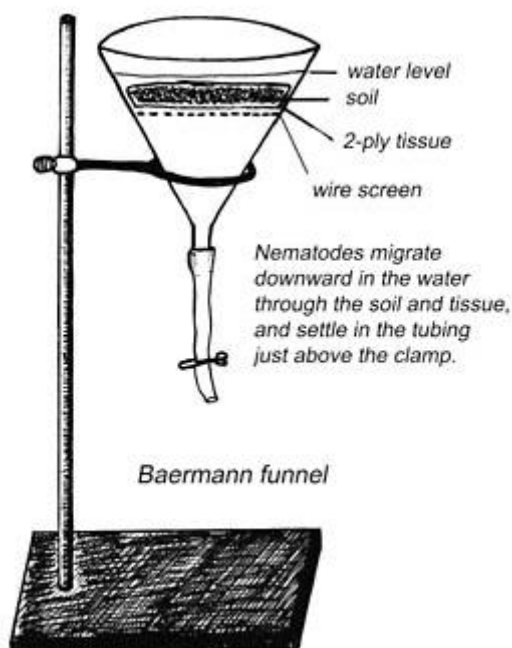
Naše hypotéza zněla: Vyvinutější a živinově bohatší půda (*pole - přestože zemědělské plochy bývají méně sukcesně vyvrálé (Bongers & Ferris (1999)), tak musíme brát v úvahu že zde již nějakou dobu ornice ležela*) bude mít více rozvinutější společenstvo hlístic s přítomností více potravních skupin včetně predátorů, zatímco v živinově chudší, raně sukcesní půdě z lomu, budou poměrově převažovat bakteriofágové a fytofágové/fungivoři.

### Metodika

Na podzim roku 2021 bylo odebráno 20 vzorků ze dvou částí výsypky lomu Čerínka v Českém krasu: (1) 10 vzorků z části ponechané od roku 2009 samovolnému vývoji vegetace na jílovitém a vápencovitém substrátu, které se dostalo na povrch ze dna lomu a (2) 10 vzorků z ornice navezené v roce 2015 z okolních polí na druhou část lomu za účelem rekultivace.

Z vzorků byla nejdříve odstraněna vegetace a svrchní opad a následně odebrána půda z 0 až 10 cm hloubky.

Z půdních vzorků o objemu přibližně 50 ml byly extrahovány hlístice pomocí Baermannovy aparatury (viz. Obrázek 20)



Obrázek 20 schématický obrázek Baermannovy aparatury

Tato aparatura využívá afinitu hlístic k vodě, kdy hlístice aktivně opouštějí půdní vzorek umístěný na sítku v nálevce v horní části aparatury a postupně padají ke dnu, jelikož jejich schopnosti plavání jsou omezené.

Půda každého vzorku byla usušena na konstantní váhu a zvážena.

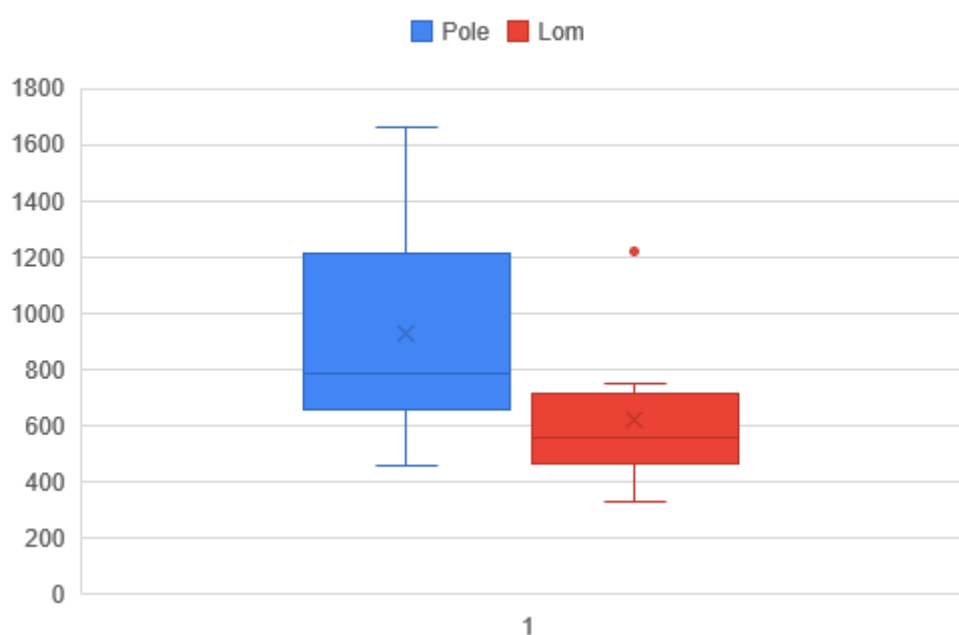
Dále byly hlístice fixovány v 3% formaldehydu a uskladněny až do mikroskopování. Před mikroskopováním byl formaldehyd ze vzorku promyt a mikroskopie probíhala pouze ve vodě. V každém vzorku se během mikroskopování nejdříve spočítal celkový počet hlístic a následně se vybralo 100 náhodných hlístic, u kterých byla určena potravní specializace a které byly rozřazeny do skupin dle Yeates a kol. (1993) a některé do čeledí dle Bongers (1994), což nám dalo poměr potravních specializací, který se následně uplatnil na celý vzorek. Posléze se tento poměr standardizoval na 100g vysušené půdy vzorku.

Rozdíly početnosti hlístic jednotlivých funkčních skupin mezi dvěma typy půd byly analyzovány jednosměrně pomocí analýzy variance (ANOVA) v programu Microsoft Excel a mnohorozměrnou statistickou metodou RDA (redundační analýza) v programu Canoco 5 (ter Braak & Šmilauer 2012).

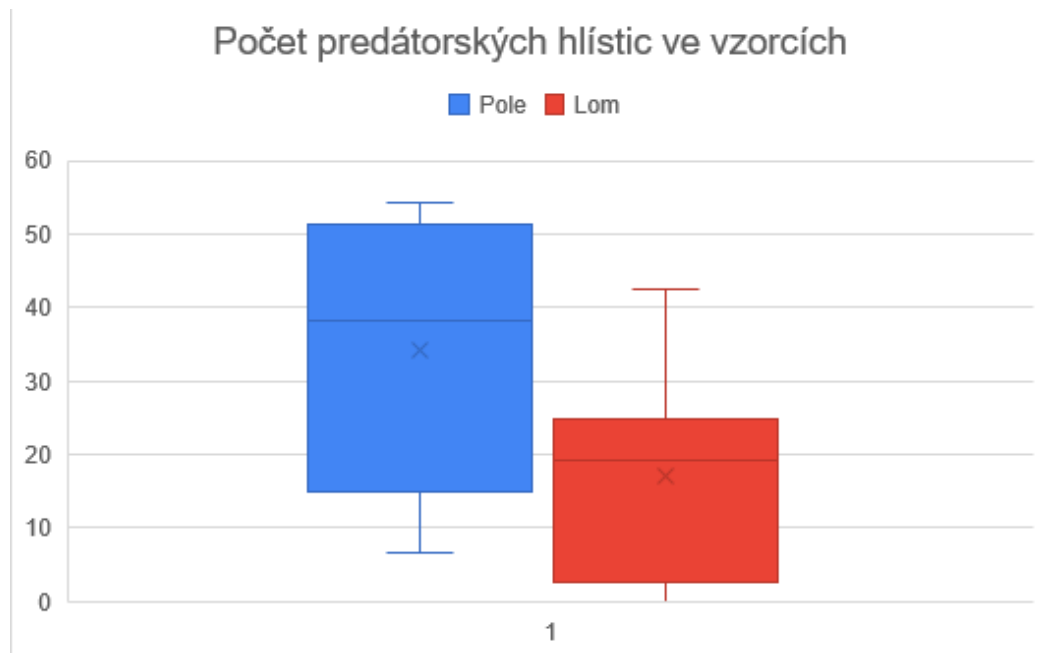
## Výsledky

Analýza variance ukázala, že typy půd se mezi sebou liší v celkových počtech hlístic, přičemž více hlístic se nacházelo v substrátu z pole ( $F_{1;18}=4,53$ ;  $p=0,047$ ; Obrázek 21). Počet hlístic v jednotlivých skupinách se ve většině případů mezi dvěma typy půdy nelišil ( $p \geq 0,12$ ), avšak analýza dle ANOVA ukázala statisticky průkazný rozdíl v počtech predátorů mezi oběma typy půd ( $F_{1;18}=4,41$ ;  $p=0,032$ , Obrázek 22).

Celkové počty hlístic ve vzorcích z pole a lomu



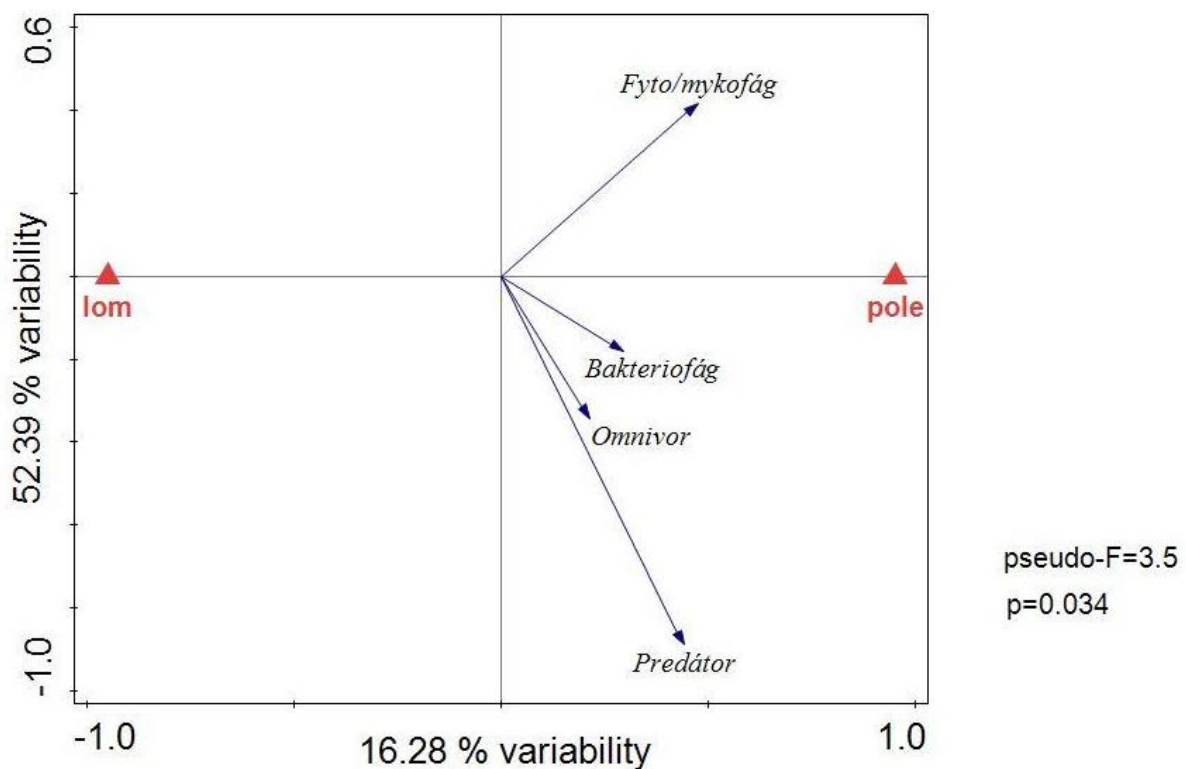
Obrázek 21 graf počtu hlístic



Obrázek 22 graf počtu predátorských hlístic ve vzorcích

Mnohorozměrná redundanční analýza (RDA) ukázala statisticky průkazné rozdíly ve společenstvech půdních hlístic mezi oběma typy půd (pseudo-F=3,5; p=0,034, Obrázek 23).

## Společenstva půdních hlístic ve dvou typech půd



Obrázek 23 graf společenstva půdních hlístic ve dvou typech půd

Graf na obrázku 23 zobrazuje počty hlístic jednotlivých potravních skupin v obou typech půd. Graf zobrazuje korelace v mnohorozměrném prostoru a lze jej interpretovat následovně: čím



menší úhel svírají jednotlivé proměnné mezi sebou nebo s hlavními osami grafu, tím těsněji jsou spolu korelované. Pokud šipka některé proměnné (bakteriofágové, predátoři apod.) míří ve směru trojúhelníčku označujícího jednotlivé typy půdy, tím více hlístic příslušné skupiny se v této půdě nachází v porovnání s alternativní půdou. Jak tedy lze vyčíst z mnohorozměrného grafu, více hlístic všech skupin se nacházelo v půdě z pole.

## Diskuse a závěr

Naše hypotéza byla částečně potvrzena. Ve vzorcích z ornice byly celkové počty hlístic větší, což naznačuje vyšší dostupnost zdrojů v této půdě a také její větší sukcesní stáří. Půda z lomu se měla možnost vyvíjet pouze po dobu dvanácti let, takže bude charakteristická nižším podílem organické hmoty a menší produktivitou rostlin v ní rostoucích, tedy i nižší dostupností potravních zdrojů pro hlístice. Dále si z mnohorozměrného grafu (obrázek 23) můžeme povšimnout malého úhlu mezi predátory a bakteriofágy (omnivory z této úvahy vynecháme kvůli nedostatku dat), což nám implikuje vztah mezi těmito potravními skupinami. Pravděpodobně se jedná o vztah kořist x predátor, jelikož bakteriofágové většinou bývají menší a jsou tedy snadnou kořistí.

## Zdroje

### Literatura

Bongers, T. (1994). *De Nematoden van Nederland*. KNNV Publishing.

Bongers, T. & Ferris, H. (1999) Nematode community structure as a bioindicator in environmental monitoring. *Trends in Ecology and Evolution*: 14, 224-228.

TerBraak, C. J. & Šmilauer, P. (2012). *Canoco reference manual and user's guide: software for ordination, version 5.0*.

Yeates, G. W., Bongers, T., de Goede, R. G. M., Freckman, D. W. & Georgieva, S. S. (1993). Feeding habits in soil nematode families and genera – an outline for soil ecologists. *Journal of Nematology* 25: 315–331.

<http://nemaplex.ucdavis.edu/Uppermnus/topmnu.htm>

Základy ekologie půdy, Skriptum, Hana Šantrůčková (2014), Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Wall, J. W., Skene, K. R. & Neilson, R. (2002) Nematode community and trophic structure along a sand dune succession. *Biology and Fertility of Soils* 35: 293–301.

Wall, J. W., Skene, K. R. & Neilson, R. (2002) Nematode community and trophic structure along a sand dune succession. *Biology and Fertility of Soils* 35: 293–301.

### Obrázky

#### Obrázek 1:

Horák P. a Scholz T. (1998): *Biologie helmintů*. 1. vyd., Karolinum, Praha, Česká republika, 140 stran.

Obrázek 2, 9, 12: <https://eorganic.org/node/4495>

Obrázek 3, 16: <http://nemaplex.ucdavis.edu/General/Anatomy/digestive.htm>

Obrázek 4: [https://entnemdept.ufl.edu/creatures/nematode/citrus\\_nematode.htm](https://entnemdept.ufl.edu/creatures/nematode/citrus_nematode.htm), Photograph by Nicholas S. Sekora, University of Florida.

Obrázek 5: [Family Tylenchidae \(Nematoda\): an overview and perspectives | Semantic Scholar](#), Qing, Xue and Wim Bert. “Family Tylenchidae (Nematoda): an overview and perspectives.” *Organisms Diversity & Evolution* (2019): 1-18.

Obrázek 6: [spiral nematodes, Helicotylenchus spp. \(Tylenchida: Hoplolaimidae\) - 5440550 \(forestryimages.org\)](#), photographer: Jonathan D. Eisenback

Obrázek 7: <https://www.forestryimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=5440639>, photographer: Jonathan D. Eisenback

Obrázek 8: [Paratylenchus Canada.pdf \(csic.es\)](#), Munawar, M.; Yevtushenko, D.P.; Palomares-Rius, J.E.; Castillo, P. Species Diversity of Pin Nematodes (*Paratylenchus* spp.) from Potato Growing Regions of Southern Alberta, Canada. *Plants* 2021, 10, 188. <https://doi.org/10.3390/plants10020188>

Obrázek 10, 11: [Aphelenchoides sp. - WUR](#), Picture: Hanny van Megen

Obrázek 13: [Isolation of C. elegans and related nematodes \(wormbook.org\)](#), Eisenmann, D. M., Wnt signaling (June 25, 2005), WormBook, ed. The *C. elegans* Research Community, WormBook, doi/10.1895/wormbook.1.7.1, <http://www.wormbook.org>.

Obrázek 14, 17, 19: Vlastní výroba

Obrázek 15: [Comparative and experimental embryogenesis of Plectidae \(Nematoda\) | SpringerLink](#), Lahl, V., Halama, C. & Schierenberg, E. Comparative and experimental embryogenesis of Plectidae (Nematoda). *Dev Genes Evol* 213, 18–27 (2003). <https://doi.org/10.1007/s00427-002-0289-1>

Obrázek 18: [New record of Coomansus venezolanus \(Loof, 1964\) Jairajpuri & Khan, 1977 \(Mononchida: Mononchidae\) for Vietnam with first description of a male | Semantic Scholar](#), Tâm, Vũ Thị Thanh. “New record of *Coomansus venezolanus* (Loof, 1964) Jairajpuri & Khan, 1977 (Mononchida: Mononchidae) for Vietnam with first description of a male.” (2016).

Obrázek 20: [Materials and Methods \(apsnet.org\)](#)

Obrázek 21. 22, 23: grafy