

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra zoologie a rybářství



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

Výskyt metacestod tasemnic u meziphostitelů na území ČR

Diplomová práce

Bc. Petra Muzikantová

Zájmové chovy zvířat

Prof. Ing. Iva Langrová, CSc.

© 2024 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci Výskyt metacestod tasemnic u mezihostitelů na území ČR 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 neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 19.4.2024

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Prof. Ing. Ivě Langrové, CSc. za odborné vedení, cenné rady a drahocenný čas. Dále bych také ráda poděkovala Ing. Zuzaně Čadkové, Ph.D., DiS za vedení a zaškolení v terénu, odborné rady, ale i lidskost, která mě vyvedla z temných časů psaní. Mé poděkování samozřejmě patří i mé rodině za pochopení a zázemí. V neposlední řadě děkuji mému synovi Františkovi, že občas i spal a já mohla psát.

Výskyt metacestod tasemnic u meziphostitelů na území ČR

Souhrn

Tato práce byla zaměřena na problematiku výskytu metacestod u meziphostitelů na území České republiky. V první části jsou na základě nejnovějších poznatků shrnuty znalosti o vybraných meziphostitelích (*Apodemus sylvaticus*, *Apodemus flavicollis*, *Microtus arvalis* a *Clethrionomys glareolus*), a to o jejich výskytu, biologii a parazitaci. Dále je zde popsána čeleď Taeniidae se speciálním zaměřením na její nejnovější taxonomii. Vybrané druhy zástupců Taeniidae, přesněji *Hydatigera kamiyai*, *Versteria mustelae* a *Taenia martis* jsou v dalších kapitolách popsány dle nejaktuálnějších údajů.

Hlodavci byli odchytáváni v letech 2021 a 2022, pokaždé ve čtyřech termínech, pomocí konvenčních sklapovacích pastí na území Karlovarského kraje v okrese Sokolov. Následně u nich byla provedena pitva se zaměřením na játra a při detekci cyst byly odebrány vzorky, které byly následně podrobeny molekulární analýze pomocí PCR.

Tato práce prokázala výskyt larválních stadií *Hydatigera kamiyai*, *Versteria mustelae* a *Taenia martis* na našem území. U *Hydatigera kamiyai* a *Versteria mustelae* se jedná o první zaznamenaný výskyt na našem území.

Klíčová slova: *Taenia martis*, *Versteria mustelae*, *Hydatigera kamiyai*, Taeniidae, meziphostitelé

Occurrence of tapeworm metacestodes in intermediate hosts in the Czech Republic

Summary

This work was focused on the issue of the occurrence of metacestodes in intermediate hosts in the Czech Republic. The first part summarizes the knowledge about selected intermediate hosts (*Apodemus sylvaticus*, *Apodemus flavicollis*, *Microtus arvalis* and *Clethrionomys glareolus*), namely their occurrence, biology and parasitism, based on the latest knowledge. In addition, the family Taeniidae is described with a special focus on its recent taxonomy. Selected species of Taeniidae representatives, more specifically *Hydatigera kamiyai*, *Versteria mustelae* and *Taenia martis*, are described in the following chapters according to the most recent data.

Rodents were trapped in 2021 and 2022, on four dates each time, using conventional scraper traps in the territory of the Karlovarský region in the district of Sokolov. Subsequently, they were necropsied with a focus on the liver and, when cysts were detected, samples were taken and subsequently subjected to molecular analysis by PCR.

This work demonstrated the occurrence of larval stages of *Hydatigera kamiyai*, *Versteria mustelae* and *Taenia martis* in our territory. *Hydatigera kamiyai* and *Versteria mustelae* are the first recorded occurrences in our territory.

Keywords: *Taenia martis*, *Versteria mustelae*, *Hydatigera kamiyai*, Taeniidae, intermediate host

Obsah

1. Úvod	11
2. Vědecká hypotéza a cíle práce	12
3. Literární rešerše	13
3.1. Parazitický cyklus	13
3.2. Vybraní meziphostitelé	15
3.2.1 <i>Microtus arvalis</i>	15
3.2.1.1 Výskyt	16
3.2.1.2 Biologie druhu	17
3.2.1.3. Parazitace	18
3.2.2 <i>Apodemus sylvaticus</i>	19
3.2.2.1. Výskyt	20
3.2.2.2. Biologie druhu	21
3.2.2.3. Parazitace	21
3.2.3 <i>Apodemus flavicollis</i>	22
3.2.3.1. Výskyt	23
3.2.3.2 Biologie druhu	24
3.2.3.3 Parazitace	25
3.2.4. <i>Clethrionomys glareolus</i>	26
3.2.4.1. Výskyt	27
3.2.4.2. Biologie druhu	28
3.2.4.3. Parazitace	29
3.3. Taeniidae	30
3.3.1. Taxonomie Taeniidae	30
3.3.2. Životní cyklus	33
3.3.3 Morfologie	34
3.4. Vybraní zástupci	36
3.4.1. <i>Hydatigera Kamiyai</i>	36
3.4.2. <i>Versteria mustelae</i>	39
3.4.3 <i>Taenia martis</i>	41
4. Metodika	45
4.1. Zpracování materiálu	46
4.2. Genomová analýza	48
5. Výsledky	49

6. Diskuze	52
7. Závěr.....	55
8. Literatura	56
10. Samostatné přílohy.....	I

1. Úvod

Tasemnice jsou parazitičtí ploštěnci patřící do třídy Cestoda, vyznačující se svými segmentovanými těly a složitými životními cykly zahrnujícími jak definitivní hostitele, tak meziphostitele. Tito parazité byli nalezeni u všech skupin obratlovců včetně člověka (Khalil et al., 1994). Definitivní hostitel je ten, ve kterém parazit pohlavně dospívá a produkuje vajíčka nebo larvy. Zatímco meziphostitel je nezbytný pro vývoj larválního stadia parazita, ten se zde vyvíjí do invazivního stadia pro definitivního nebo druhého (případně třetího) meziphostitele. Mnoho druhů tasemnic má meziphostitele dva (Roberts & Janovy 2005).

Hlodavci jsou považováni za významné meziphostitele a uvádí se, že jsou zodpovědní za přenos nejméně 60 zoonotických onemocnění (Taylor et al., 2008). Představují největší řád žijících malých savců, kdy obsahují téměř 2277 známých druhů patřících do 33 čeledí, což je zhruba 42 % celosvětové biologické rozmanitosti savců. Obývají téměř celý svět s výjimkou Antarktidy a některých ostrovů (Capizzi et al., 2014). Lidé a zvířata jsou ohroženi zoonotickými helminty přenášenými hlodavci, s tím, že dopad lidských aktivit, které narušují ekosystémy (např. fragmentace prostředí), ve kterých tyto hlodavci žijí, hraje důležitou roli v epidemiologii těchto nákaz (Yousefi et al., 2014).

Přestože je výskyt tasemnic u svých definitivních hostitelů na našem území hojně dokumentován, u meziphostitelů je situace jiná. Příkladem může být *Echinococcus multilocularis*, jehož prevalence u definitivních hostitelů (*Vulpes vulpes*) dosahuje až 62 %, ale nákaza u meziphostitele na našem území stále nebyla prokázána (Svobodová, 2014). Tato práce si proto klade za cíl zaznamenat a popsat výskyt metacestod u meziphostitelů na území České republiky.

2. Vědecká hypotéza a cíle práce

Cílem práce bylo dle nejnovějších literárních poznatků zpracovat literární rešerši a prokázat výskyt metacestod v játrech hlodavců figurujících jako mezihostitelé u Taeniidae na území České republiky.

Hypotéza: Hlodavci žijící na různých lokalitách ČR mají metacestody různých druhů tasemnic.

3. Literární rešerše

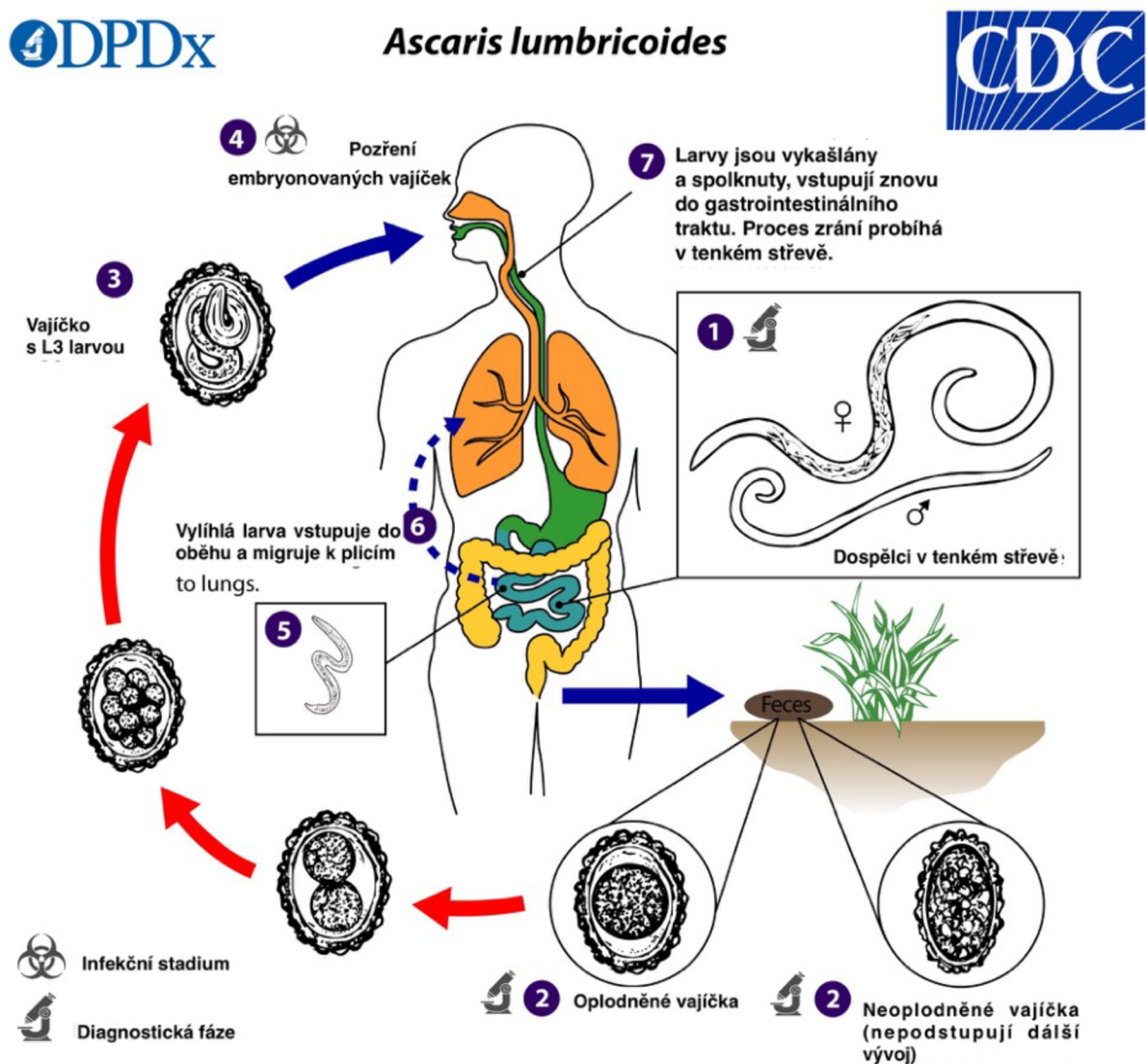
3.1. Parazitický cyklus

Paraziti jsou zaznamenáni ve všech obydlených oblastech Země, ale také v prostředích tvořenými volně žijícími organismy, kteří tyto oblasti obývají (Tinsley, 2005). I přesto, že lidé žijí ve společnosti parazitů po tisíciletí, jsou tito důležití hráči na poli ekosystémů často ignorováni pro svou malou velikost a tajemnou povahu. Důležitou součástí ekologie parazitů je objevování, identifikace a pojmenovávání nových druhů (Carlson et al., 2020; Claar et al., 2021). Dle Dobson et al., 2008 tvoří až 40 % všech živočišných druhů parazité. Poulin, 2011 odhaduje, že existuje více než 70 000 druhů ektoparazitů. A nedávná studie předpokládá, že 85-95 % helmintů obratlovců stále není známo (Carlson et al., 2020). Životní cykly parazitů bývá zpravidla těžké popsat, jelikož mnoho parazitů má během svého života více hostitelů, tudíž každý parazit musí být sledován ve všech hostitelích. Například pouze 1 % popsaných druhů motolic z Velkého bariérového útesu má plně popsané své životní cykly (Cribb et al., 2014; Huston et al., 2016).

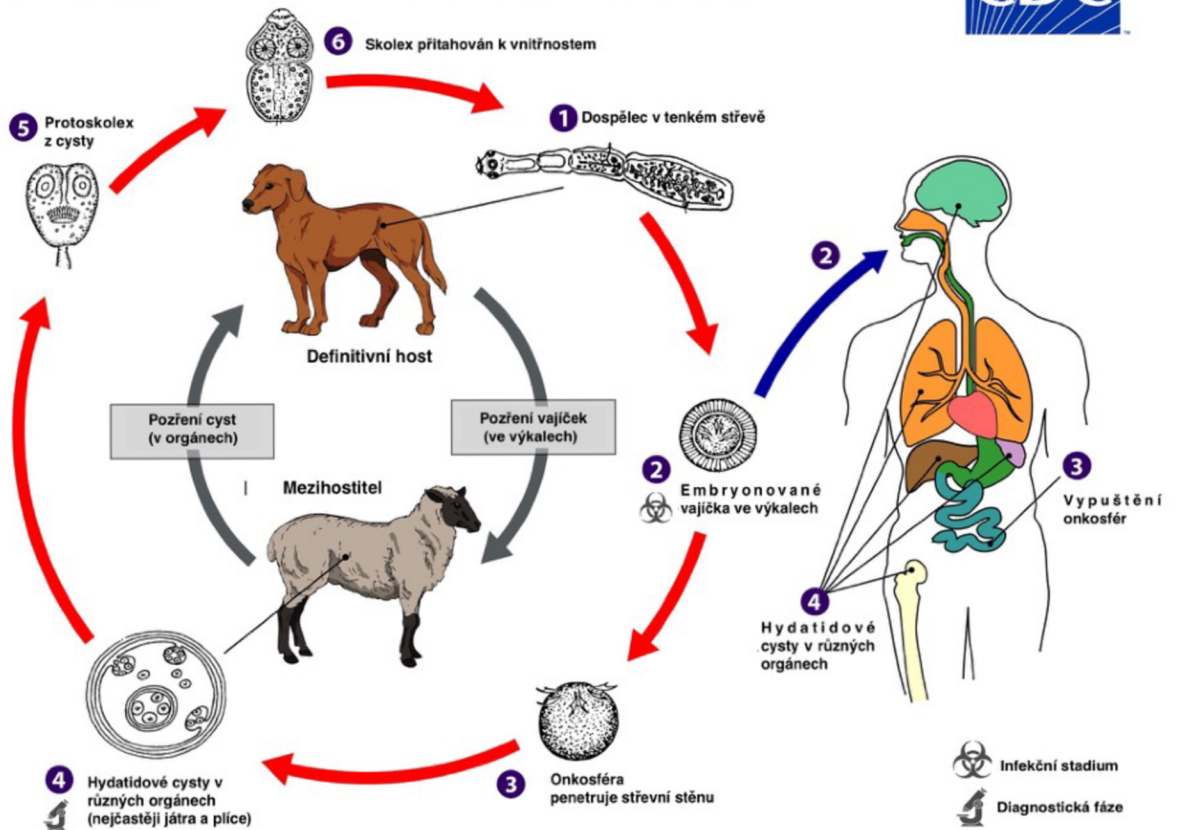
Helminti mají různé parazitické cykly. Zpravidla se dělí na dvě skupiny, a to na přímé životní cykly, kdy rostou, pohlavně dospívají a následně dochází k uvolnění vajíček pouze v jednom hostiteli. Dalším typem jsou složité (nepřímé) životní cykly, ve kterých se vyskytuje, kromě definitivního hostitele, i jeden nebo více mezihostitelů (Chubb et al., 2010). Hostiteli jsou vždy různé druhy, které jsou často zcela nepříbuzné (Claar et al., 2021). Tento složitý mechanismus života s sebou přináší i mnoho komplikací, jako je například riziko smrti bez rozmnožení, pokud první hostitel zemře nebo se neseťká s dalším hostitelem a parazit tak nestihne pohlavně dozrát. Helminti si ale vyvinuli několik obranných strategií, jako je například subletální využití mezihostitelů, nízká hostitelská specifita u některých stadií, manipulace hostitele pro zvýšení pravděpodobnosti přenosu a optimalizace času dozrávání (Benesh, 2011; Benesh et al., 2021a; Benesh et al., 2021b; Gemmill et al., 1999; Lee et al., 2020). Helminti jsou často přenášeni troficky, a to tak, že jeden hostitel je pozřen jiným. Parker et al., 2003 definoval pojem „downward incorporation”, neboli začlenění mezihostitele

z nižších pater trofické sítě, kdy je nepřímý životní cyklus vyvinut na základě začlenění kořisti současného hostitele jako mezihostitele.

Opačným způsobem je začlenění predátora současného hostitele (Benesh et al., 2021b). Klíčovou rolí mezihostitelů je usnadnění přenosu parazita k definitivnímu hostiteli, kdy mezihostitelé vyplňují trofické vakuum (Benesh et al., 2014). Druhy helmintů se složitými životními cykly, kteří využívají jako mezihostitele nebo paratenické hostitele drobné savce, přinášejí informace o přítomnosti definitivních hostitelů, zejména masožravců a dravců. Zatímco druhy s přímými cykly mohou poskytnout informace o podmínkách prostředí ve studované oblasti, protože přítomnost a životaschopnost určitých stadii parazita bude ovlivněna klimatologií a sezónní variabilitou (Sáez-Durán et al., 2021).



Obr. 1. Příklad přímého životního cyklu u *Ascaris lumbricoides*. Převzato a upraveno z cdc.gov



Obr. 2. Příklad nepřímého životního cyklu u *Echinococcus granulosus s. l.* Způsobujícího cystickou echinokokózu. Převzato a upraveno z cdc.gov

3.2. Vybraní mezihostitelé

3.2.1 *Microtus arvalis*

Říše: Animalia

Kmen: Chordata

Třída: Mammalia

Řád: Rodentia

Čeleď: Cricetidae

Rod: *Microtus*

Druh: *Microtus arvalis* (Pallas, 1778)

Převzato z biolib.cz

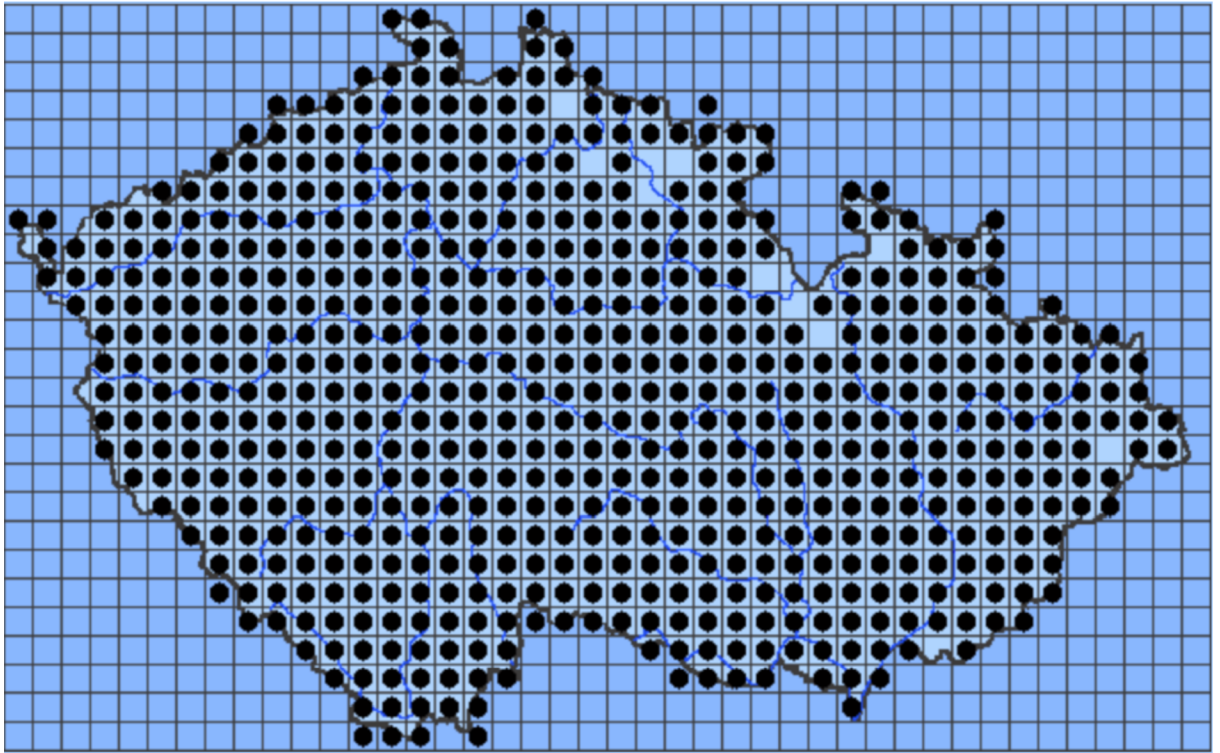
Hraboš polní se na základě rozdílnosti v mitochondriální DNA dělí na dvě podskupiny, a to *Microtus arvalis s.s.* a *Microtus obscurus*. Mezi lokalitami výskytu jednotlivých podskupin se vyskytují tzv. hybridní zóny, kde dochází k významné introgresi. Parametry a lokalizace jednotlivých hybridních zón jsou určeny na základě šíření původních populací z refugií po posledním zalednění (v Rusku - Valdai). V těchto zónách může docházet ke vzniku tzv. hybridů s karyotypem *M. obscurus* a mitochondriální DNA *M. arvalis*. Někteří autoři považují *M. obscurus* za samostatný druh. (Haynes et al., 2003; Lavrechenko et al., 2024; Mitchell-Jones et al., 1999).

M. arvalis je považován za eurytopní druh s širokou ekologickou valencí a funkcí, a to díky své nadzemní i podzemní aktivitě v rámci ekosystému. Navíc se jedná o významný modelový druh s reprezentativními populačními cykly. Hraboš polní je považován za nejběžnějšího býložravce lučních biotopů střední Evropy. Nejedná se o komenzální druh s lidmi, avšak je často spojován se zemědělskou půdou (Baláž, 2010; Mitchell-Jones et al., 1999; Zapletal et al., 1999) Dle UICN 2024-1 má status málo dotčeného druhu.

M. arvalis je významný článek potravní sítě zajišťující přenos energie přes trofické sítě, jelikož se jedná o primárního konzumenta (Martin, 2003).

3.2.1.1 Výskyt

V České republice je tento hlodavec považován za největšího škůdce v zemědělském průmyslu. Vyskytuje se primárně v nižších nadmořských výškách (201 - 600 m.n.m.) a v antropogenně ovlivněných nelesních biotopech, jako jsou například pastviny, vinice, sady, orná půda, příměstské a městské biotopy. Autochtonní a přirozené biotopy jsou zpravidla zasaženy pouze během epizod přemnožení. (Zapletal et al., 1999) Dle Kratochvíl & Pelikán, 1955 se tento druh může šířit i do lesních ekosystémů, avšak pouze tehdy, byl-li porušen ekologický charakter lesa (odlesňování, pastviny). V Evropě se hraboš polní vyskytuje od pobřeží Atlantického oceánu až po střední Sibiř (Haynes et al., 2003).



Obr. 3. Mapa rozšíření *Microtus arvalis* v České republice (Anděra M., 2024).

3.2.1.2 Biologie druhu

Somatické vlastnosti *M. arvalis* nejsou stálé a jsou značně vázány na geografickou polohu, fázi reprodukčního cyklu, počet jedinců či na sexuální aktivitu. Se zvyšující se nadmořskou výškou roste i váha dospělců ve všech ročních obdobích, vyjma zimy, kdy má váha naopak klesající charakter (omezená nabídka potravních zdrojů). Nejvyšší hustoty osídlení dosahuje tento druh na podzim, což má za následek i vyšší frekvenci setkávání jedinců a s tím spojený stres vedoucí k přímé redukci váhy. Stejně tak má negativní vliv na růst a spotřebu energie parazitace. Zdá se, že neexistuje zpětná vazba mezi hustotou populace a reprodukci. (Baláž, 2010; Briner et al., 2007; Devevey et al., 2008).

Jedinci *M. arvalis* dospívají velmi brzo a někteří se dokáží rozmnožit již během prvního roku života. Jedná se o mláďata narozená na jaře, která se pak dožívají pouhých 8 měsíců. Naopak mláďata narozená v létě a na podzim se začínají rozmnožovat až příští rok, a tedy se dožívají až 18 měsíců. Juvenilní hraboši se osamostatňují již ve třech týdnech a samice dospívají ve věku 4 až 6 týdnů. Samci jsou pohlavně aktivní dříve. Rozmnožování tohoto druhu trvá většinou od poloviny února do poloviny října. Může se však protáhnout až do pozdních měsíců v případě mírné zimy. Velmi časný začátek rozmnožovacího období

(konec ledna) vede k prudkému nárůstu populační hustoty a její pestré skladbě, což je považováno za předpoklad přemnožení populace (Baláž, 2010; Kratochvíl, 1959; Reichstein, 1960; Zejda, 2004). Délka reprodukčního období a velikost vrhu se u hraboše polního mění na základě klimatických podmínek, kdy délka osciluje mezi 4 a 9 měsíci a průměrná velikost vrhu (počet embryí v děloze) byla stanovena na 5,42 embryí. Průměrná velikost vrhu u prvorodiček a ostatních samic byla shodná. Statisticky signifikantní je závislost velikosti vrhu na váze samice (Baláž, 2010; Stanko, 1996).

Váha dospělého jedince se pohybuje mezi 17 a 50 g, délka těla mezi 80 a 127 cm. Délka ocasu může dosahovat až 48 mm, délka nohy až 18 mm a délka ucha 13 mm (Baláž, 2010).

3.2.1.3. Parazitace

M. Arvalis je druh účastnící se přenosu velké spousty původců zoonózních, kdy v některých případech může figurovat i jako primární hostitel (Stakheev et al., 2023). Byla u něj zaznamenána přítomnost 61 druhů helmintů. Specifickými parazity hraboše jsou háďátka *Heligmosomoides laevis*, *H. longispiculum* a *Syphacia microtus*, dále také tasemnice *Mathevotaenia dissymetrica*. Jako mezihostitel figuruje v životním cyklu tasemnic *Hydatigera taeniaeformis (kamyiai)*, *Taenia hydatigera*, *T. crassiceps*, *T. pisiformis*, *T. polyacantha*, *Versteria mustelae*, *Echinococcus multilocularis* a *Mesocestoides sp.* Pro larvy motolic *Alata alata* a *Conodiplostomum spathala* je hraboš polní paratenický hostitel (Kirillova et al., 2020).

Hraboši jsou přirozenými hostiteli endoparazitů, kteří se přenášejí na člověka orální cestou po požití infekčních vajíček vylučovaných konečnými hosteli, tj. liškami, kočkami a psy: *E. multilocularis*, *H. taeniaeformis*, *T. crassiceps* nebo *Toxora canis*. Také může dojít k infekci člověka pomocí uvolněných infekčních vajíček z jater uhynulých hrabošů: *Calodium hepaticum* nebo po pozření nedovařeného masa divočáků, kteří konzumovali hraboše: *Trichinella* (Führer et al., 2010).

Dalšími popsány druhy parazitujícími na *M. arvalis* jsou: Cestoda: *Aprostotandrya macrocephala*, *Rodentolepis straminea*, *Andrya bialowiezensis*, *Andrya sp.* *Aprostotandrya caucasia*, *Catenotaenia cricetorum*, *Catenotaenia pusilla*, *Cladotaenia sp.*, *Echinococcus granulosus*, *Hymenolepis horrida*, *Mesocestoides leptothylacus* (larvální stadium),

Mesocestoides lineatus (larvální stadium) *Paranoplocephala brevis*, *Paranoplocephala dentata*, *Paranoplocephala janicki* *Paranoplocephala omphalodes*, *Rodentolepis asymmetrica* *Rodentolepis straminea*, *Taenia mustelae* (larvální stadium), *Taenia temicollis*.
Nematoda: *Boreostrongylus minutus*, *Capillaria hepatica*, *Capillaria muris sylvatici*, *Eucoleus lemni*, *Heligmosomum azerbaijani*, *Heligmosomum borealis*, *Heligmosomum costellatum*, *Heligmosomum halli*, *Heligmosomum mixtum*, *Heligmosomum polygyrum*, *Heligmosomum skrjabini*, *Heligmosomum sp.*, *Heligmosomum turgidum*, *Mastophorus muris*, *Rhabditis orbitalis* (larvální stadium), *Syphacia montana* *Syphacia nigeriana*, *Syphacia obvelata*, *Syphacia sp.*, *Thominx sadovskajae*, *Trichinella spiralis*, *Trichinella sp.*, *Trichuris muris*, *Trichuris arvicolae* (Prokopič, 1970, Tinnin et al., 2011).

3.2.2 *Apodemus sylvaticus*

Říše: Animalia

Kmen: Chordata

Třída: Mammalia

Řád: Rodentia

Čeleď: Muridae

Rod: *Apodemus*

Druh: *Apodemus sylvaticus* (Linnaeus, 1758)

Převzato z biolib.cz

Apodemus sylvaticus neboli Myšice křovinná, ale také myšice lesní či myš lesní, je považována za jeden z nejintenzivněji studovaných druhů hlodavců v moderní historii, a to díky svému širokému rozšíření a také snadnému odchytu (Flowerdew, 1991). Jedná se o klíčový druh při výzkumech ekologie parazitů a mikrobiomů, ekoimunologie, sexuální selekce, behaviorální ekologie a evoluční biologie (Clerc et al., 2019; Knowles et al., 2013; Knowles & Raulo, 2023; Moore et al., 2002; Stopka & Macdonald, 2003).

A. sylvaticus se může sympatricky vyskytovat společně s *A. flavicollis* a *M. Glareolus*. I přesto, že při určitých podmínkách může způsobit svou konzumací semen škody na komerčních dřevinách, jako je například dub, není díky svým trofickým a stanovištním nárokům považován za významného škůdce lesních hospodářství, jako již zmíněné dva druhy

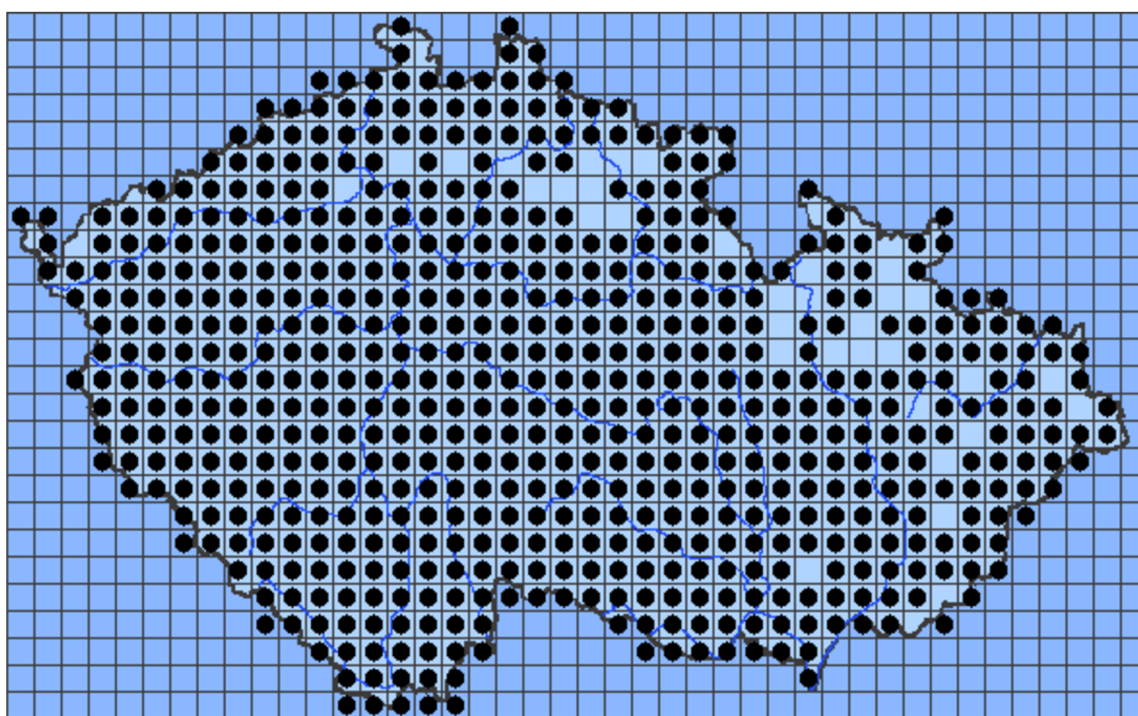
(Suchomel, 2008). Dále se tato myšice živí endospermem obilovin a dvouděložných rostlin, kořenovým pletivem, ale také larvami či dospělci Coleoptera a larválními stadii Diptera a Lepidoptera (Green, 1979). Budují si rozsáhlé podzemní nory, ve kterých nejen spí, ale i uchovávají zásoby potravy (Jennings, 1975).

Dle IUCN 2024-1 se jedná o málo dotčený druh.

3.2.2.1. Výskyt

Myšice křovinná obývá širokou geografickou oblast pokrývající většinu Evropy i část severní Afriky, a to od hladiny moře až po 2 km n. m. (Knowles & Raulo, 2023).

Ekologická nika tohoto druhu pokrývá širokou škálu biotopů od lesů, polí, přes step až po skalnaté a horské prostředí (Massoud et al., 2021; Suchomel, 2008). Na podzim a v zimě se může zdržovat poblíž lidských obydlí (Yousefi et al., 2014). Dle Heroldové et al., 2007 byla populace *A. sylvaticus* dominantní v porostech jednoletých plodin, jako je zelenina, tabák, brambory a slunečnice, větrolamech, úhorech a vinicích. V České republice se jedná o jednoho z nejhojnějších zástupců drobných zemních savců (Anděra & Horáček, 2005).



Obr. 4. Mapa rozšíření *Apodemus sylvaticus* v České republice (Anděra M., 2024).

3.2.2.2. Biologie druhu

A. sylvaticus je téměř výhradně noční živočich, kdy v noci podniká primárně cesty za potravou (Jennings, 1975). Jejich domovské areály jsou malé a liší se ve velikosti. K překryvu těchto areálů dochází v závislosti na pohlaví a fázi rozmnožovacího období (Godsall et al., 2014). Pářící systém je značně promiskuitní. Výskyt polyandrie je pravděpodobně zapříčiněn dlouhým a nepředvídatelným estrickým cyklem samic, během kterého je samci nezvládnou střežit. Tento fenomén také zvyšuje alelickou diverzitu populace a zajišťuje relativní genetickou stabilitu během období početní abundance (Booth et al., 2007). Reprodukční cyklus začíná brzy na jaře (únor) a končí většinou v říjnu, ale může být prodloužen až do listopadu (Suchomel, 2008). Průměrná velikost vrhu se pohybuje kolem 5,6 jedinců (Pelikán, 1964; Suchomel, 2008). Březost trvá přibližně 3 týdny (Anděra & Horáček, 2005).

V populační dynamice tohoto druhu lze sledovat značnou fluktuaci, kdy nejvyšších populačních hustot dosahuje na začátku zimy a nejnižších na konci jara a začátku léta. Změny v hustotě jsou stejné u samců i samic (Green, 1979). Nedochozí však k pravidelnému přemnožování jako u zástupců hrabošovitých, ale k jednotlivým epizodám přemnožení může dojít v případě velké úrody žaludů, což ukazuje na závislost populace na semenných letech dřevin (Suchomel, 2008).

Myšice křovinná má srst světle rezavé až hnědé barvy, na břiše se prolíná špinavě bílá a šedivá srst. Na hrdle může mít malou protáhlou skvrnu žluté barvy. Váha tohoto druhu se pohybuje přibližně mezi 14 a 35 g a délka těla mezi 75 a 110 mm (Anděra & Horáček, 2005). Marsh et al., 2001 uvádí průměrnou váhu 20,42 g a Suchomel, 2008 až 28 g, při vysoké úrodě semen. Významnými rozpoznávacími znaky jsou velké ušní boltce a nápadné koráلكové oči (Anděra & Horáček, 2005).

3.2.2.3. Parazitace

Tato myšice je považována za relativně antropofilní rezervoár zoonotických patogenů (Borg et al., 2017). Dominantní skupinou helmintů u *A. sylvaticus* jsou Nematoda, kdy nejvyšší prevalenci vykazují paraziti *Heligmosomoides polygyrus* a *Syphacia stroma* (Lewis et al., 2023). Sáez-Durán et al., 2021, během svého výzkumu odhalili prevalenci Nematod u

A. sylvaticus dosahující 87,7 %, kdy až 50 % jedinců bylo nakaženo více než jedním druhem hlístů.

Dalšími popsány druhy Nematod jsou: *Trichuris muris*, *Eucoleus bacillatus*, *Aonchotheca annulosa*, *Aonchotheca murissylvatici*, *Angiostrongylus dujardini*, *Syphacia frederici*, *Aspiculuris tetraptera*, *Mastophorus muris*, *Capillaria annulosa*, *Capillaria muris-sylvatici*, *Capillaria bacillata*, *Capillaria gastrica*, *Rictularia proni* a *Eucoleus sp.*, *Syphacia frederici*. Popsaní zástupci Cestoda u *A. sylvaticus*: *Catenotaenia pusilla*, *Microsomacanthus crenata*, *Skryabinotaenia lobata*, *Taenia taeniaformis*/ *Hydatigera taeniaeformis*, *Taenia parva*, *Taenia martis*, *Pseudocatenotaenia matovi*, *Hymenolepis straminea*, *Hymenolepis diminuta*, *Hymenolepis sp.*, *Gallegoides arfaai*, *Cladotaenia globifera*, *Rodentolepis straminea*, *Mesocestoides sp.*. Do třídy Trematoda se řadí tyto objevené druhy: *Brachylaima recurva*, *Corrigia vitta*, *Plagiorchis sp.*, *Plagiorchis talassensis*, *Collyricloides massanae* (Behnke et al., 2021; Feliu et al., 1985; Lewis et al., 2023; Sáez-Durán et al., 2021; Yousefi et al., 2014).

3.2.3 *Apodemus flavicollis*

Říše: Animalia

Kmen: Chordata

Třída: Mammalia

Řád: Rodentia

Čeleď: Muridae

Rod: *Apodemus*

Druh: *Apodemus flavicollis* (Melchior, 1834)

Převzato z biolib.cz

Stejně jako *Apodemus sylvaticus* se *Apodemus flavicollis* řadí do podrodu *sylvaemus* (Jojic et al., 2014). I přes to, že tyto dva druhy sdílejí morfologické znaky, ekologické požadavky a poslední tři miliony let se vyvíjely pod podobným ekologickým tlakem, nejedná se pravděpodobně o sesterské druhy ve fylogenetickém smyslu (Michaux et al., 2004; Orlov et al., 1996). *A. sylvaticus* a *A. flavicollis* vykazují značné morfologické překrývání v barvě srsti a velikosti těla, proto je velmi těžké jejich rozlišení pouze na základě morfologie. Jako

spolehlivé metody rozlišení jsou doporučovány tyto: Q/C banding, proteinová elektroforéza, sekvenování mitochondriální oblasti cyt b, profily multilokusové DNA a mikrosatelitní analýza (Bugarski & Stanojević 2013; Makova et al., 2000; Orlov et al., 1996). Genetické analýzy jsou však poměrně drahé a nemusí být vhodné u projektů, kdy je zachyceno velké množství jedinců, proto Bartolommei et al., 2016 definoval metodu identifikace zástupce *Apodemus spp.* na základě tělesné váhy a velikosti zadní nohy. Úspěšnost této metody dosahovala v jeho výzkumu téměř 80 %. V severní Evropě je rozlišení těchto dvou druhů značně jednodušší než v Evropě jižní (Ursin, 1956).

Populace tohoto hlodavce je rozdělena do tří genetických linií oddělených nízkou mírou nukleotidové divergence. První je rozšířená od jihu Španělska po Švédsko a Ukrajinu na východě, druhá je omezena na Itálii a Balkán a třetí se vyskytuje na blízkém a středním východě. Ke vzniku těchto linií mohlo dojít díky izolaci populací do různých refugií během jedné z prvních dob ledových ve čtvrtohorách. V určitých oblastech svého výskytu se překrývají (Balkán) (Michaëux et al., 2004; Michaux et al., 2005).

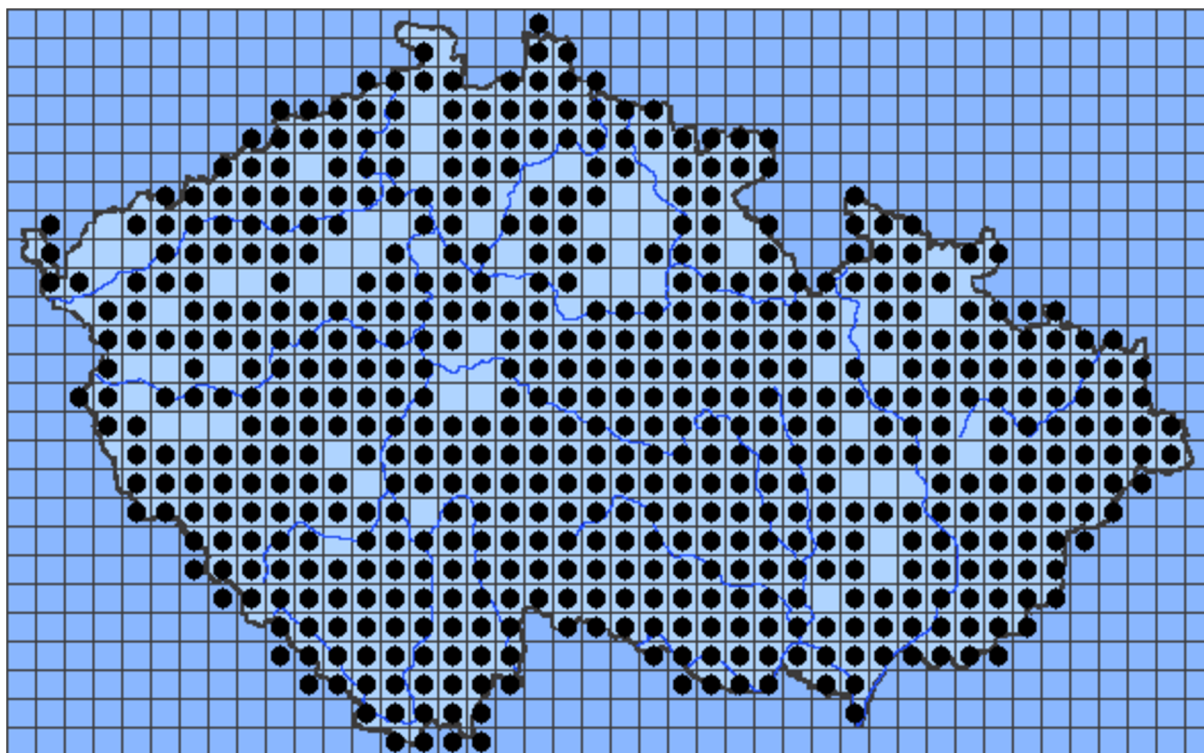
Myšice lesní se také často využívají jako biomonitory znečištění těžkými kovy, jako jsou Cd, Cu, Fe, a Zn, kdy se koncentrace těchto prvků měří v kostech, játrech a ledvinách (Martiniáková et al., 2010). Koncentrace daného prvku je prakticky přímo úměrná koncentraci v přijaté potravě (Pokarzhevskij, 1985).

Dle IUCN 2024-1 se jedná o málo dotčený druh.

3.2.3.1. Výskyt

Jedná se o typického zástupce evropské fauny hlodavců, kdy jeho hlavní část geografického rozšíření se nachází ve střední a východní Evropě, kde je omezen na zóny listnatých a smíšených lesů (Pucek et al, 1993, Zykov & Izvarin, 2020). Naopak výjimku ve výskytu tvoří některé oblasti Pyrenejského poloostrova, západní Francie, severní Belgie a Nizozemsko (Blanco, 1998; Mitchell-Jones et al., 1999). Hranice východního rozšíření myšice lesní se nachází na území Sverdlovské oblasti (Ural) (Izvarin et al., 2013). V horách se může vyskytovat i v porostech kosodřevin, avšak výskyt tohoto druhu v subalpínském a alpínském pásmu je značně sezónní (Anděra & Horáček, 2005; Zima et al. 1984). Dále může

také obývat ekotony, včetně lesních okrajů, polí, travnaté plochy a křovin (Gurnell 1985; Kuncová & Frynta, 2009).



Obr. 5. Mapa rozšíření *Apodemus flavicollis* v České republice (Anděra M., 2024).

3.2.3.2 Biologie druhu

Populace *A. flavicollis* je typická svou širokou flexibilitou v demografii a výběru stanovišť, a také vysokou adaptabilitou na podmínky prostředí (Douglas et al., 1992). Je také považován za dobrého lezce (Hoffmeyer, 1973). Dle Wojcik, 1993 je tento druh charakteristický sezónními výkyvy hustoty populace a nepravidelnými víceletými výkyvy v počtu jedinců. Stejně jako u *A. sylvaticus* i u tohoto hlodavce dochází k vícenásobnému otcovství, které zvyšuje genetickou variabilitu a zamezuje inbreedingu (Gryczynska-Siemiytkowska et al., 2008). Samice rodí zpravidla 2 až 3 krát ročně 4 až 7 mláďat s tím, že rozmnožovací období začíná velmi brzy a v únoru už lze spatřit březí samice (Anděra & Horáček, 2005).

Tato naše největší myšice má v juvenilním období světle šedohnědé zbarvení hřbetu a boků, které přechází do šedobílé spodní strany těla bez zřetelného ohraničení. V dospělosti dosahuje poměrně výrazného zbarvení, kdy ryšavě hnědá, někdy až kaštanová srst na hřbetu a bocích kontrastuje s téměř čistě bílým břichem. Na hrdle bývá velká žlutá skvrna, která se na vnitřní straně předních končetin napojuje na tmavší zbarvení boků. Má velké nápadné korálkově černé oči o průměru asi 5 mm a velké, lysé ušní boltce. Tělesná hmotnost se pohybuje mezi 18 až 45 g a délka těla mezi 91 a 123 mm. (Anděra & Horáček 2005).

Potrava *A. flavicollis* se skládá z plodů, semen, zelených částí rostlin, ale také živočišné složky, jako je hmyz a jeho larvy nebo drobní obratlovci (Ondříková et al., 2010; Zejda et al., 2002). Podstatnou část potravy představují semena *Fagus sylvatica* (Buk lesní), v zimním období si *A. flavicollis* vytváří až 4 kg zásoby, čímž významně ovlivňuje dynamiku lesních ekosystémů (rozšíření semen) (Pelikán et al., 1976).

3.2.3.3 Parazitace

Ondříková et al, 2010 během svého výzkumu na Slovensku odhalila v populaci *A. flavicollis* výskyt 9 druhů helmintů, z nichž 5 bylo tasemnic. Nejvyšší celkové prevalence dosahoval *Syphacia stroma* (Nematoda). Dalšími zástupci Nematod byli: *Aonchotheca annulosa*, *Heligmosomoides polygyrus*, *Mastophorus muris*. Ze zástupců třídy Cestoda byla nejvyšší prevalence popsána u *Hymenolepis diminuta*. Tento parazit může způsobit sporadické zoonotické infekce u člověka po náhodném pozření bezobratlého meziphostitele (Marangi et al. 2003). Dále byl zaznamenán výskyt *Meoscestoides* sp., *Rodentolepis straminea*, *Skrjabinotaenia lobata* a larválního stadia *Taenia taeniformis*/ *Hydatigera taeniaeformis* (larvální stadium). Ve Španělsku byla také popsána infekce těmito parazity: *Corrigia vitta* (Trematoda); *Trichuris muris*, *Calodium hepaticum* (nematoda) a larválním stadiem *Taenia parva* (Cestoda) (Debenedetti et al., 2016).

Dalšími popsány druhy jsou *Catenotaenia pusilla*, *Dilepis undula*, *Microsomacanthus murissylvatici*, *Taenia pisiformis* (larvální stadium), *Taenia crassiceps* (larvální stadium), *Taenia polyacantha* (larvální stadium), *Taenia tenuicollis* (larvální stadium), *Cladotaenia globifera* (larvální stadium), *Paranocephala dentata*, *Paranocephala*

omphalodes, *Aprostataandrya macrocephala*, *Catenotaenia pusilla*, *Catenotaenia cricetorum*, *Rodentolepis straminea*, *Rodentolepis fraterna*, *Rodentolepis asymmetrica*, *Dilepis undula*, *Aprostataandrya macrocephala*, *Skrjabinotaenia lobata*, *Variolepis crenata*, *Hymenolepis horrida* (Cestoda); *Aonchotheca murissylvatici*, *Syphacia frederici*, *Heligmosomum mixtum*, *Heligmosomum costellatum*, *Heligmosomum skrjabini*, *Heligmosomum polygyrum*, *Heligmosomum aberrans*, *Heligmosomum azerbaijani*, *Heligmosomoides laevis*, *Boreostrongylus minutus*, *Pelodera strongyloides*, *Aspiculuris tetraptera*, *Syphacia obvelata*, *Capillaria hepatica*, *Capillaria muris*, *Trichocephalus muris*, *Trichinella spiralis*, *Mastophorus muris*, *Rictularia proni*, *Thominx bacillata* (Nematoda); *Plagiorchis elegans*, *Plagiorchis arvicolae*, *Plagiorchis proximus*, *Brachylaemus musculi*, *Echinostoma coalitum* (Trematoda) (Hildebrand et al., 2004; Hildebrand & Zalesny, 2009; Klimpel et al., 2007; Tenora, 2004).

3.2.4. *Clethrionomys glareolus*

Třída: Mammalia

Řád: Rodentia

Čeleď: Cricetidae

Podčeleď: Arvicolinae

Rod: *Clethrionomys*

Druh: *Clethrionomys glareolus* (Schreber, 1780)

Převzato z biolib.cz

Norník rudý neboli *Clethrionomys glareolus* bývá také často označován jako *Myodes glareolus*, ikdyž dle některých autorů se jedná o chybné pojmenování (Kryštufek et al., 2020). Je známo, že v některých oblastech svého výskytu vykazuje cyklické změny své hustoty a naopak poměrně stabilní hustoty v jiných lokalitách (Stenseth, 1985). Cykly bývají zpravidla 3 až 4 leté (Krebs & Mayers, 1974). Suchomel, 2007 prokázal spojitost populačních cyklů se semennými roky dubů (*Quercus*) a také nárůst populace *C. glareolus* při nízké abudanci druhu *Apodemus flavicollis*, který může obsazovat stejné ekologické niky. Norník rudý je považován za všežravce a to jako jediný zástupce našich hrabošovitých, kdy jeho živočišnou část

jídelníčku tvoří různí členovci (Anděra & Horáček, 2005; Marchlewska-Koj & Kapusta, 2018).

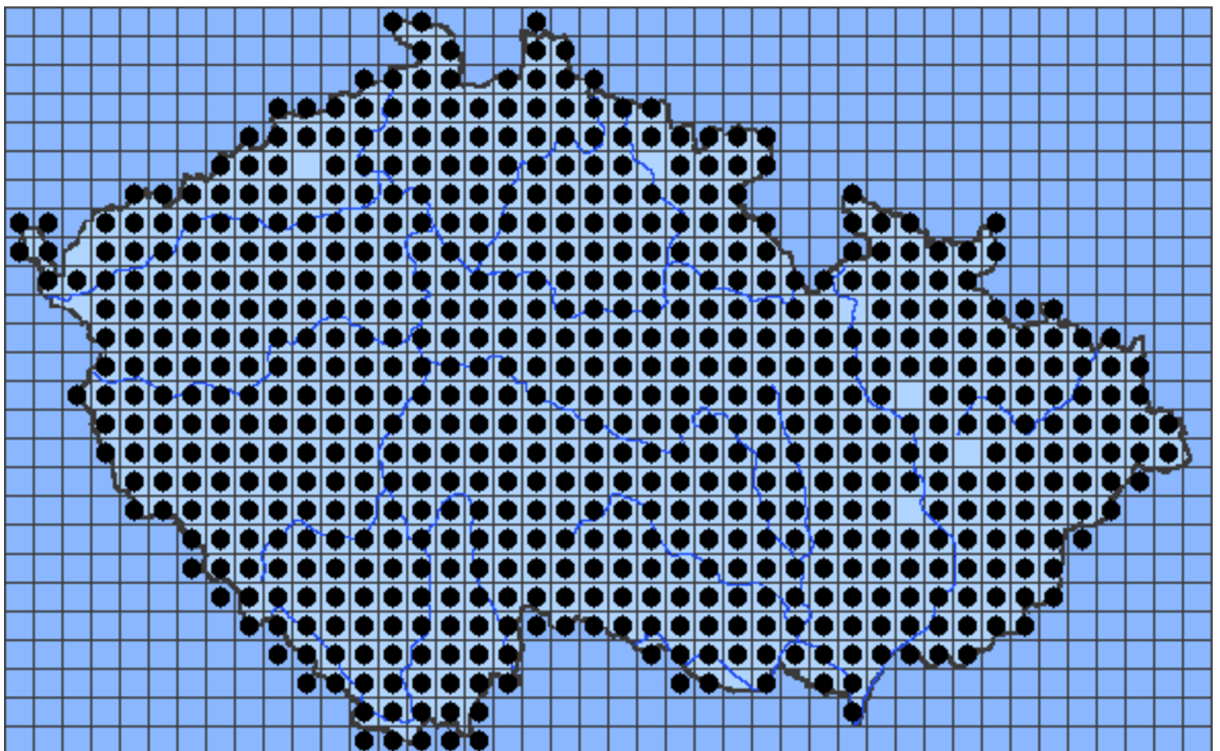
Dle Filipi et al., 2015 se populace norníka rudého dělí na základě mitochondriálního genomu na 8 linií, a to na Karpatskou, západní, východní, Španělskou, Italskou, Balkánskou, Kalábrijskou a Uralskou. *C. glareolus* na území České republiky se řadí do Karpatské linie.

C. glareolus je vhodným modelovým organismem pro studium dynamiky lesních biotopů, populační dynamiky, zdraví ekosystémů a také pro hodnocení vlivu narušování a hospodaření v lesích (Gorini et al., 2011; Lešo et al., 2016; Suchomel, 2007; Zhigalskii, 2012).

Dle IUCN 2024-1 se jedná o málo dotčený druh.

3.2.4.1. Výskyt

Jedná se o jeden z nejběžnějších druhů hlodavců v Evropě a Asii, kdy jeho rozšíření sahá od Středozemního moře po Skandinávii a od Velké Británie po Černé moře a dále až po jezero Bajkal (Horváth & Tóth, 2018; Marchlewska-Koj & Kapusta, 2018). V České republice se vyskytuje po celém území státu a jedná se o jediný druh norníka u nás (Anděra & Horáček, 2005).



Obr. 6 Mapa rozšíření *Clethrionomys glareolus* v České republice (Anděra M., 2024).

3.2.4.2. Biologie druhu

C. Glareolus je považován za eurytopní druh, ikdyž dle Mazurkiewicz, 1994 jde spíše o stanovištního specialistu preferujícího lesní porosty a vyhýbajícího se otevřeným biotopům. Obývat může také nory (Marchlewska-Koj & Kapusta, 2018; Torre & Arrizabalaga, 2008). Hustota populace norníků v mozaice lesních biotopů je spíše než na fytoocenologickém složení závislá na hustotě a distribuci úkrytových prvků (podrost, suť), které poskytují ochranu před predátory. Vyhýbání se otevřeným prostorům ovlivňuje průměrnou velikost domácího okrsku tak, že na stanovištích s podrostem rozmístěným ve shlucích je nižší než na plochách rovnoměrně pokrytých podrostem. Stejně tak je důležitá hustota podrostu pro založení reprodukčních teritorií samic, které se navzájem nepřekrývají s teritorií ostatních samic, což vede k tomu, že v oblastech s kontinuálním pokryvem se může na stejné ploše vyskytovat třikrát více sexuálně aktivních samic než na chudších stanovištích (Mazurkiewicz, 1994). Jak vyplývá z výše zmiňovaných informací jsou samice *C. glareolus* silně teritoriální. Naopak domovské okrsky samců se mohou překrývat s několika okrsky samic. Samice rodí jeden až tři vrhy ročně. Mláďata narozená v daném roce se neúčastní místní reprodukce (Marchlewska-Koj & Kapusta, 2018).

Bylo prokázáno, že *C. glareolus* může být považován za výjimku z Bergmannova pravidla, jelikož mají středomořské skupiny tendenci být větší než ty severní (Ledevin et al., 2010). Norník rudý je díky své červenohnědé srsti na hřbetu, našedlým bokům a světlému břichu snadno rozpoznatelný od ostatních druhů hlodavců. Stejně tak ho odlišují výrazné uši a také výrazně delší ocas, který tvoří téměř polovinu délky těla a je na špičce mírně huňatý. Kromě toho lze u norníků pozorovat při pitvě výrazné dentální charakteristiky, jako jsou stoličky s ukončeným růstem lemované zaoblenými záhyby skloviny na třecí ploše (Lorvelec et al., 2019; Zejda et al., 2002). Hmotnost dospělého dosahuje až 36 g a délka těla 122 mm. Suchomel, 2007 během svého výzkumu naměřil průměrné hodnoty 21,36 respektive 20,2 g a 90,7 mm. Délka chodidla se pohybuje mezi 15,4 až 20,5 mm (Anděra & Horáček, 2005).

3.2.4.3. Parazitace

Kathemerální (denní i noční) aktivita a populační hustota populace *C. Glareolus* z něj činní snadnou kořist pro dravé ptáky a masožravé savce, čímž je umožněna nákaza predátorů parazity, pro které normík figuruje jako mezihostitel. Stejně tak může normík rudý přenášet parazity nebezpečné pro lidi, kdy přenos může proběhnout prostřednictvím koček (Mazeika et al., 2003). Bjelic- Cabrilo et al., v roce 2011 v Srbsku prokázal přítomnost následujících devíti druhů hlístic (Nematoda): *Capillaria murissylvatici*, *Trichocephalus muris*, *Heligmosomoides glareoli*, *H. polygirus*, *H. mixtum*, *Aspicularis tetraptera*, *Syphacia petrusewiczi*, *S. stroma* a *Rictularia proni*. Dále pět druhů tasemnic (Cestoda): *Catenotaenia henttoneni*, *Hymenolepis asymmetrica* a larvální stadia *Taenia martis*, *Taenia polyacantha* a *Mesocestoides lineatus*. Nejvyšší prevalence byla naměřená u *C. Henttoneni* (85,24 %).

V Polsku byli dále nalezeni tyto zástupci helmintů: *Mastophorus muris*, *Aspicularis tetraptera*, *Trichuris muris*, řadící se do Nematod a ze zástupců Cestoda: *Paranoplocephala omphalode*, *Anoplocephaloides dentata*, *Aonchotheca annulosa*, *Rodentolepis asymmetrica* a larvální stadia: *Taenia mustelae*, *Taenia martis*, *Taenia crassiceps*, *Cladotaenia globifera*, *Mesocestoides sp.* (Bajer et al., 2005; Barnard et al., 2003; Behnke et al., 2001; Behnke et al., 2008).

Haukisalmi & Henttonen, 1993 popsali kromě již zmíněných parazitů také výskyt *Paranoplocephala gracilis*, *P. Kalelai* a *Catenotaenia sp.* (Cestoda); *Capillaria sp.* (Nematoda).

Zástupce Trematoda vyskytující se u *C. Glareolus* během svého výzkumu popsal Ribas et al., 2009. Jedná se o tyto druhy: *Corrigia vitta* a *Mediogoniumus jourdanei*. Dále druhy řadící se do Cestoda: *Cladotaenia globifera* (larvální stadium) a *Taenia tenuicollis* a Nematoda: *Aonchotheca muris-sylvatici*, *Angiostrongylus dujardini* a *Trichuris arvicolae*.

3.3. Taeniidae

Říše: Animalia

Kmen: Platyhelminthes

Třída: Cestoda

Řád: Cyclophyllidea

Čeleď: Taeniidae

3.3.1. Taxonomie Taeniidae

Charakterizace rozmanitosti a taxonomických vztahů Taeniidních tasemnic byla historicky komplikovaná, ale přes to významná, a to kvůli jejich socioekonomickému dopadu na domácí hospodářská zvířata a lidské zdraví (Lavikainen et al. 2008). Do nedávné doby se do čeledi Taeniidae řadily pouze dva rody, a to *Taenia* a *Echinococcus*. Nakao et al., 2013 navrhli změnu v taxonomii a zavedli nový rod *Versteria*, do kterého byl přesunut druh *Taenia mustelae* a přejmenován na *Versteria mustelae*. Dále vzkřísili rod *Hydatigera* a zařadili do něj *Taenia taeniaeformis*, *Taenia parva* a *Taenia krepkogorski*. Nově vzniklý rod *Hydatigera kamiyai* se tedy přiřadil k *Hydatigera taeniaeformis*, *Hydatigera parva* a *Hydatigera krepkogorski* (Miljević et al., 2023, Nakao et al., 2013, Lavikainen et al. 2016).

Validní druhy <i>Taenia</i> s.s.		
Druh	Distribuce	Mezihostitelé
<i>Taenia acinomyxi</i>	Afrotropická	Felidae - ?
<i>Taenia arctos</i>	Holarctická	Ursidae - Cervidae
<i>Taenia asiatica</i>	Východní Asie, Indočína	Člověk - Suidae
<i>Taenia crassiceps</i>	Holarktická	Canidae - Rodentia
<i>Taenia crocutae</i>	Afrotropická	Hyaenidae - Bovidae
<i>Taenia dinniki</i>	Afrotropická	Hyaenidae - ?
<i>Taenia endotheracicus</i>	Palearktická	Canidae - Rodentia
<i>Taenia gonyamai</i>	Afrotropická	Felidae - Bovidae
<i>Taenia hyaenae</i>	Afrotropická	Hyaenidae - Bovidae
<i>Taenia hydatigena</i>	Kosmopolitní	Canidae - Bovidae
<i>Taenia ingwei</i>	Afrotropická	Felidae - ?

Validní druhy <i>Taenia</i> s.s.		
<i>Taenia intermedia</i>	Holartická	Mustelidae - Rodentia
<i>Taenia jaipurensis</i>	Indie	Felidae - ?
<i>Taenia kotlani</i>	Mongólie	Felidae - Bovidae
<i>Taenia krabbei</i>	Holartická	Canidae - Cervidae
<i>Taenia laticollis</i>	Holartická	Felidae - Lagomorpha
<i>Taenia macrocystis</i>	Holartická	Felidae - Lagomorpha
<i>Taenia madoquae</i>	Afrotropická	Canidae - Bovidae
<i>Taenia martis</i>	Paleartická	Mustelidae - Rodentia
<i>Taenia multiceps</i>	Kosmopolitní	Canidae - Bovidae
<i>Taenia olngojinei</i>	Afrotropická	Hyaenidae - Bovidae
<i>Taenia omissa</i>	Nearktická, Neotropická	Felidae - Cervidae
<i>Taenia ovis</i>	Kosmopolitní	Canidae - Bovidae
<i>Taenia parenchymatosa</i>	Paleartická	Canidae - Cervidae
<i>Taenia pencei</i>	Nearktická	Procyonidae - Rodentia
<i>Taenia pisiformis</i>	Kosmopolitní	Canidae - Lagomorpha
<i>Taenia polycantha polycantha</i>	Paleartická	Canidae - Rodentia
<i>Taenia polycantha arctica</i>	Holartická	Canidae - Rodentia
<i>Taenia pseudolaticollis</i>	Nearktická	Felidae - ?
<i>Taenia regis</i>	Afrotropická	Felidae - Bovidae
<i>Taenia retracta</i>	Mongólie	Canidae - Lagomorpha
<i>Taenia rileyi</i>	Nearktická	Felidae - Rodentia
<i>Taenia saginata</i>	Kosmopolitní	Člověk - Bovidae
<i>Taenia saigoni</i>	Indočína	? - Primates
<i>Taenia selousi</i>	Afrotropická	Felidae - Rodentia
<i>Taenia serialis serialis</i>	Kosmopolitní	Canidae - Lagomorpha
<i>Taenia serialis brauni</i>	Afrotropická	Canidae - Rodentia
<i>Taenia simbae</i>	Afrotropická	Felidae - Bovidae
<i>Taenia solium</i>	Kosmopolitní	Člověk - Suidae
<i>Taenia taliceii</i>	Neotropická	Canidae (experimentálně) - Rodentia

Validní druhy <i>Taenia s.s.</i>		
<i>Taenia taxidiensis</i>	Nearktická	Mustelidae - Rodentia
<i>Taenia twitchelli</i>	Holartická	Mustelidae - Rodentia

Tab.1. Validní druhy *Taenia s.s.* (převzato a upraveno z Lavikainen, 2014).

Validní druhy <i>Echinococcus sp.</i>		
Druh	Distribuce	Mezihostitelé
<i>Echinococcus granulosus</i>	Kosmopolitní	Canidae - Bovidae
<i>Echinococcus equinus</i>	Kosmopolitní	Canidae - Equidae
<i>Echinococcus ortleppi</i>	Kosmopolitní	Canidae -
<i>Echinococcus canadensis</i>	Holartická	Canidae - Cervidae
<i>Echinococcus intermedius</i>	Kosmopolitní	Canidae - Camelidae
<i>Echinococcus felidis</i>	Afrotropická	Felidae -
<i>Echinococcus multilocularis</i>	Paleartická	Felidae/ Canidae - Rodentia
<i>Echinococcus shiquicus</i>	Tibet	Canidae - Rodentia
<i>Echinococcus vogeli</i>	Neotropická	Canidae - Rodentia
<i>Echinococcus oligarthra</i>	Čína	Felidae - Rodentia

Tab.2. Validní druhy *Echinococcus* (převzato a upraveno z Thompson, 2020).

Validní druhy <i>Versteria sp.</i>		
Druh	Distribuce	Mezihostitelé
<i>Versteria mustelae</i>	Paleartická (Holoartická?)	Mustelidae - Rodentia
<i>Versteria brachyacantha</i>	Afrotropická	Mustelidae - Rodentia
<i>Versteria rafei</i>	Kanada	Mustelidae - Rodentia
<i>Versteria cuja</i>	Argentina	Mustelidae - Rodentia

Tab.3. Validní druhy *Versteria sp.* (převzato a upraveno z Bagnato et al., 2022; Lavikainen, 2014; Shanebeck et al., 2024).

Validní druhy <i>Hydatigera</i> sp.		
Druh	Distribuce	Mezihostitelé
<i>Hydatigera taeniaeformis</i>	Kosmopolitní	Felidae - Rodentia
<i>Hydatigera kamyjai</i>	Palearktická	Felidae - Rodentia
<i>Hydatigera parva</i>	Jihozápadní a centrální Asie	Viverridae - Rodentia
<i>Hydatigera krepkogorski</i>	Středozevní, Afrotropická	Felidae - Rodentia

Tab.4. Validní druhy *Hydatigera* sp. (převzato a upraveno z Lavikainen, 2014; Miljević et al., 2023).

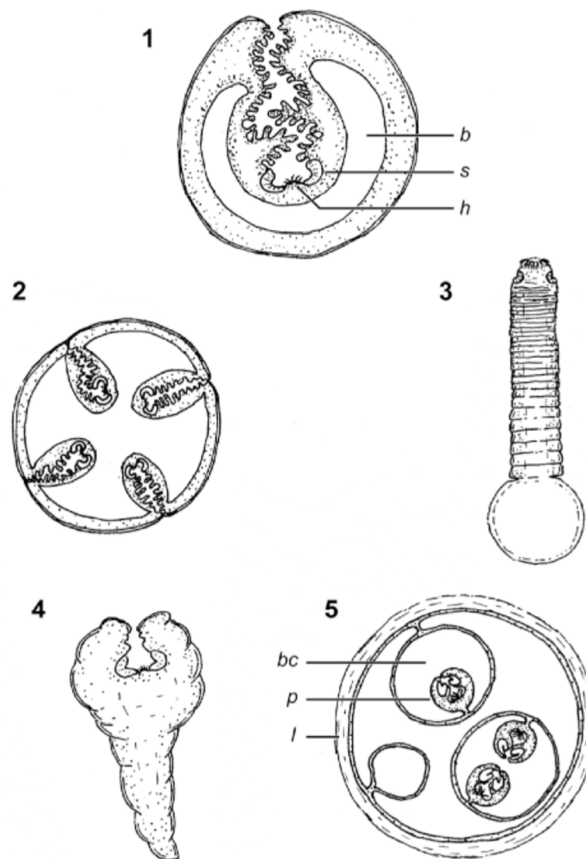
3.3.2. Životní cyklus

Životní cyklus zástupců čeledi Taeniidae je dvouhostitelský s tím, že oba hostitelé jsou savci, čímž jsou jedineční v rámci Cestoda (Rausch, 1994). Každý druh má charakteristický cyklus udržovaný specifickou asociací predátor - kořist, kdy definitivní hostitel je masožravý, případně všežravý a mezihostitel je býložravý, případně všežravý (Loos-Frank, 2000). Jako definitivní hostitelé slouží rodu *Echinococcus* zástupci Canidae a Felidae (Thompson, 1995). Byly však zaznamenány jednotlivé případy využití *Crocuta crocuta* (Hyanidae) a *Meles leucurus* (Mustelidae) jako definitivních hostitelů (Fu et al., 2023; Kagendo et al., 2014). U rodu *Taenia* je repertoár definitivních hostitelů rozmanitější. Primárními definitivními hostiteli jsou také kočkovité šelmy, ale několik druhů *Taenia spp.* parazituje také na lasicovitých (Mustelidae), hyenovitých (Hyaenidae), cibetkovitých (Viverridae) nebo medvídkovitých (Procyonidae) (Loos-Frank, 2000). Jedinými nemasožravými definitivními hostiteli *Taenia* jsou lidé, které parazitují tři hostitelsky specifické druhy a to: *Taenia saginata*, *Taenia asiatica* a *Taenia solium* (Hoberg, 2002). Člověk se *T. solium* může nakazit po pozření špatně tepelně upraveného masa, případně pozřením vajíček, kdy se v člověku uvolní onkosféry, které migrují do různých orgánů a tvoří zde cysticerky, čímž dochází ke vzniku cysticerkózy. Cysticerkóza může být generalizovaná svalová, podkožní, oční a nejfatálnější důsledky má cysticerkóza mozková. *T. asiatica* ani *T. saginata* nejsou schopné v člověku vyvolávat lidskou cysticerkózu (Volf et al., 2007). Škála mezihostitelů je u Taeniidae širší, než definitivních hostitelů a zpravidla se jedná o savce, nejčastěji Rodentia (Miljević et al., 2023). Jako mezihostitel, abnormální (aberantní) hostitel, může zástupcům rodu *Echinococcus* sloužit také člověk. *Echinococcus granulosus* způsobuje cystickou echinokokózu, kdy se v mezihostitel po pozření z vajíčka uvolní onkosféra, která dále proniká

do různých orgánů a mění se v hydatidu. Následně dochází k asexuálnímu množení, vzniku až tisíců protoskolexů a nárůstu velikosti. I přesto, že se většinou jedná o benigní onemocnění, může dojít k závažným komplikacím, a to hlavně po prasknutí hydatidy, kdy může nastat anafylaktický šok a diseminace infekce. Na území České republiky je tato infekce poměrně vzácná a zpravidla je k nám importována s imigranty z jižní a východní Evropy, severní Afriky, Středního Východu a Střední Asie (Deplazes et al. 2017; Stejskal, 2015; Volf et al., 2007). *Echinococcus multilocularis* způsobuje onemocnění zvané alveolární echinokokóza (AE), které je považováno za nejvíce patogenní zoonózu temperátní a arktické oblasti severní polokoule, kdy u neléčených případů dochází v 90-100 % k úmrtí (Kern et al., 2003; Kolářová et al., 2017). Stejně jako u *E. granulosus* dochází v meziphostiteli po pozření vajíčka k uvolnění hexakantů, kteří penetrují střevní sliznici a pronikají do krevního nebo lymfatického oběhu. V kapilárách a následně i ve tkáni cílového orgánu, nejčastěji v játrech, se larvy mění na metacestody, které pomalu rostou, prorůstají okolní tkáň a imitují nádorové bujení (Dán et al., 2018; Dezsényi et al., 2017). V letech 1998 až 2016 bylo zaznamenáno celkem 36 průkazných případů infekce parazitem *E. multilocularis* u člověka na území České republiky (Kolářová et al., 2017). Abnormální hostitelé mohou i přes to, že se v nich parazit nemůže správně vyvíjet a reprodukovat, poskytnout prostor pro adaptaci na nový životní cyklus a změnu hostitele, což je důležité pro speciaci a diverzifikaci parazitů (Hoberg, 2000; Emelianov, 2007).

3.3.3 Morfologie

Vajíčka Taeniidů se liší od ostatních zástupců Cestoda svým charakteristickým silným a pruhovaným embryoforem (Rausch, 1994). Po přenosu do meziphostitele dochází na různých vnitřních orgánech k rozvoji metacestod (Loos-Frank, 2000). Základní formou metacestody je cysticercus, měchýřkovitá larva s invaginovaným skolexem. Dalšími typy jsou: coenurus-polycefalický cysticercus, strobilocercus- segmentovaná metacestoda s dobře vyvinutým skolexem a terminálním měchýřkem, fimbriocercus- protáhlá larva s pevným tělem a echinococcus/hydatida- cystická nebo polycystická struktura obalená laminovanou vrstvou a produkující protoskolexy v plodových pouzdrech (Chervy, 2002). Podle příslušného typu metacestody jsou odvozené názvy infekcí způsobených larvami taeniidae, zejména u lidí a domácích zvířat (cysticercóza, coenuróza a hydatidóza) (Hoberg, 2002).



Obr. 7 Typy metacestod. 1) cysticerkus, b) měchýř, h) rostellum s háčky, s) přísavka; 2) coenurus; 3) strobilocercus; 4) fimbriocercus; 5) echinococcus/hydatida; bc) plodová kapsle; l) laminovaná vrstva; p) protoscolex (Lavikainen, 2014 dle Šlais (1973), Thompson (1995) and Chervy (2002)).

V tenkém střevu definitivních hostitelů se nachází adultní stadia Taeniidae, jejichž velikost se pohybuje od několika mm u nejmenšího druhu *Echinococcus* až po více než deset metrů u největšího druhu *Taenia*. Infekce vyvolaná těmito parazity se nazývá taenióza nebo echinokokóza/hydatitóza a je pro hostitele neškodná, způsobující jen lehký zánět ve střevě, i když se můžou přidružit různé komplikace (Abuladze, 1970; García et al., 2003; Thompson et al., 1995). Tělo adultního stadia je rozděleno na scolex (hlavičku) a segmentovanou stobilu, která je složená z mnoha proglotid, což jsou samostatné reprodukční jednotky. Za scolexem se nachází oblast krku, kde dochází ke generování nezralých proglotid, které vytlačují ty staré, pohlavně zralé, jenž jsou naplněny vajíčky a následně vypuštěny z posteriorního konce tasemnice. Rod *Echinococcus spp.* dosahuje maximálně sedmi proglotid. Scolex ukotvuje tasemnici ve střevní sliznici a to za pomoci čtyř přísavek a kuželovitého rostella s

chitinizovanými háčky. Počet háčků na rostellu je determinačním znakem mezi druhy (Abuladze, 1970; Rausch 1994; Volf et al., 2007).

Povrch těla tvoří tegument, na němž jsou mikrotrichy, které jsou vně kryty glykokalyxem. Tyto uhlovodíkové makromolekuly inhibují hostitelské trávicí enzymy produkované slinivkou břišní, absorbují kationty, žlučové soli a zlepšují aktivitu hostitelských amyláz. Pod tegumentem se nachází svalovina tvořená svalovými snopci, a to okružními a podélnými (Cheng 1986, Volf et al., 2007).

Párové ganglion, uložené ve skolexu, je spojené příčkou a tvoří centrum nervové soustavy. Nervové svazky vybíhají do všech článků i do přední části skolexu (Castro 1996).

Jako většina tasemnic jsou i zástupci Taeniidae hermafroditi. K pohlavnímu rozmnožování může dojít jak vlastním, tak zkříženým oplodněním. U rodu *Echinococcus* dochází hlavně k samooplození, což vede k expresi mutantů, rychlé speciaci a snadnému uchycení v nových hostitelích (Smyth & Smyth, 1969).

3.4. Vybraní zástupci

3.4.1. *Hydatigera Kamiyai*

Říše: Animalia

Kmen: Platyhelminthes

Třída: Cestoda

Řád: Cyclophyllidea

Čeleď: Taeniidae

Rod: *Hydatigera*

Druh: *Hydatigera kamiyai*

Do nedávné doby byl rod *Hydatigera* považován za synonymum rodu *Taenia* (Loos-Frank, 2000). V revizi čeledi Taeniidae bylo na základě analýzy jaderné a mitochondriální DNA podpořeno znovuzavedení rodu *Hydatigera*. *Hydatigera taeniaeformis s.l.* byla následně rozdělena na čtyři druhy a jedním z nich je *Hydatigera kamiyai*, jež se vyskytuje primárně ve střední Evropě a jako své mezihostitele využívá zástupce Arvicolinae (hraboše) a *Apodemus*, zatímco *Hydatigera taeniaeformis s.s.* infikuje zástupce Murinae (krysy a myši) v oblasti Asie (Alvi et al., 2023; Catalano et al., 2019; Lavikainen et al., 2016). Nedávný výzkum také poukázal na to, že Evropská populace *H. Kamiyai* tvoří heterogenní genetickou strukturu a

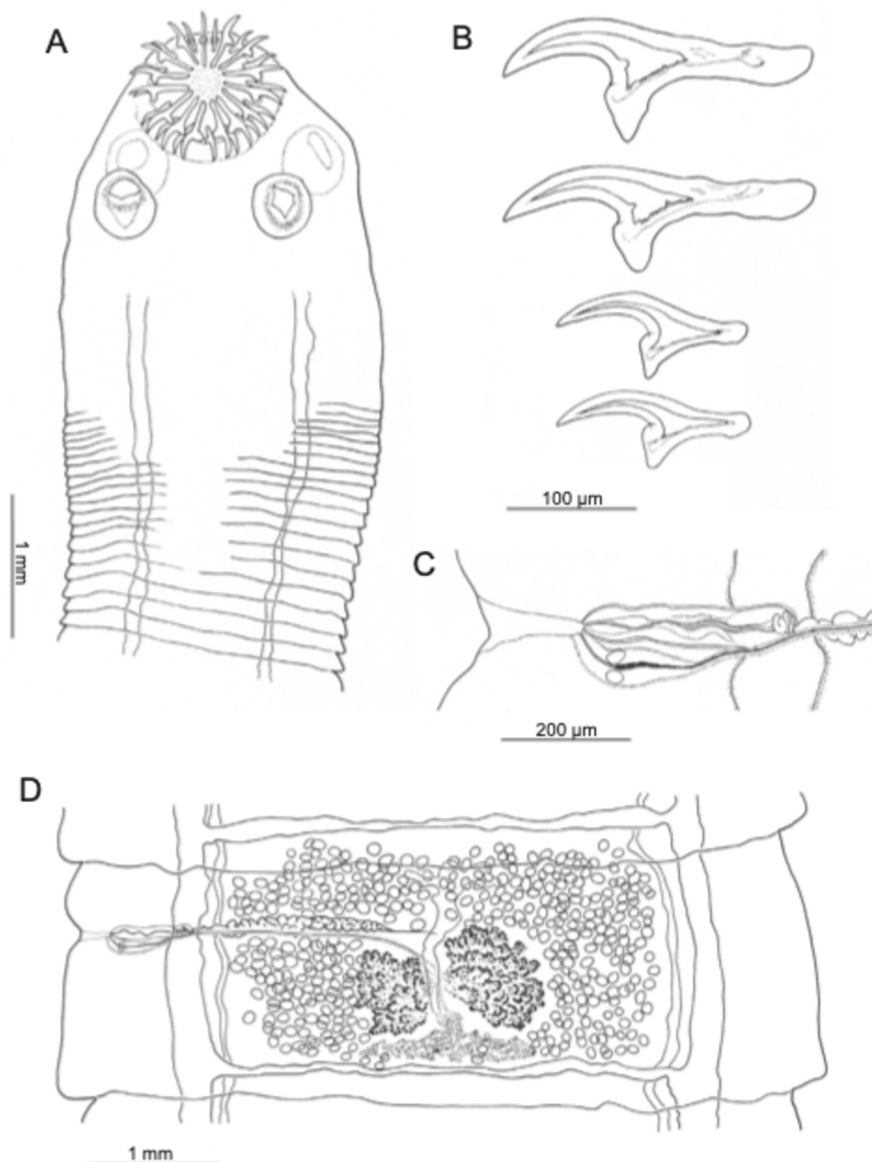
různé haplotypy jsou široce distribuovány po celém kontinentu. To by mohlo naznačovat dlouhotrvající a ničím nerušený výskyt tohoto všudypřítomného parazita. Všudypřítomnost a stabilní populaci také vykazuje nejdůležitější definitivní hostitel tohoto parazita, a to kočka domácí (*Felis silvestris f. catus*), čímž se dá vysvětlit poměrně stálá a značně vysoká míra frekvence infekcí ve střední Evropě (Martini et al., 2022). Prevalence *H. Kamiyai* byla v Lucembursku stanovena na 45,7 %, v Nizozemsku na 44,8 %, v jihozápadním Německu na 48,1 % a severním Německu na 42,3 % (Baumeister et al., 1997; Borgsteede et al., 2003; Loos-Frank et al., 1981; Martini et al., 2022). Miljević et al., 2023 ve svém výzkumu popsal první výskyt *H. kamiyai* na území Srbska s výskytem u *Apodemus flavicollis* a *Microtus arvalis*.

Mezi taeniidy jsou zástupci rodu *Hydatigera* charakterizováni velkými rostellárními háčky a zvláštní larvální formou: strobilocercus, což je metacestoda s výrazně segmentovanou strobilou (Lavikainen et al., 2016; Nakao et al., 2013). Celková délka tohoto parazita se pohybuje mezi 21,2 až 24,2 cm. Šířka se pohybuje mezi 5,9 až 6,8 mm a počet proglotid mezi 171 a 239 v závislosti na fázi vývoje. Zralé proglotidy jsou dlouhé 1,26–2,47 (1,69) mm a široké 5,53–6,22 (5,86) mm. Skolex je široký průměrně 1,96 mm. Průměr rostella je 731–910 (824) μm . Rostellární háčky jsou ve dvou řadách, kdy počet háčků osciluje mezi 30–40 a jejich délka je v průměru 426 μm u velkých, respektive 253 μm u malých háčků. Počet varlat se pohybuje mezi 316 až 529. Vaječníky jsou dvoulaločnaté s délkou 376–752 (560) μm a šířkou 1349–2034 (1728) μm . Vajíčka jsou kulovitá nebo subkulovitá a 27–34 μm dlouhá, 25–32 μm široká (Lavikainen et al., 2016; Loos-Frank, 2000).

Definitivní hostitele tohoto parazita tvoří primárně kočkovité šelmy (Felidae): *Felis silvestris catus*, *Lynx lynx*, *Eurasian lynx* a lasicovití (Mustelidae), kdy na území centrální Evropy je za nejdůležitějšího definitivního hostitele považována kočka domácí (*Felis silvestris f. catus*). Adultní stadia lze lokalizovat v tenkém střevu šelem (přední jejunum) (Lavikainen et al., 2016).

Metacestody, nacházející se primárně v játrech, ale také v hrudní dutině, na břišní stěně a mezenteriu, můžeme nalézt u těchto mezipřítomitelů: hraboš Strelcovův (*Alticola strelzowi*), myšice lesní (*Apodemus flavicollis*), myšice křovinná (*Apodemus sylvaticus*), myšice malooká (*Apodemus uralensis*), hryzec vodní (*Arvicola amphibius*), hraboš mokřadní (*Microtus agrestis*), hraboš hospodárny (*Microtus oeconomus*), myš domácí (*Mus musculus*),

norník šedavý (*Myodes rufocanus*), norník tajgový (*M. rutilus*) a ondatra pižmová (*Ondatra zibethicus*) (Lavikainen et al., 2016; Martini et al., 2022; Miljević et al., 2023). Miljević et al., 2023 popsal jako první výskyt tohoto parazita u hmyzožravce, přesněji u *Crocidura leucodon*. Štěrba & Baluš, 1976 dokonce popsali výskyt larválního stadia *H. Kamiyai* (v té době *Hydatigera taeniaeformis*) u člověka. Velmi častý je výskyt *H. kamiyai* v koinfekci s *Echinococcus multilocularis*, což může být zapříčiněno stejným způsobem infekce (náhodné pozření vajíček) (Martini et al., 2022).



Obr. 8 *Hydatigera kamiyai*: A) scolex, B) rostellární háčky, C) terminální genitální kanálky ve zralé proglottidě, D) zralý proglottid (Lavikainen et al., 2016).

3.4.2. *Versteria mustelae*

Říše: Animalia

Kmen: Platyhelminthes

Třída: Cestoda

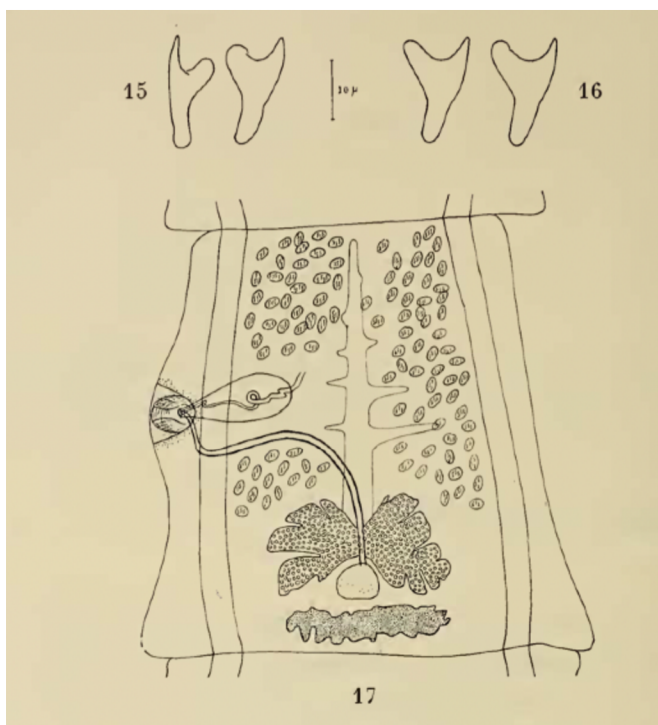
Řád: Cyclophyllidea

Čeleď: Taeniidae

Rod: *Versteria*

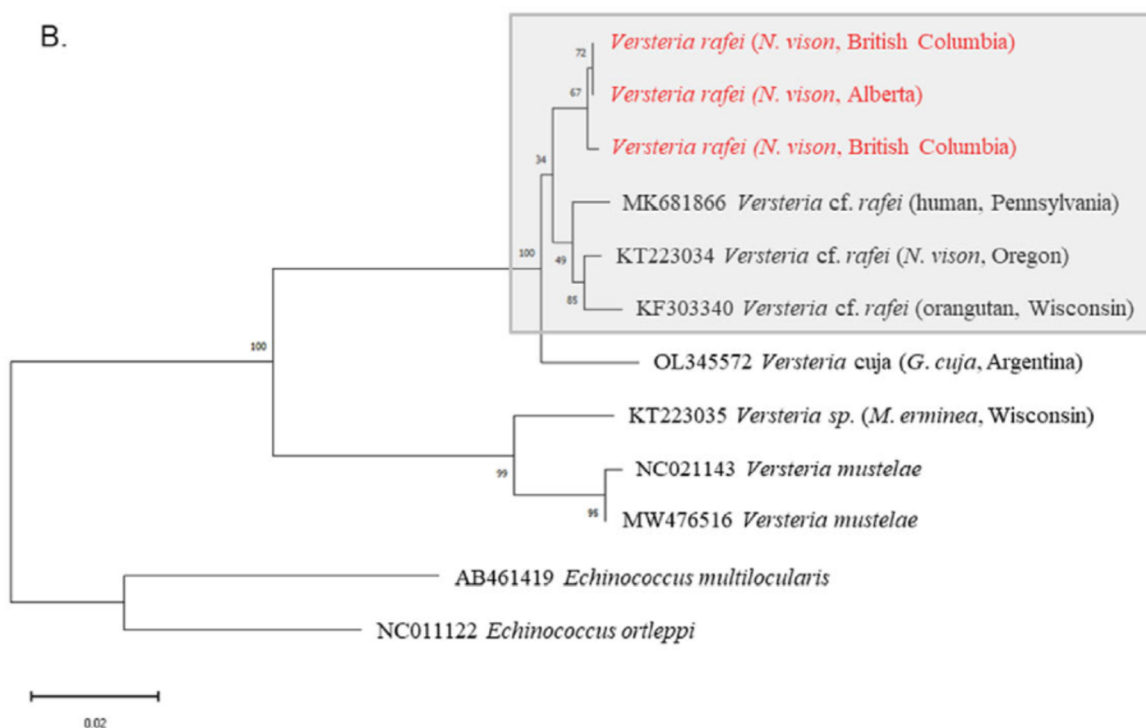
Druh: *Versteria mustelae*

Nakao et al. pojmenovali v roce 2013 nový rod *Versteria*, a to na základě morfologické a ekologické různorodosti *Taenia mustelae* (dříve užívaný název tohoto parazita) od *Taenia s.s.* a *Hydatigera* a jeho bližší příbuznosti k rodu *Echinococcus*. *Versteria mustelae* se od ostatních zástupců *Taenia* lišila po morfologické stránce hlavně velikostí rostellárních háček, které jsou opravdu miniaturní (cca 20 μm). Tato 10 cm dlouhá a 2 mm široká tasemnice, vyskytující se pouze na severní polokouli, se také vyznačuje krátkou strobilou, spíše širšími a krátkými proglotidy (kromě gravidních), skolem o velikosti 300 μm , háčky na rostellu ve dvou řadách (počet háček se pohybuje mezi 37 a 52), vajíčky o velikosti 17,9 až 21,3 μm a monocefalickou nebo polycefalickou metacestodou. Cysticerkus dosahuje velikosti 0,4 - 2 mm, obsahuje mnoho kalcerózních tělísek a vyskytuje se v játrech širokého spektra mezihostitelů (Fournier-Chambrillon et al., 2018; Joyeux & Baer, 1936; Nakao et al., 2013; Wahl, 1967).



Obr. 9 Nákres *V. mustelae*. 15) larvální rostellární háčky, 16) adultní rostellární háčky, 17) proglotida vyjmutá z *Mustela erminea* (Wahl, 1967).

V průběhu 20. století byly hlášeny velké rozdíly mezi morfometrickými diagnostickými vlastnostmi tohoto druhu, a to mezi Severní Amerikou, Evropou a Asií (Shanebeck et al., 2024). Dle Nakao et al., 2013 rozdílnost palearktických a nearktických cysticerků *V. mustelae* naznačuje existenci kryptických druhů. Toto tvrzení bylo v posledních letech na základě molekulárních diagnostických metod potvrzeno a ukázalo se, že předchozí identifikace *V. mustelae* ze Severní Ameriky byly nesprávné. Shanebeck et al., 2024 popsal nový druh jako *Versteria rafei*. Tento parazit je zodpovědný za již dříve popsané nezvyklé a fatální infekce u člověka nebo u orangutana (*Pongo pygmaeus*), jež byly připisovány *V. mustelae*. Jako své mezihostitele využívá například i ondatry (*Ondatra zibethicus*) (Goldberg et al., 2014; Lee et al., 2016, Shanebeck et al., 2024). Ještě o rok dříve byl od *V. mustelae* odlišen jiný druh, a to *Versteria cuja*. Tento druh se od *V. mustelae* odlišuje hlavně počtem varlat (54-85 *V. cuja* vs. 83-127 *V. mustelae*), velikostí rostella (39-75 vs. 85-150 μm), velikostí genitálního atria (170-420 vs. 68-91 μm) a tvarem háčků (Bagnato et al., 2022).



Obr. 10 Fylogenetický strom rodu *Versteria* vytvořený na základě *cox1* mitochondriálních oblastí (Shanebeck et al., 2024).

V Evropě je za mezihostitele *V. mustelae* považována celá řada hlodavců, jako jsou například *Myodes glareolus*, *Microtus arvalis*, *Microtus agrestis* a *Arvicola amphibius* (Al-Sabi et al., 2015; Deplazes et al., 2019; Martini et al., 2022). Ondatra pižmová se v Evropě jeví jako slepá hostitelská větev pro tohoto parazita, protože nefiguruje jako kořist příslušných definitivních hostitelů (Martini et al., 2022). Koinfekce se vyskytují nejčastěji s jiným jaterním parazitem, a to *Echinococcus multilocularis* nebo *Hydatigera taeniaformis* (Miller et al., 2017).

Definitivní hostitele tvoří zástupci lasicovitých (*Mustelidae*), jako je například kuna skalní (*Martes foina*), kuna lesní (*Martes martes*), lasice kolčava (*Mustela nivalis*), kuna americká (*Martes americana*), lasice hranostaj (*Mustela erminea*), norek americký (*Neovision vison*) a také sobol asijský (*Martes zibellina*) (Al-Sabi et al., 2015; Deplazes et al., 2019). Nedávno byla také popsána fatální hyperinfekce u norka evropského (*Mustela lutreola*), kdy vysoká zátěž červy vedla ke střevní dilataci a následnému fyziologickému vyčerpání (Fournier-Chambrillon et al., 2018). Je zajímavé, že i přes tuto zprávu o hyperinfekci nebyl na území Evropy zaznamenán žádný smrtelný případ nákazy *V. mustelae* v mezihostitelích, a to jak přirozených (hlodavci), tak náhodných, jako jsou lidé nebo jiní primáti (Niedringhaus et al., 2022).

3.4.3 *Taenia martis*

Říše: Animalis

Kmen: Platyhelminthes

Třída: Cestoda

Řád: Cyclophyllidea

Čeleď: Taeniidae

Rod: *Taenia*

Druh: *Taenia martis* (Zeder, 1803)

Převzato z biolib.cz

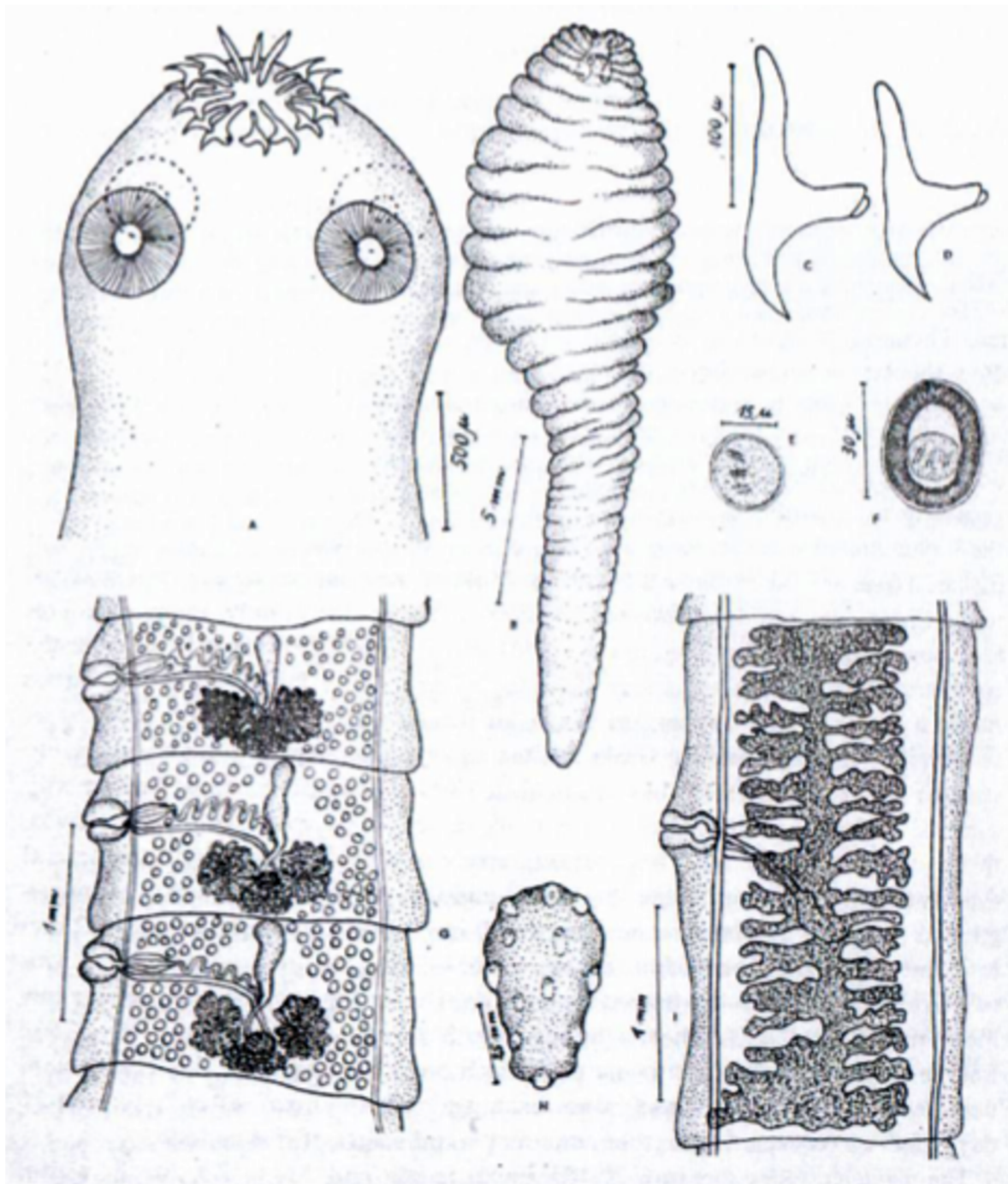
Tato tasemnice o délce až 34 cm, která se vyvíjí v tenkém střevě divokých masožravců, nejčastěji zástupců *Mustelidae* - *Martes martes*, *Martes fiona* a *Mustela putorius*, využívá jako mezihostitele hlodavce a další malé savce. Primárně však

Clethrionomys glareolus, *Microtus agrestis*, *Apodemus sylvaticus*, *A. flavicollis*, *A. agrarius* a *Ondatra zibethicus* (De liberato et al., 2014; Matskási et al., 1996). Ve vzácných případech mohou jako definitivní hostitelé figurovat ostatní lasicovití (např. *Meles meles*) a také zástupci *Felidae* (např. *Felis silvestris f. catus*) a *Canidae* (např. *Vulpes vulpes*) (Deplazes et al., 2019; Loos-Frank & Zeyhle, 1982). V minulých letech bylo popsáno i několik případů nákazy u nezvyklých hostitelů. Jedním z nich je nákaza u zástupce druhu *Lemur catta* u něhož byla infekce fatální. Jedná se o první zaregistrovaný případ infekce u zvířete v ZOO a otázkou zůstává cesta přenosu parazita (De liberato et al., 2014). Brunet et al., 2014 popsal první případ cysticerkózy u 3 letého samce *Macaca tonkeana* narozeného a chovaného v zajetí. *Taenia martis* může také způsobovat cerebrální neurocysticerkózu, peritoneální nebo okulární cysticerkózu u primátů a lidí a lze ji v současné době považovat za infekci na vzestupu (EID), kdy klinické i histologické vyšetření odpovídají cysticerkóze způsobené *Taenia solium*, případně nádorovému bujení, ale až molekulární vyšetření prokáže infekci *T. martis* (Eberwein et al., 2013; Joob & Wiwanitkit, 2016; Koch et al., 2016). Dále se také může vyskytovat jako součást koinfekce např. s *Mesocestoides litteratus*, *Cladotaenia globifera* nebo s *Frenkelia glareoli* (Krücken et al., 2017).

Taenia martis lze rozdělit na dva subtypy, a to na Evropský *T. martis martis* a Americký *T. martis americana* (Loos-Frank, 2000). Cysticerkody se v hlodavcích vyskytují po celém světě, kdy například ve východním Švýcarsku Schaerer v roce 1987 popsal u *Apodemus flavicollis* prevalenci 10,5 %, u *A. sylvaticus* 7,8 % a u *Clethrionomys glareolus* 24,3 %. V roce 2009 byla v kantonu Geneva (v příměstské a venkovské oblasti) u dvou z 99 zástupců *A. flavicollis* potvrzena nákaza *T. martis* (Reperant et al., 2009). V Irsku byla nákaza poprvé popsána v roce 2017 (Loxton et al., 2017). Dále také v Srbsku u *Clethrionomys glareolus* prevalence u larválních stadii tohoto parazita dosahovala 4,1 % (Bjelic-Cabrilo et al., 2011). Průzkum helmintologických infekcí u masožravců v jižním Německu ukázal, že 36 % *Martes foina* bylo infikováno *T. martis* (Loos-Frank & Zeyhle, 1982). V Československu byla prevalence u definitivních hostitelů stanovena takto: 18,6 % u *Putorius putorius*, 14 % u *Martes foina*, 2 z 12 *Martes martes*, 1 z 24 *Mustela erminea* (Prokopič, 1965).

Vývojový cyklus v mezipříteli začíná oválnými vajíčky velikosti 22-30 μm , které obsahují dobře viditelnou onkosféru, měřící 12-18 μm v průměru. Onkosféra je ohraničena třemi páry embryonálních háčků dlouhých 6-10 μm . Tyto larvy se vyvíjí v zaživacím traktu malých hlodavců a krevním řečištěm se přesouvají do plic, kde vytváří strukturu bílých měchýřků, která prostupuje plicní tkání na její povrch, kde většina cyst zůstává. Některé larvy prostupují tkání dál, až do tělní dutiny. Většina larev má několik skolexů, ale larvy vyskytující se v hlodavcích, kteří se nakazili volně v přírodě, mají z pravidla pouze jeden skolex. Po 28 dnech se diferencuje rostellum a sací aparát. Larva dosahuje délky 20-25 mm již 35. den vývoje, kdy dochází také k vývoji háčků (zatím bez hrotů). Háčky získávají svůj konečný tvar 63. den. Larvy s jedním skolexem, nacházející se v tělní dutině, nabývají délky 35 - 50 mm a tvaru pleuroskolexu. Tenora & Staněk, 1992 uvádí až 12 cm. Jsou příčně pruhované a jejich přední část je výrazně širší, než zbytek těla. Vchlípený skolex je dobře vyvinut a dosahuje velikosti 0,8-1,2 mm v průměru. Rostellum je ohraničeno dvěma řádky háčků (32-38), kdy ty delší dosahují 215 a kratší 156 μm (Prokopič, 1970).

Dospělci měří 10,4 až 31,5 cm a jsou širocí 1,8 až 2,5 mm. Počet proglotid je 124 až 202. Přísavky měří 275 až 285 μm . Velikost háčků se pohybuje mezi 157-200 μm u malých háčků a 212-248 μm u velkých háčků. Počet varlat je 216 až 316. Děloha utváří 10 až 13 laterálních větví a obsahuje vajíčka měřící 20-30 μm . Genitální pór se otevírá na jedné straně anteriální pŕlky proglotidu (Loos-Frank, 1994; Prokopič, 1970).

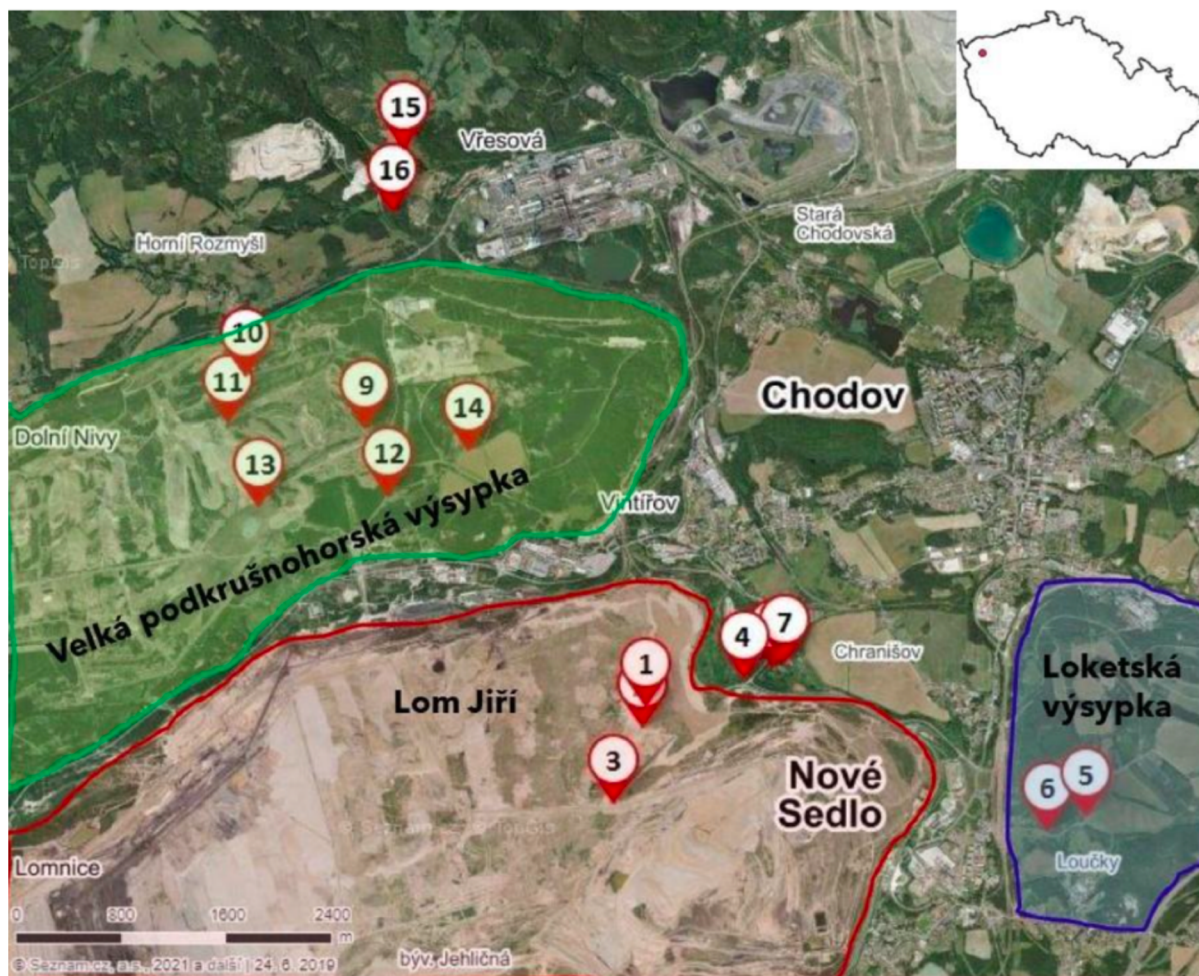


Obr. 11 A- skolex, B- larva z tělní dutiny zástupce *Arvicolinae*, C- háček první řady, D- háček druhé řady, E- onkosféra, F- vajíčko, G- adultní proglotid, H- larva z plic *Arvicolinae*, I- finální proglotid (převzato a upraveno z Prokopič, 1970).

4. Metodika

Odchyt drobných zemních savců probíhal v Karlovarském kraji na lokalitách vznikajících v souvislosti s těžbou hnědého uhlí v okrese Sokolov v letech 2021 a 2022. Každý rok byly odchyty realizovány 4x za vegetační sezónu a to v termínech: 16.–19.4., 2.–6.7., 27.–31.8. a 28.–31.10. 2021; 26.–28.4., 28.6.–1.7., 16.8–19.8. a 28.–30.10. 2022. Monitoring probíhal celkem na 16 plochách v oblasti Velké podkrušnohorské výsypky, lomu Jiří a Loketské výsypky a byly do něho zahrnuty biotopy vzniklé spontánní sukcesí nebo řízenou biologickou rekultivací. K nim byly navíc vybrány obdobné kontrolní biotopy v okolní krajině nezasazené těžební činností (kulturní louka a les).

ČÍSLO LOKALITY	TYP	CHARAKTER	SOUŘADNICE
1	rekultivace	lesnická mladá	50°13'20.211"N, 12°42'27.337"E
2	rekultivace	zemědělská mladá	50°13'15.241"N, 12°42'26.623"E
3	sukcese	mladá	50°12'56.354"N, 12°42'15.146"E
4	sukcese	stará	50°13'26.737"N, 12°43'5.160"E
5	rekultivace	zemědělská stará	50°12'53.209"N, 12°45'16.483"E
6	rekultivace	lesnická stará	50°12'49.606"N, 12°45'1.407"E
7	kontrola	kulturní louka	50°13'30.962"N, 12°43'20.546"E
8	kontrola	les	50°13'29.668"N, 12°43'16.582"E
9	sukcese	stará	50°14'28.537"N, 12°40'40.231"E
10	rekultivace	lesnická mladá	50°14'41.138"N, 12°39'54.139"E
11	sukcese	mladá	50°14'29.868"N, 12°39'47.385"E
12	rekultivace	lesnická stará	50°14'11.874"N, 12°40'48.802"E
13	rekultivace	zemědělská mladá	50°14'9.321"N, 12°39'58.986"E
14	rekultivace	zemědělská stará	50°14'23.023"N, 12°41'19.617"E
15	kontrola	kulturní les	50°15'37.116"N, 12°40'54.967"E
16	kontrola	les	50°15'21.684"N, 12°40'50.408"E



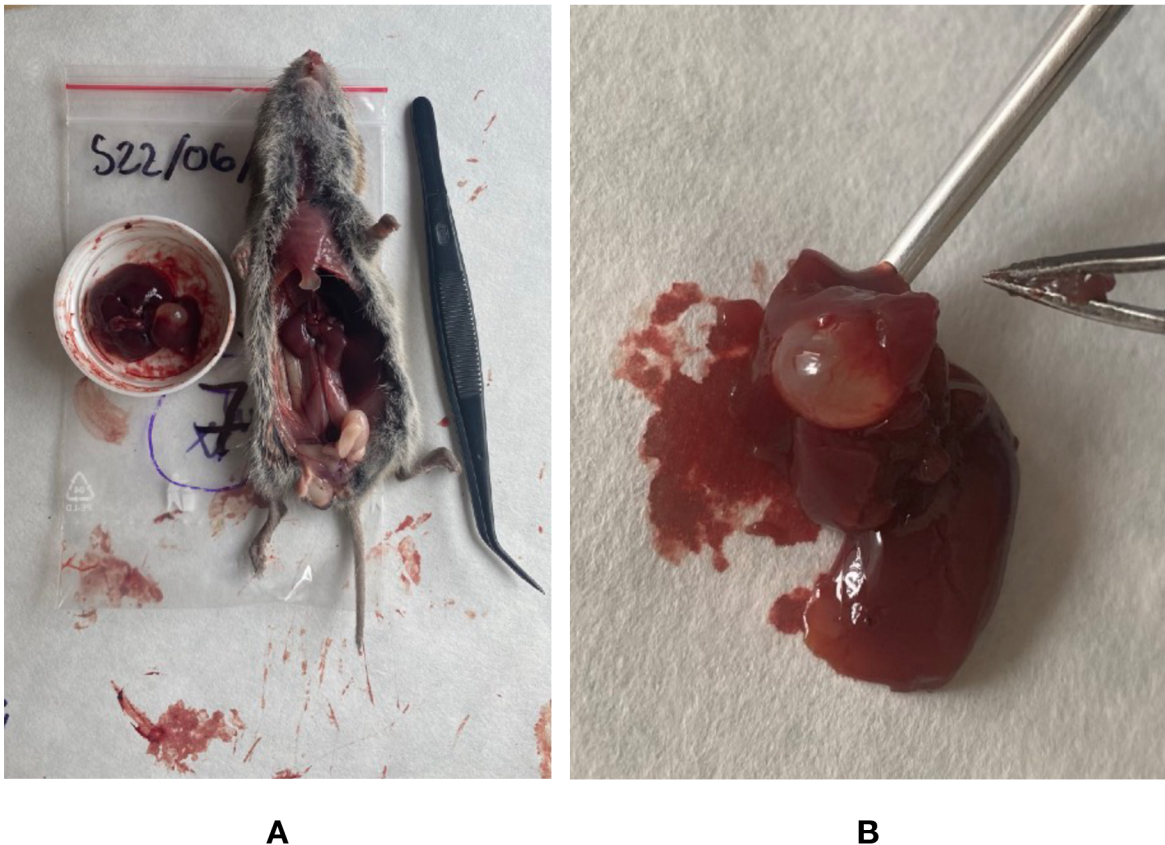
Obr. 12 Poloha sledovaných lokalit. Seznam.cz

Drobní zemní savci byli odchyťováni pomocí konvenčních sklapovacích pastí, které byly položeny do kvádrů 7x7, vzdálenost mezi jednotlivými pastmi byla 5 metrů. Pokud terén nedovoloval položení pastí do kvádrů, byly pasti pokládány do linie za sebe s rozstupem také 5 metrů. Návnadu do pastí tvořily čtverečky bavlněného knotu zapražené ve směsi mouky, rostlinného oleje a vyškvařeného špeku. Každá past byla označená svým číslem (1-49) a číslem lokality. Pasti po celou dobu jednotlivých odchyťů zůstávaly na svém místě a byly pravidelně v dopoledních hodinách kontrolovány, vybírány a v případě absence návnady či celé pasti byly převnaďovány nebo nahrazeny.

4.1. Zpracování materiálu

Odchytení jedinci byli z pastí přesunuti do jednotlivých plastových pytlíků s kódem, číslem lokality a pasti. Následně byli zaevidováni do odchyťového protokolu. Poté byl každý

jedinec zvážen, změřen, a to jak celková délka, tak i délka ocasu, zadní tlapy a ušního boltce. K měření byla využita šuplera. K vážení byla použita digitální váha s přesností 0,01 g. Následně bylo určeno pohlaví podle vzdálenosti análního a pohlavního otvoru, a nebo byly zřetelná varlata. Pitva byla zahájena nástřihem pitevními nůžkami od oblasti pohlavních orgánů až k hrudnímu koši, kdy se pečlivě dbalo na to, aby nedošlo k mechanickému poškození orgánů. Poté byly prohlédnuty dutiny, orgány a jednotlivé tkáně, a to za využití pinzety nebo preparační jehly. V návaznosti na to byl vyjmut gastrointestinální trakt a uložen do samostatného pytlíku a uložen pro jiné helmintologické výzkumy. Do Petriho misky byly umístěny játra, které byly následně detailně prohlédnuty a jestliže došlo k detekci cyst a jim podobných útvarů, došlo k odříznutí těchto částí a uložení tkáně do mikrozkušavky s 70 % alkoholem. Každá mikrozkušavka byla následně popsána kódem vzorku.



Obr. 13 A) Rozpítvaný *Microtus arvalis* a vyjmutá játra s cystou. B) Jaterní tkáň s cystou. Vlastní foto.

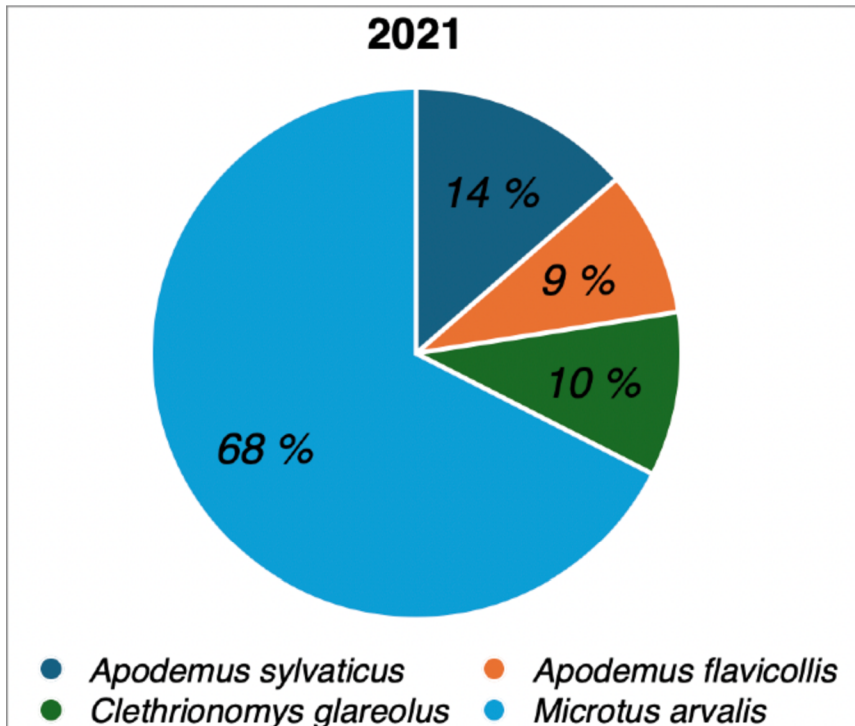
Všechny vzorky byly následně prohlédnuty pod binolupou, případně mikroskopicky a vybrané vzorky byly nafocené pomocí mikroskopu Nikon Ni-E.

4.2. Genomová analýza

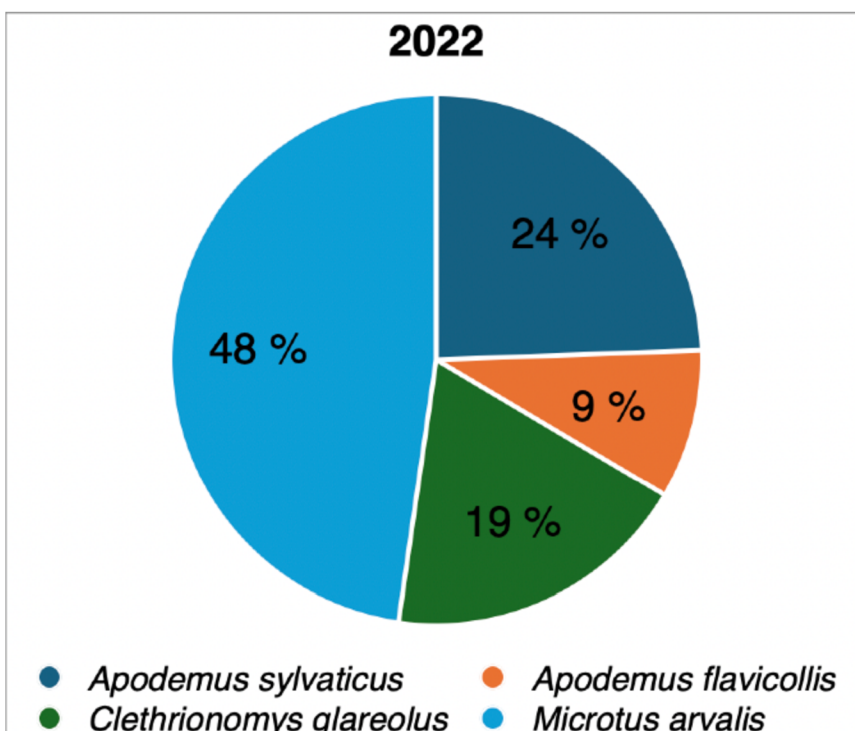
Genomová DNA byla extrahována pomocí soupravy NucleoSpin tissue XS (Macherey-Nagel, Düren, Německo) podle doporučení výrobce. PCR byla provedena s použitím primerů *cox1*. Jako negativní kontrola byla v každém testu PCR použita voda bez RNázy/DNázy. Výsledky byly vizualizovány elektroforézou na 1% agarosovém gelu s ethidium bromidem a přečištěny pomocí soupravy ExoSAP-IT™ Express PCR Product Cleanup Reagent Kit (Thermo Fisher Scientific) podle protokolu výrobce. Očištěné amplikony byly sekvenovány prostřednictvím komerční společnosti Eurofins Genomics (Ebersberg, Německo) za použití primerů. Nukleotidové sekvence získané v této studii byly uloženy v GenBank. Sekvence byly analyzovány a upraveny pomocí softwaru FinchTV (Geospiza Inc., Seattle, WA, Spojené státy) a porovnány s těmi, které byly publikovány v databázi GenBank NCBI, pomocí nástroje Basic Local Alignment Search Tool (BLAST; <http://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>). Zarovnání sekvencí bylo provedeno pomocí softwaru MAFFT verze 7.

5. Výsledky

V rámci výzkumu bylo v letech 2021 a 2022 odchyceno 360, respektive 176 jedinců vybraných druhů hlodavců.



Graf 1. Procentuální zastoupení odchycených hlodavců v roce 2021.



Graf 2. Procentuální zastoupení odchycených hlodavců v roce 2022.

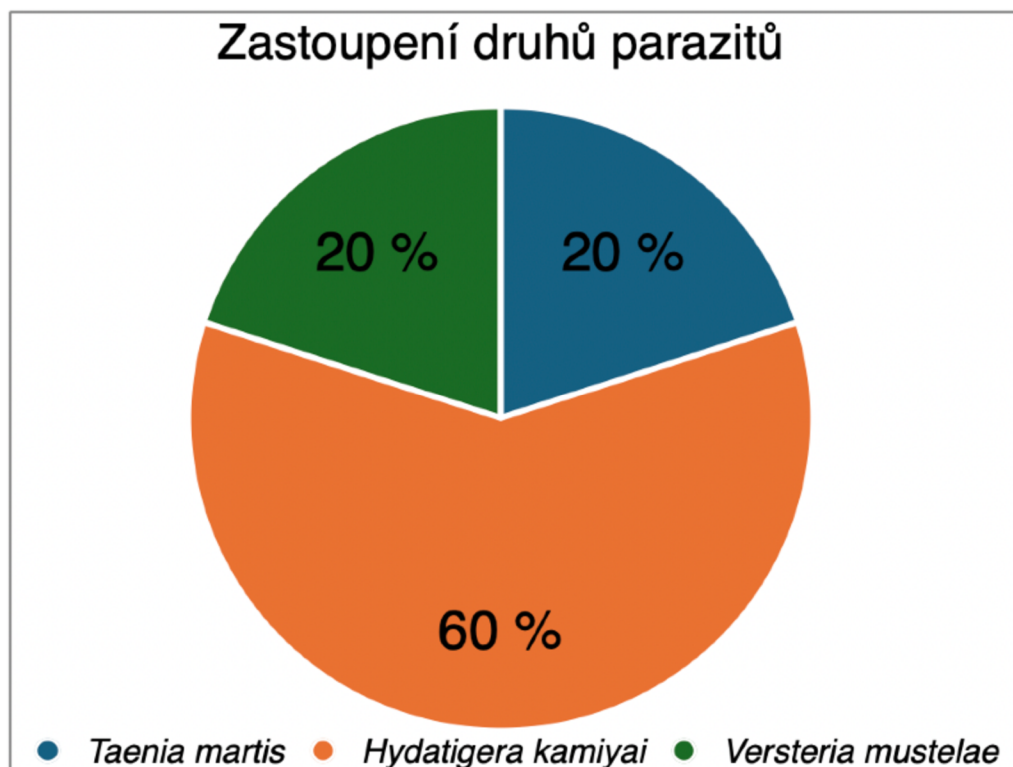
U odchycených jedinců byly kontrolovány játra a u 5 vzorků jater obsahujících cysty se potvrdila nákaza larválním stadiem Taeniidae. Byly detekovány tři druhy, a to *Hydatigera kamiyai*, *Taenia Martis* a *Versteria mustelae*.

Tab.5. Přehled výskytu jednotlivých druhů tasemnic u meziphostitelů.

Kód vzorku	Rok	Meziphostitel	Číslo lokality	Typ lokality	Druh
S21/7/64	2021	<i>Apodemus flavicollis</i>	16	Kontrola les	<i>Hydatigera kamiyai</i>
S21/7/67	2021	<i>Microtus arvalis</i>	15	Kontrola louka	<i>Hydatigera kamiyai</i>
S21/10/14	2021	<i>Clethrionomys glareolus</i>	16	Kontrola les	<i>Taenia martis</i>
S22/10/16	2022	<i>Clethrionomys glareolus</i>	12	Lesní rekultivace stará	<i>Versteria mustelae</i>
S22/10/21	2022	<i>Microtus arvalis</i>	14	Zemědělská rekultivace stará	<i>Hydatigera kamiyai</i>

Nejvíce vzorků obsahovalo metacestody *Hydatigera kamiyai* (3/5) a paraziti *Taenia Martis* a *Versteria mustelae* byli nalezeni po jednom zástupci.

Graf 3. Procentuální zastoupení jednotlivých druhů parazitů.



Tab.6. Parazitace jednotlivých druhů meziphostitelů.

	<i>Apodemus flavicollis</i>	<i>Microtus arvalis</i>	<i>Clethrionomys glareolus</i>
<i>Hydatigera kamiyai</i>	1	2	0
<i>Taenia martis</i>	0	0	1
<i>Versteria mustelae</i>	0	0	1

Prevalence byla stanovena u *Hydatigera kamiyai* na 3 % u *Apodemus flavicollis*, 0,4 % pro *Microtus arvalis* za rok 2021 a 1 % pro rok 2022. Celková prevalence pro oba roky byla stanovena na 0,6 %. Pro *Taenia martis* byla prevalence vypočítána 3 %. Prevalence u *Versteria mustelae* dosahovala 3 %.

6. Diskuze

Cílem této práce bylo prokázat výskyt larválních stadií, neboli metacestod, tasemnic v játrech meziphostitelů na území České republiky. Za tímto účelem bylo odchyceno v letech 2021 a 2022 360, respektive 176 jedinců čtyř druhů meziphostitelů, a to *Apodemus sylvaticus*, *Apodemus flavicollis*, *Microtus arvalis* a *Clethrionomys glareolus*. Všichni odchycení jedinci byli podrobeni detailní pitvě se zaměřením na játra a případnou přítomnost cyst. U pěti vzorků jater s přítomnou cystou byl pomocí molekulárních metod za využití PCR analýzy *cox1* genů popsán výskyt tří zástupců Taeniidae, a to *Taenia martens* a dvou nově popsáných druhů: *Versteria mustelae* a kryptického druhu *Hydatigera kamiyai*.

Dle Lavikainen et al., 2016 je taxonomie druhů stále primárně založená na viditelných diagnostických kritériích. Proto je velmi náročné popsat a pojmenovat druhy, které nelze rozlišit pomocí tradičních morfologických metod. To platí zejména pro druhy, které jsou si biologicky velmi blízko, jako je tomu u *Hydatigera taeniaeformis* s. l. komplex. Tyto kryptické komplexy nejsou nic vzácného napříč celou čeledí Taeniidae (Lavikainen et al., 2008; Goldberg et al., 2014). Údaje o reprodukční izolaci, alopatrickém či sympatrickém výskytu a také specifčnosti hostitele jsou klíčové informace pro rozdělení skupin parazitů do odlišných rodů (Hoberg, 2006). Na základě molekulárních dat (DNA barcoding zaměřený na mitochondriální *cox1* sekvence) získaných ze 150 meziphostitelů i definitivních hostitelů *H. taeniaeformis*, bylo navrženo zavedení nového kryptického druhu *Hydatigera kamiyai*, který využívá primárně hraboše a myši z rodu *Apodemus* jako své meziphostitele (Lavikainen et al., 2016). Touto hostitelskou specifitou se odlišuje od původního druhu *Hydatigera taeniaeformis* (dříve i *Taenia taeniaeformis*) neboli tasemnice kočičí. Výzkumy popisující výskyt tohoto parazita v krysách (*Rattus rattus*) proto nelze považovat za synonymní pro *Hydatigera kamiyai*.

Martini et al., 2022 popsal výskyt *Hydatigera kamiyai* u ondatr (*Ondatra zibethicus*) na území Lucemburska, kdy byla prokázána nákaza u 128 z 280 jedinců, prevalence dosahovala 45,7 %. Čímž se velmi neodlišuje od výzkumů provedených v předchozích letech, kdy byl tento parazit ještě označován jako *Taenia taeniaeformis*. V Nizozemsku Borgsteede et al., 2003 popsal prevalenci 44,8 %. A v severním Německu dosahovala prevalence 44,3 %, tedy bylo nakaženo 297 z 670 jedinců (Friedland et al., 1985). Burlet et al., 2011 stanovil

prevalenci u zástupců Muridae, přesněji u *Arvicola terrestris* (*Arvicola amphibius*) na 23 %. V Rakousku byla u stejného meziphostitele popsána prevalence 33,3 % a také byl popsán výskyt u *Microtus arvalis* (prevalence 6,9 %) (Fuehrer et al., 2012). Stejných hodnot u *Microtus arvalis* dosahovala prevalence *Taenia taeniaeformis* i ve Francii v jarních měsících, a to 7,8 % (Fichet-Calvet et al., 2003).

Na území České republiky byl historicky výskyt *Taenia (Hydatigera) taeniaeformis* popsán nesčetněkrát u různých meziphostitelů (*Apodemus flavicollis*, *Clethrionomys glareolus*, *Microtus agrestis*, aj.) a to i včetně infekce u člověka (Erhardová, 1955; Štěrbá & Baluš, 1976). Výsledky této práce však přináší první záznam infekce *Hydatigera kamiyai* s.s. na našem území.

Versteria mustelae byla dříve označována jako *Taenia mustelae* a řazena pod rod *Taenia*, od kterého se však morfologicky a ekologicky velmi liší (Nakao et al., 2013). V následujících letech přinesly další výzkumy, založené na molekulární analýze a rozdílné morfologii, rozdělení *Versteria mustelae* na tři druhy, a to na *Versteria cuja*, *Versteria rafei* a druh zachovávající původní název, tedy *Versteria mustelae* (Bagnato et al., 2022; Shanebeck et al., 2024). Díky tomu bylo prokázáno, že infekce podobné echinokokózám, které byly popsány u člověka v Pensylvánii nebo u orangutana *Pongo pygmaeus* v Milwaukee county ZOO, nezpůsobuje *Versteria mustelae* ale *Versteria rafei* (Lee et al., 2016; Lehman et al., 2019). Je tedy velmi důležité pochopení taxonomických vztahů a možností identifikace cyst tasemnic s ohledem na potenciál pro fatální zoonotické onemocnění.

Miller et al., 2017 popsal výskyt *Versteria mustelae* ve Švédsku u 13 % z 56 *Arvicola Amphibius*, 14 % z 187 *Microtus agrestis* a u 8,4 % z 655 *Clethrionomys glareolus*. V Dánsku byla doložena infekce u 17 zástupců *Clethrionomys glareolus*, kdy se u třech jedinců našla více než jedna cysta (Al-Sabi et al., 2015). Výzkum Tenora et al., 1991 probíhal také v Dánsku a prevalence u *Clethrionomys glareolus* dosahovala 30 %. Ve stejném meziphostiteli byl popsán výskyt také na území severního Španělska, kdy se prevalence pohybovala mezi 6,7 až 12,6 % (Ribas et al., 2009). Soveri et al., 2000 popsal kromě infekce *Clethrionomys glareolus* (prevalence 27 %), také nákazu u *Microtus agrestis*. Na území České republiky, přesněji v Černé v Pošumaví, byl popsán nález u již zmiňovaných meziphostitelů (*C. glareolus* a *M. agrestis*) v počtu maximálně 3 kusů, a to ještě pod historickým názvem tohoto parazita *Taenia tenuicollis*, který zahrnoval všechny tři výše zmíněné nově popsané druhy (Erhardová,

1956). Stejně jako u *Hydatigera kamiyai* i u *Versteria mustelae* tato práce přináší první záznam výskytu na našem území u meziphostitele (*Clethrionomys glareolus*).

S rozšířenější aplikací molekulárně diagnostických testů jsou kontinuálně detekovány neobvyklé zoonotické infekce larválními tasemnicemi, s čímž také souvisí narůstající zoonotický význam tasemnice *Taenia Martis*, která dokáže způsobit u primátů a člověka, tedy u svých aberentních hostitelů, cerebrální neurocysticercózu a peritoneální nebo okulární cysticercózu. Morfologické odlišení od cysticercózy *Taenia solium* je téměř nemožné a jediné správné molekulární vyšetření nám může dát správného parazita (Brunet et al., 2014; Eberwein et al., 2017; Joob & Wiwanitkit, 2016; Koch et al., 2016).

Výskyt tohoto parazita je geograficky velmi obsáhlý. U meziphostitelů (*Clethrionomys glareolus*) byla popsána na území Srbska prevalence larválních stadií 4,1 % (Bjelic-Cabrilo et al., 2011). U *Apodemus sylvaticus* a *Apodemus flavicollis* dosahovala prevalence ve východním Švýcarsku 10,5 %, respektive 7,8 % a u *Clethrionomys glareolus* 24,3 % (Bjelic-Cabrilo et al., 2011). Miljević et al., 2023 během svého výzkumu v Srbsku odhalil parazitaci čtyř zástupců druhu *Apodemus flavicollis*, jednoho *Apodemus sylvaticus* a jednoho *Clethrionomys glareolus*. Během našeho výzkumu byla zjištěna prevalence 3 % u *Clethrionomys glareolus*.

Hypotéza vznesená na začátku této práce, tedy že hlodavci žijící na různých lokalitách ČR mají metacestody různých druhů tasemnic, byla potvrzena.

Pro nadcházející výzkumy vidím jako stěžejní nejen pečlivou a správnou molekulární analýzu a taxonomické zařazení druhů, ale také zaměření se na biologické cykly parazitů a také ekologii meziphostitelů.

7. Závěr

Tato práce shrnuje dosavadní poznatky o výskytu, biologii a parazitaci vybraných mezihostitelů Taeniidae. Dále také přináší nejnovější informace o taxonomii této čeledi tasemnic a popis zjištěných zástupců.

Během pitev bylo odebráno 5 vzorků jater s prokazatelnou přítomností larválních stadií tasemnic, neboli metacestod. U těchto vzorků byla následně provedena DNA analýza, která odhalila přítomnost 3 druhů tasemnic, a to *Hydatigera kamiyai*, *Versteria mustelae* a *Taenia martis*. *Hydatigera kamiyai* byla zjištěna u dvou zástupců druhu *Microtus arvalis* a jednoho zástupce *Apodemus flavicollis*. *Clethrionomys glareolus* byl oproti tomu parazitován jednotlivci druhů *Versteria mustelae* a *Taenia martis*.

Tyto nálezy potvrdily hypotézu vznesenou v úvodu práce, a to: Hlodavci žijící na různých lokalitách ČR mají metacestody různých druhů tasemnic.

Pro další výzkumy je stěžejní zaměřit se na molekulární analýzy a nespoléhat pouze na morfologické diagnostické znaky, protože jak již bylo zmíněno, existuje v čeledi Taeniidae velké množství kryptických druhů, které je možné rozlišit pouze na základě analýzy DNA. Tyto druhy mohou parazitovat nejen jiné hostitele, ale také vykazovat rozdílný zoonotický potenciál.

8. Literatura

1. Abuladze, K. I. Taeniata of animals and man and diseases caused by them. *In*: Skrjabin, K. I. (ed.). *Essentials of cestodology*, **4** (1970)
2. Al-Sabi, M. N. S., Jensen, P. M., Christensen, M. U. & Kapel, C. M. O. Morphological and molecular analyses of larval taeniid species in small mammals from contrasting habitats in Denmark. *Journal of Helminthology* **89**, 112–117 (2015)
3. Alvi, M. A., Alshammari, A., Ali, A.M.R. *et al.* Molecular Characterization of *Hydatigera taeniaeformis* Recovered from Rats: An Update from Pakistan. *Pakistan Veterinary Journal* **43**, 601–605 (2023)
4. Anděra, M. *In*: Zicha O. (ed.) BioLib: Biological Library, (2024)
5. Anděra, M. & Horáček, I. Poznáváme naše savce. 2. doplněné vydání. *Sobotáles*. Praha. 328, (2005)
6. Bajer, A., Alsarraf, M., Dwuznik, D., *et al.* Medium-term temporal stability of the helminth component community structure in bank voles (*Clethrionomys glareolus*) from the Mazury Lake District region of Poland. *Parasitology* **130**, 213–228 (2005)
7. Baláž, I. Somatic characteristics and reproduction of common vole, *Microtus arvalis* (Mammalia: Rodentia) populations in Slovakia. *Biologia* **65**, 1064–1071 (2010)
8. Bagnato, E., Gilardoni, C., Martin, G. M. & Digiani, M. C. A new species of *Versteria* (Cestoda: Taeniidae) parasitizing *Galictis cuja* (Carnivora: Mustelidae) from Patagonia, Argentina: Morphological and molecular characterization. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife* **19**, 68–77 (2022)
9. Barnard, C. J., Kulis, K., Behnke, J. *et al.* Local variation in helminth burdens of bank voles (*Clethrionomys glareolus*) from ecologically similar sites: temporal stability and relationships with hormone concentrations and social behaviour. *Journal of Helminthology* **77**, 185–195 (2003)
10. Bartolommei, P., Sozio, G., Bencici, C., *et al.* Field identification of *Apodemus flavicollis* and *Apodemus sylvaticus*: A quantitative comparison of different biometric measurements. *Mammalia* **80**, 541–547 (2016)
11. Baumeister, S., Pohlmeier, K., Kuschfeldt, S., Stoye, M. Prevalence of *Echinococcus multilocularis* and other metacestodes and cestodes in the muskrat (*Ondatra zibethicus* L. 1795) in Lower Saxony. *Dtsch. Tierärztl. Wochs.* **104**, 448–452 (1997)

12. Behnke, J. M., Rogan, M. T., Craig, P. S., Jackson, J. A. & Hide, G. Long-term trends in helminth infections of wood mice (*Apodemus sylvaticus*) from the vicinity of Malham Tarn in North Yorkshire, England. *Parasitology* **148**, 451–463 (2021)
13. Behnke, J. M., Barnard, C., Bajer, A., *et al.* Variation in the helminth community structure in bank voles (*Clethrionomys glareolus*) from three comparable localities in the mazury lake istrict region of Poland. *Parasitology* **123**, 401–414 (2001)
14. Behnke, J. M., Bajer, A., Harris, P., *et al.* Temporal and between-site variation in helminth communities of bank voles (*Myodes glareolus*) from N.E. Poland. 1. Regional fauna and component community levels. *Parasitology* **135**, 985–997 (2008)
15. Benesh, D. P., J. C. Chubb, & G. A. Parker. Exploitation of the same trophic link favors convergence of larval life-history strategies in complex life cycle helminths. *Evolution* **65**, 2286–2299 (2011)
16. Benesh, D. P., J. C. Chubb, & G. A. Parker. The trophic vacuum and the evolution of complex life cycles in trophically transmitted helminths. *Proc. R. Soc. B-Biological Sci.* **281**:20141462 (2014)
17. Benesh, D. P., G. A. Parker, J. C. Chubb, & K. D. Lafferty. Trade-offs with growth limit host range in complex life-cycle helminths. *Am. Nat.* **197**, 40–54 (2021a)
18. Benesh, D. P., Parker, G. & Chubb, J. C. Life-cycle complexity in helminths: What are the benefits? *Evolution* **75**, 1936–1952 (2021b)
19. Blanco, J.C.: Mammals of Spain. Volume II., *Geo Planeta*, 383, (1998)
20. Bjelic-Cabrilo, O., Kostic, D., Cirkovic, M., *et al.* Helminth Fauna of the Bank Vole *Myodes glareolus* (Rodentia, Arvicolinae). *Bulgarian Journal of Agricultural Science* **17** (2011)
21. Booth, W., Montgomery, W. I. & Prodöhl, P. A. Polyandry by wood mice in natural populations. *Journal of Zoology* **273**, 176–182 (2007).
22. Borg, O., Wille, M., Kjellander, P., *et al.*: Expansion of spatial and host range of *Puumala* virus in Sweden: an increasing threat for humans? *Epidemiol Infect.*, **145(8)**, 1642–1648 (2017)
23. Borgsteede, F.H.M., Tibben, J.H., Van der Giessen, J.W.B. The muskrat (*Ondatra zibethicus*) as intermediate host of cestodes in the Netherlands. *Vet. Parasitol.* **117**, 29–36 (2003)
24. Briner, T., Favre, N., Nentwig, W. & Airoidi, J. P. Population dynamics of *Microtus arvalis* in a weed strip. *Mammalian Biology* **72**, 106–115 (2007)

25. Brunet, J., Pesson, B., Chermette, R., *et al.* First case of peritoneal cysticercosis in a non-human primate host (*Macaca tonkeana*) due to *Taenia martis*. *Parasites and Vectors* **7** (2014)
26. Bugarski-Stanojević, V., Blagojević, J., Adnadević, *et al.* Identification of the sibling species *Apodemus sylvaticus* and *A. flavicollis* (Rodentia, Muridae) – comparison of molecular methods. *Zool. Anz.* **252**, 579–587 (2013)
27. Buret, P., Deplazes, P. & Hegglin, D. Age, season and spatio-temporal factors affecting the prevalence of *Echinococcus multilocularis* and *Taenia taeniaeformis* in *Arvicola terrestris*. *Parasites and Vectors* **4** (2011)
28. Capizzi D., Bertolino S. & Mortelliti A. Rating the rat: Global patterns and research priorities in impacts and management of rodent pests. *Mamm. Rev.* **44**, 148–162 (2014)
29. Carlson, C.J., Hopkins, S., Bell, K.C., *et al.* A global parasite conservation plan. *Biol. Conserv.* **250** (2020)
30. Castro, G., A. Helminths: Structure, Classification, Growth, and Development. In: Samuel BARON, ed. *Medical Microbiology*. 4th vyd. Galveston (TX): University of Texas Medical Branch at Galveston (1996)
31. Catalano, S., Bâ, K., Diouf, N.D., *et al.*, Rodents of Senegal and their role as intermediate hosts of *Hydatigera* spp. (Cestoda: Taeniidae). *Parasitology* **146**; 299-304 (2019)
32. Claar, D. C., Kuris, A., Leslie, K., *et al.* Parasite Biodiversity Network of Conservation Educators and Practitioners. *Lessons in Conservation* **11** (2021).
33. Clerc M., Fenton A., Babayan S.A., *et al.* Parasitic nematodes simultaneously suppress and benefit from coccidian coinfection in their natural mouse host. *Parasitology*, **146(8)**, 1096–1106, (2019)
34. Cribb, T.H., Bott, N.J., Bray, R.A. *et al.* Trematodes of the Great Barrier Reef, Australia: emerging patterns of diversity and richness in coral reef fishes. *Int J Parasitol*, **44**: 929–939 (2014)
35. Dán, Z.R., Széll, Z. & Sréter. T. Prevalence and genetic characterization of *Echinococcus* spp. in cattle, sheep, and swine in Hungary. *Parasitology Research* **117**, 3019–3022 (2018)
36. De Liberato, C., Berrilli, C.F., Meoli, R., *et al.* Fatal infection with *Taenia martis* metacestodes in a ring-tailed lemur (*Lemur catta*) living in an Italian zoological garden. *Parasitology International* **63**, 695–697 (2014)

37. DeBenedetti, A. L., Sainz-Eliphe, S., Sáez-Durán, S. *et al.* First report on the helminthfauna of the yellow-necked mouse, *Apodemus flavicollis*, in the Iberian Peninsula. *Helminthologia (Poland)* **53**, 294–297 (2016)
38. Deplazes, P., Eichenberger, R. M. & Grimm, F. Wildlife-transmitted *Taenia* and *Versteria* cysticercosis and coenurosis in humans and other primates. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife* **9**, 342–358 (2019)
39. Deplazes P., Rinaldi, L., Alvarez Rojas, A. *et al.* Chapter Six – Global Distribution of Alveolar and Cystic Echinococcosis. *Advances in Parasitology*. **95**, 315-493 (2017)
40. Devevey G., Niculita-Hirzel H., Biollaz F., Yvon C., Chapuisat M. & Christe P. Developmental, metabolic and immunological costs of flea infestation in the common vole. *Funct. Ecol.* **22**, 1091–1098 (2008)
41. Dezsényi, B., Strausz, T., Makrai, Z., *et al.* Autochthonous human alveolar echinococcosis in a hungarian patient. *Infection* **45**, 107–110 (2017)
42. Dobson, A., Lafferty, K. D., Kuris, A. M., *et al.* Homage to Linnaeus: How many parasites? How many hosts (2008)
43. Douglas R. J., Douglass K. S. & Rossi L., Ecological distribution of bank voles and wood mice in disturbed habitats: preliminary results. *Acta Theriol.*, **37**: 359–370 (1992)
44. Eberwein, P., Haeupler, A., Kuepper, F., *et al.* Human Infection with Marten Tapeworm. *Emerging Infectious Diseases*. **19(7)**, 1152-1154 (2013)
45. Emelianov, I., How adaptive is parasite species diversity? *Int. J. Parasitol.* **37**, 851–860 (2007)
46. Erhardová, B. Helminthofauna hrabošů a myší Tatranského národního parku. *Folia zoologica et entomologica* **4**, 353-366 (1955)
47. Erhardová, B. Parasitičtí červi našich myšovitých hlodavců, II. *Československá parazitologie* **3**, 49-66 (1956).
48. Feliu, C., Mas-Coma, S. & Gallego, J. Coneixements actuals sobre l'helminthofauna parasita dels murids (rodentia) a catalunya **50** (1985).
49. Filípi, K., Marková, S., Searle, J. B. *et al.* Mitogenomic phylogenetics of the bank vole *Clethrionomys glareolus*, a model system for studying end-glacial colonization of Europe. *Molecular Phylogenetics and Evolution* **82**, 245-257 (2015)

50. Fichet-Calvet, E., Giraudoux, P., Quéré, J.P., *et al.* Is the Prevalence of *Taenia taeniaeformis* in *Microtus arvalis* Dependent on Population Density? *The Journal of Parasitology* **89** (2003)
51. Flowerdew, J.R. Woodmouse, 220-229. *Blackwell Scientific Publications*, Oxford. (1991)
52. Fournier-Chambrillon, C., Torres, J., Miquel, J., *et al.* Severe parasitism by *Versteria mustelae* (Gmelin, 1790) in the critically endangered European mink *Mustela lutreola* (Linnaeus, 1761) in Spain. *Parasitology Research* **117**, 3347–3350 (2018)
53. Friedland, T., Steiner, B. & Böckeler, W. Prävalenz der Cysticercose bei Bisams (*Ondatra zibethica* L.) in Schleswig-Holstein. *Z. Jagdwiss.* **31**, 134–139 (1985)
54. Fu, Y., Zhang, X., Li, Z., *et al.* Emerging *Echinococcus shiquicus* infection of Asian badgers in the Qinghai–Tibetan plateau. *Transbound. Emerg. Dis.* **2023**, 1–4. (2023)
55. Fuehrer, H. P., Siehs, C., Schneider, R., *et al.* Morphometrical analysis of *Taenia taeniaeformis* and *Taenia crassiceps* in the common vole (*Microtus arvalis*) and the water vole (*Arvicola terrestris*) in Vorarlberg, Austria. *Helminthologia (Poland)* **49**, 169–173 (2012)
56. Führer, H. P., Schneider, R., Walochnik, J., *et al.* Extraintestinal helminths of the common vole (*Microtus arvalis*) and the water vole (*Arvicola terrestris*) in Western Austria (Vorarlberg). *Parasitology Research* **106**, 1001–1004 (2010)
57. García, H. H., Gonzalez A. E., Evans, C. A.W. *et al.* *Taenia solium* cysticercosis. *Lancet* **362**, 547–556, (2003)
58. Gemmill, A. W., Skorping A. & Read A. F. Optimal timing of first reproduction in parasitic nematodes. *J. Evol. Biol.* **12(1148)**, 11, (1999)
59. Godsall B., Coulson T. & Malo A.F. From physiology to space use: energy reserves and androgenization explain home-range size variation in a woodland rodent. *J Anim Ecol.*; **83(1)**, 126–135, (2014)
60. Goldberg, T. L., Gendron-Fitzpatrick, A., Deering, K., *et al.* Fatal metacestode infection in bornean orangutan caused by unknown *Versteria* species. *Emerging Infectious Diseases* **20**, 109–113 (2014)
61. Gorini, L., Linnell, J. D., Boitani, L., *et al.* Guild composition and habitat use of voles in 2 forest landscapes in south-eastern Norway. *Integr. Zool.*, **6(4)**, 299-310, (2011)

- 62.Green, R. The ecology of Wood mice (*Apodemus sylvaticus*) on arable farmland. *Journal of Zoology* **188**, 357–377 (1979)
- 63.Gryczynska-Siemiytkowska, A., Gortat, T., Kozakiewicz, A., *et al.* Multiple paternity in a wild population of the yellow-necked mouse *Apodemus flavicollis*. *Acta Theriologica* **53(3)**, 251-258 (2008)
- 64.Gurnell J. Woodland rodent communities. *Symp. Zool. Soc. Lond.*, **55**: 377–411 (1985)
- 65.Haukisalmi, V. & Henttonen, H. Coexistence in Helminths of the Bank Vole *Clethrionomys glareolus*. I. Patterns of Co-Occurrence. *Journal of Animal Ecology* vol. **62** (1993)
- 66.Haynes, S., Jaarola, M. & Searle, J. B. Phylogeography of the common vole (*Microtus arvalis*) with particular emphasis on the colonization of the Orkney archipelago. *Molecular Ecology* **12**, 951–956 (2003)
- 67.Heroldová, M., Bryja, J., Zejda, J., *et al.* Structure and diversity of small mammal communities in agriculture landscape. *Agriculture, Ecosystems and Environment* **120**, 206–210 (2007)
- 68.Hildebrand, J., Popiołek, M., Okulewicz, A., *et al.* Helminthfauna of mice of *Apodemus* genus from Wrocław area. (2004)
- 69.Hildebrand, J. & Zalesny, G. Host and site-specific pattern of occurrence of digenetic trematodes in rodent communities from Lower Silesia, Poland (2009)
- 70.Hoberg, E.P. *Taenia* tapeworms: their biology, evolution and socioeconomic significance. *Microbes Infect.* **4**: 859–866 (2002)
- 71.Hoberg, E.P. Phylogeny of *Taenia*: species definitions and origins of human parasites. *Parasitol. Int.* **55**, 23–30 (2006)
- 72.Hoberg, E. P., Jones, A., Rausch, R. L., *et al.* A phylogenetic hypothesis for species of the genus *Taenia* (Eucestoda: Taeniidae). *J. Parasitol.* **86**: 89–98 (2000)
- 73.Hoffmeyer, I. Interaction and Habitat Selection in the Mice *Apodemus Flavicollis* and *A. Sylvaticus*. *Oikos* **24** (1973)
- 74.Horváth, F.G. & Tóth, D. Abundance of bank vole (*Myodes glareolus* Schreb.) as an indicative factor of different forest structure and management in the drava plain region. *Šumarski list* **3-4**, 161-170 (2018)
- 75.Huston, D.C., Cutmore, S.C. & Cribb, T.H. The life-cycle of *Gorgocephalus yaagi* Bray & Cribb, 2005 (Digenea: Gorgocephalidae) with a review of the first

- intermediate hosts for the superfamily Lepocreadioidea Odhner, 1905. *Syst Parasitol*, **93**: 653–665 (2016)
76. Cheng, T.C. General parasitology. 2nd ed. *Orlando: Academic Press College Division* (1986.)
77. Chervy, L. The terminology of larval cestodes or metacestodes. *Systematic Parasitology* **52** (2002)
78. Chubb, J. C., Ball, M. A. & Parker, G. A. Living in intermediate hosts: evolutionary adaptations in larval helminths. *Trends in Parasitology* **26** 93–102 (2010).
79. Izvarin, E.P., Zykov, S.V. & Fominykh, M.A. Yellow-necked mouse (*Sylvaemus flavicollis*, Muridae) – a new species in the mammalian fauna of the Sverdlovsk oblast. *Zoologicheskiy zhurnal* **92(3)**, 371–374 (2013)
80. Jennings, T.J. Notes on the burrow systems of woodmice (*Apodemus sylvaticus*). *J Zool.*; **177(4)**: 500–504 (1975)
81. Jojić, V., Bugarski-Stanojević, V., Blagojević, J., *et al.* Discrimination of the sibling species *Apodemus flavicollis* and *A. sylvaticus* (Rodentia, Muridae). *Zoologischer Anzeiger* **253**, 261–269 (2014).
82. Joob, B. & Wiwanitkit, V. Cerebral Neurocysticercosis due to *Taenia martis*, the Third Species That Needs Attention. *Archives of Neuroscience* **3** (2016)
83. Joyeux, C. & Baer, J.G. Faune de France. 30-Cestodes. Federation Francaise des Societes de Sciences Naturelles, Paris (1936)
84. Kagendo, D., Magambo, J., Agola, E.L., *et al.* A survey for *Echinococcus* spp. of carnivores in six wildlife conservation areas in Kenya. *Parasitol. Int.* **63**, 604–611 (2014).
85. Kern, P., Bardonnet, K., Renner, E., *et al.* European echinococcosis registry: Human alveolar echinococcosis, Europe, 1982-2000. *Emerging Infectious Diseases.* **9**, 343–349 (2003)
86. Khalil, L.F., Jones, A. & Bray, R.A. Keys to the Cestode Parasites of Vertebrates. *CAB International, Wallingford, UK* (1994)
87. Kirillova, N.Y., Kirillov, A.A., Ruchin, A.B. *et al.* Helminth fauna of *Microtus cf. Arvalis* (Rodentia, cricetidae) in Russia and adjacent countries. *Biodiversitas* **21**, 1961–1979 (2020)

- 88.Klimpel, S., Förster, M. & Schmahl, G. Parasites of two abundant sympatric rodent species in relation to host phylogeny and ecology. *Parasitology Research* **100**, 867–875 (2007)
- 89.Knowles, S.C.L., Fenton, A., Petchey, O.L., *et al.* Stability of within-host-parasite communities in a wild mammal system. *Proc Biol Sci.*; **280(1762)**, (2013)
- 90.Knowles, S. C. L. & Raulo, A. The genome sequence of the wood mouse, *Apodemus sylvaticus* (Linnaeus, 1758). *Wellcome Open Research* **8**, 442 (2023)
- 91.Koch, T., Schoen, C., Muntau, B. *et al.* Case report: Molecular diagnosis of human *Taenia martis* eye infection. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* **94**, 1055–1057 (2016)
- 92.Kolářová, L., J. Matějů, J., Hozáková, L., *et al.* Humánní alveolární echinokokóza a přehled výskytu tasemnic *Echinococcus multilocularis* u zvířat v České Republice. *Epidemiologie, Mikrobiologie, Imunologie*. **66**, 163–172 (2017)
- 93.Kratochvíl J. Hraboš polní *Microtus arvalis*. *Nakladatelství Československé akademie věd* (1959)
- 94.Kratochvíl J. & Pelikán J. Zur Verbreitung der Feldmaus im Nationalpark der Hohen Tatra. *Folia Zool. Entomol.* **4**, 303–312 (1955)
- 95.Krebs, C. J., & Myers, J. H. Population Cycles in Small Mammals. *Advances in Ecological Research* **8**, 267-339 (1974)
- 96.Krücken, J., Blümke, J., Maaz, D., *et al.* Small rodents as paratenic or intermediate hosts of carnivore parasites in Berlin, Germany. *PLoS One* **12** (2017)
- 97.Kryštufek, B., Tesakov, S. A., Lebedov, S. V., *et al.* Back to the future: The proper name for red-backed voles is *Clethrionomys Tilesius* and not *Myodes* Pallas. *Mammalia* **84**, 214–217 (2020)
- 98.Kuncová, P. & Frynta, D. Interspecific morphometric variation in the postcranial skeleton in the genus *Apodemus*. *Belg. J. Zool.* **139**, 133–146 (2009)
- 99.Lavikainen, A., Haukisalmi, V., Lehtinen, M. J., *et al.* A phylogeny of members of the family Taeniidae based on the mitochondrial *cox1* and *nad1* gene data. *Parasitology* **135**, 1457–1467 (2008)
- 100.Lavikainen, A. A taxonomic revision of the Taeniidae Ludwig, 1886 based on molecular phylogenies (2014).
- 101.Lavikainen, A., Iwaki, T., Haukisalmi, V. *et al.* Reappraisal of *Hydatigera taeniaeformis* (Batsch, 1786) (Cestoda: Taeniidae) sensu lato with description of

- Hydatigera kamiyai* n. sp. *International Journal for Parasitology* **46**, 361–374 (2016)
102. Lavrenchenko, L., Gromov, A., Martynov, A., et al. Structure of the Hybrid Zone between Allied Species of the Common Vole, *Microtus arvalis* and *M. obscurus*: Influence of Genetic Factors and Landscape-Geographical Conditions. *Russian Journal of Genetics* **60**, 304–315 (2024)
103. Lee, L. M., Wallace, R. Clyde, V., et al. Definitive hosts of *Versteria* tapeworms (Cestoda: Taeniidae) causing fatal infection in North America. *Emerging Infectious Diseases* **22**, 707–710 (2016)
104. Lee, J., Chong T. & Newmark P. A. The esophageal gland mediates host immune evasion by the human parasite *Schistosoma mansoni*. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 1–11 (2020)
105. Ledevin, R., Michaux, J. R., Deffontaine, V., et al. Evolutionary history of the bank vole *Myodes glareolus*: a morphometric perspective. (2010)
106. Lehman, B., Leal, S.M, Procop, G.W., et al. Disseminated metacestode *Versteria* species infection in woman, Pennsylvania, USA. *Emerging Infectious Diseases* **25**, 1429–1431 (2019)
107. Lešo, P., Lešová A., Kropil R. et al. Response of the dominant rodent species to close-to-nature logging practices in a temperate mixed forest, *Ann. For. Res.*, **59(2)**: 259–268 (2016).
108. Lewis, J. W., Morley, N. J. & Behnke, J. M. Helminth parasites of the wood mouse *Apodemus sylvaticus* in Southern England: Levels of infection, species richness and interactions between species. *Journal of Helminthology* **97** (2023).
109. Lorvelec, O., Rolland, P., le Quilliec, P., et al. Discovery of the bank vole (*Myodes glareolus*) on Ushant Island (Brittany, France). *Mammalia* **83**, 496–500 (2019).
110. Loos-Frank, B. An up-date of Verster's (1969) "Taxonomic revision of the genus *Taenia* Linnaeus" (Cestoda) in table format. *Systematic Parasitology* **45** (2000)
111. Loos-Frank, B. Re-description and Occurrence of *Taenia m. martis* (Zeder, 1803) Wahl, 1967 in definitive and intermediate hosts of Southwest Germany. *Zool. Jb. Syst.* **121**, 137–158 (1994)
112. Loos-Frank, B. & Zeyhle, E. Zur Parasitierung von 3603 Rotfüchsen in Württemberg. *Z. Jagdwiss.* **27**, 258–266 (1981)

113. Loos-Frank, B. & Zeyhle, E. Parasitology Research The Intestinal Helminths of the Red Fox and Some Other Carnivores in Southwest Germany. *Parasitenkunde* (1982)
114. Loxton, K. C., Lawton, C., Stafford, P., *et al.* Parasite dynamics in an invaded ecosystem: Helminth communities of native wood mice are impacted by the invasive bank vole. *Parasitology* **144**, 1476–1489 (2017)
115. Makova, K.D., Nekrutenko, A. & Baker, R.J. Evolution of microsatellite alleles in four species of mice (genus *Apodemus*). *J. Mol. Evol.* **51**, 166–172 (2000)
116. Marangi M., Zechini B., Fileti A., *et al.* *Hymenolepis diminuta* infection in a child living in the urban area of Rome, Italy. *Journal of Clinical Microbiology* **41**, 3994–3995 (2003)
117. Marchlewska-Koj, A. & Kapusta, J. Chapter 21 - Vocalization of Adult Bank Voles, *Handbook of Behavioral Neuroscience*, **25**, 217-225, (2018)
118. Marsh, A.C., S. Poulton & S. Harris. The Yellow-necked Mouse *Apodemus flavicollis* in Britain: status and analysis of factors affecting distribution. *Mammal Review* **31**, 203-227 (2001)
119. Martin, G. The role of small ground-foraging mammals in topsoil health and biodiversity: Implications to management and restoration. *Ecological Management and Restoration* **4**, 114–119 (2003)
120. Martini, M., Dumendiak, S., Gagliardo, A., *et al.* Echinococcus multilocularis and Other Taeniid Metacestodes of Muskrats in Luxembourg: Prevalence, Risk Factors, Parasite Reproduction, and Genetic Diversity. *Pathogens* **11** (2022)
121. Martiniaková, M., Omelka, R., Grosskopf, B. *et al.* Yellow-necked mice (*Apodemus flavicollis*) and bank voles (*Myodes glareolus*) as zoomonitors of environmental contamination at a polluted area in Slovakia. *Acta Veterinaria Scandinavica* **52** (2010)
122. Massoud, D., Lao-Pérez, M., Ortega, E., *et al.* Divergent seasonal reproductive patterns in syntopic populations of two murine species in southern Spain, *Mus spretus* and *Apodemus sylvaticus*. *Animals* **11**, 1–16 (2021)
123. Matskási, I., Mészáros, F., Murai, E. *et al.* Trematoda, Cestoda, Nematoda, Siphonaptera (1996)
124. Mazeika, V., Paulauskas A. & Balčiauskas L.. New data on the helminth fauna of rodents of Lithuania. *Acta Zoologica Lithuania*, **13** (1): 41-47, (2003)

125. Mazurkiewicz, M. Factors influencing the distribution of the bank vole in forest habitats. *Acta Theriologica* **39**, 113–126 (1994)
126. Michaux, J. R., Libois, R., Paradis, E. et al. Phylogeographic history of the yellow-necked fieldmouse (*Apodemus flavicollis*) in Europe and in the Near and Middle East. *Molecular Phylogenetics and Evolution* **32**, 788–798 (2004)
127. Michaux, J. R., Libois, R. & Filippucci, M. G. So close and so different: Comparative phylogeography of two small mammal species, the Yellow-necked fieldmouse (*Apodemus flavicollis*) and the Woodmouse (*Apodemus sylvaticus*) in the Western Palearctic region. *Heredity* **94**, 52–63 (2005)
128. Miljević, M., Rajičić, M., Umhang, G., et al. Cryptic species *Hydatigera kamiyai* and other taeniid metacestodes in the populations of small mammals in Serbia. *Parasites and Vectors* **16**, (2023)
129. Miller, A. L., Olsson, G., Sollenberg, S., et al. Transmission ecology of taeniid larval cestodes in rodents in Sweden, a low endemic area for *Echinococcus multilocularis*. *Parasitology* **144**, 1041–1051 (2017)
130. Mitchell-Jones, A.J., Amori, G., Bogdanowitz, W., et al. The Atlas of European Mammals. *Poyser*, (1999)
131. Moore, H., Dvoráková, K., Jenkins, N., et al.: Exceptional sperm cooperation in the wood mouse. *Nature*. **418(6894)**: 174–177, (2002)
132. Niedringhaus, K.D., Ganoe, L.S., Lovallo, M., et al. Fatal infection with *Versteria* sp. in a muskrat, with implications for human health. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation* **34**, 314–318 (2022)
133. Nakao, M., Lavikainen, A., Yanagida, T. et al. Phylogenetic systematics of the genus *Echinococcus* (Cestoda: Taeniidae). *International Journal for Parasitology* **43**, 1017–1029 (2013)
134. Ondříková, J., Miklišová, D., Ribas, A. et al. The helminth parasites of two sympatric species of the genus *Apodemus* (Rodentia, Muridae) from south-eastern Slovakia. *Acta Parasitologica* **55**, 369–378 (2010)
135. Orlov, V.N., Bulatova, N.S.H., Nadjafova, R.S. et al. Evolutionary classification of European wood mice of the subgenus *Sylvaemus* based on allozyme and chromosome data. *Bonn. Zool. Beitr.* **46**, 191–202 (1996)
136. Parker, G. A., Chubb, J. C., Ball, M. A., et al. Evolution of complex life cycles in helminth parasites. *Nature* **425**, 480–484 (2003)

137. Pelikán, J. Vergleich einiger populations dynamischen Faktoren bei *Apodemus sylvaticus* L. und *A. microps* Kr. et Ros. *Zeitschrift für Säugetierkunde*, **29**: 242–251 (1964)
138. Pelikán, J. Estimation of population density in small mammals. In: Petrusiewicz E.D.K.: Secondary Productivity of Terrestrial Ecosystems. Warszawa, *Panstwowe Wydawnictwo Naukowe*, 167–273 (1976)
139. Pokarzhevskij, A.D. Geochemical ecology of terrestrial animals Moscow. *Nauka Publ House*, (1985)
140. Poulin, R., & Leung, T. L. F. Body size, trophic level, and the use of fish as transmission routes by parasites. *Oecologia* **166**, 731–738 (2011)
141. Prokopič, J.: Helminthofauna u šelem Československa. *Československá parasitologie* **12**, 207-225 (1965)
142. Prokopič, J. Some notes on the distribution and life history of the Cestode *Taenia martis* (Zeder, 1803). *Helminthologia* **11**, 1-4 (1970)
143. Pucek, Z., Jędrzejewski, W., Jędrzejewska, B. *et al.* Rodent population dynamics in a primeval deciduous forest (Białowieża National Park) in relation to weather, seed crop, and predation. *Acta Theriologica* **38**, 199–232 (1993).
144. Rausch, R. L. Family Taeniidae Ludwig, 1886. In: Khalil, L. F., Jones, A. and Bray, R. A. (eds.). *Keys to the cestode parasites of vertebrates*. 665–672 (1994)
145. Reichstein, H. Untersuchungen zum Aktionsraum und zum Revierverhalten der Feldmaus *Microtus arvalis* (Pall.). *Zeitschrift für Säugetierkunde-International Journal of Mammalian Biology* **25**, 150–169 (1960)
146. Reperant, L. A., Hegglin, D., Tanner, I., *et al.* Rodents as shared indicators for zoonotic parasites of carnivores in urban environments. *Parasitology* **136**, 329–337 (2009)
147. Ribas, A., Torre, I., Feliu, C., *et al.* Helminth communities of the bank vole *Myodes glareolus* in two populations: Montsenyu natural park (NE Spain) and Pi Natural reserve (French Pyrenees). *Rev. Ibero-Latinoam. Parasitol. Int.* **1**, 73–89 (2009)
148. Roberts, L.S. & Janovy, J.Jr. Foundations of Parasitology. 7th ed. *McGraw-Hill Companies, Inc., New York*. (2005)
149. Sáez-Durán, S., Debenedetti, Á., Sainz-Elipe, S., *et al.* Ecological analysis of the helminth community of the wood mouse, *Apodemus sylvaticus*, along an 18-year post-fire regeneration period in a mediterranean ecosystem. *Animals* **11**, (2021)

150. Shanebeck, K. M., Bennett, J., Green, S. J., *et al.* A new species of *Versteria* (Cestoda: Taeniidae) parasitizing *Neogale vison* and *Lontra canadensis* (Carnivora: Mustelidae) from Western Canada. *Journal of Helminthology* **98**, (2024)
151. Schaerer, O. Die Metacestoden der Kleinsäuger (Insectivora und Rodentia) und ihre Wirtsarten, Verbreitung und Häufigkeit im Kanton Thurgau (Schweiz) (1987)
152. Smyth, J. D. & Smyth, M. M. Self insemination in *Echinococcus granulosus in vivo*. *Journal of Helminthology* **43**, 383–388 (1969)
153. Soveri, T., Henttonen, H., Rudbäck, E., *et al.* Disease patterns in field and bank vole populations during a cyclic decline in central Finland. *Comp. Immunol. Microbiol. Infect. Dis.* **23**, 73–89 (2000)
154. Stakheev, V. V., Obolenskaya, V. E., Fomina, S. E. *et al.* Geographic distribution of *Microtus arvalis* and *Microtus rossiaemeridionalis* in Eastern Europe. *Russian Journal of Theriology* **22**, 53–61 (2023)
155. Stanko, M. Notes on the litter size of *Microtus arvalis* (Arvicolidae) from the East Slovakia lowland. (1996)
156. Stejskal, F. Echinokokové infekce- vzácná postižení jater- editorial. *Vnitřní lékařství* **61(6)**, 509-510 (2015)
157. Stenseth, N. C. & Stenseth, N. C. Geographic distribution of *Clethrionomys* species. *Ann. Zool. Fennici* **22** (1985).
158. Stopka P. & Macdonald D.W. Way-marking behaviour: an aid to spatial navigation in the wood mouse (*Apodemus sylvaticus*). *BMC Ecol.*, **3(1)**, 3 (2003)
159. Suchomel, J. Contribution to the knowledge of *Clethrionomys glareolus* populations in forests of managed landscape in Southern Moravia (Czech Republic), *J. For. Sci.*, **53(7)**, 340- 344 (2007)
160. Suchomel, J. Contribution to the knowledge of *Apodemus sylvaticus* populations in forests of the managed landscape of Southern Moravia (Czech Republic). *Journal of Forest science* **54(8)** 370-376 (2008)
161. Svobodová, V. Výskyt tasemnic rodu *Echinococcus* u zvířat v České republice. *Echinokokové infekce* (2014)
162. Štěřba, J. & Baluš, V. First record of *Strobilocercus fasciolaris* (Taeniidae-larvae) in man. *Folia parasitologica (Praha)* **23**, 221-226 (1976)

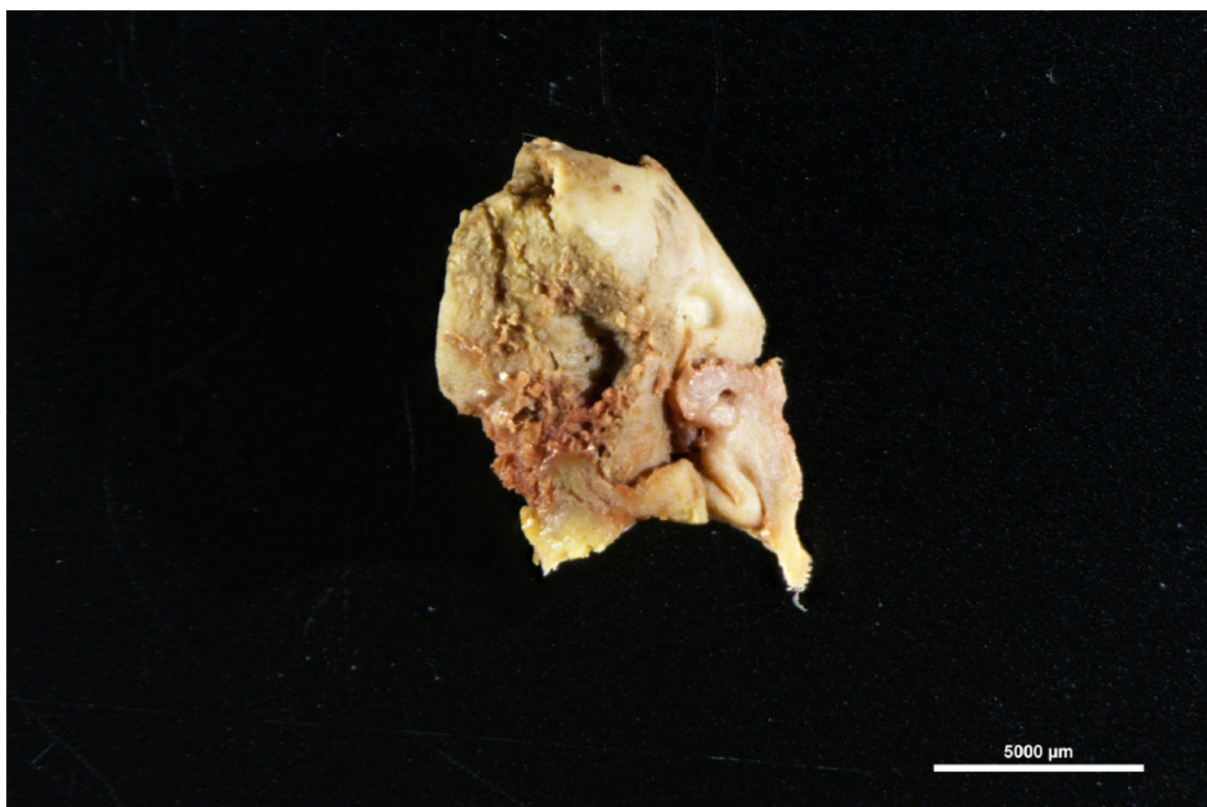
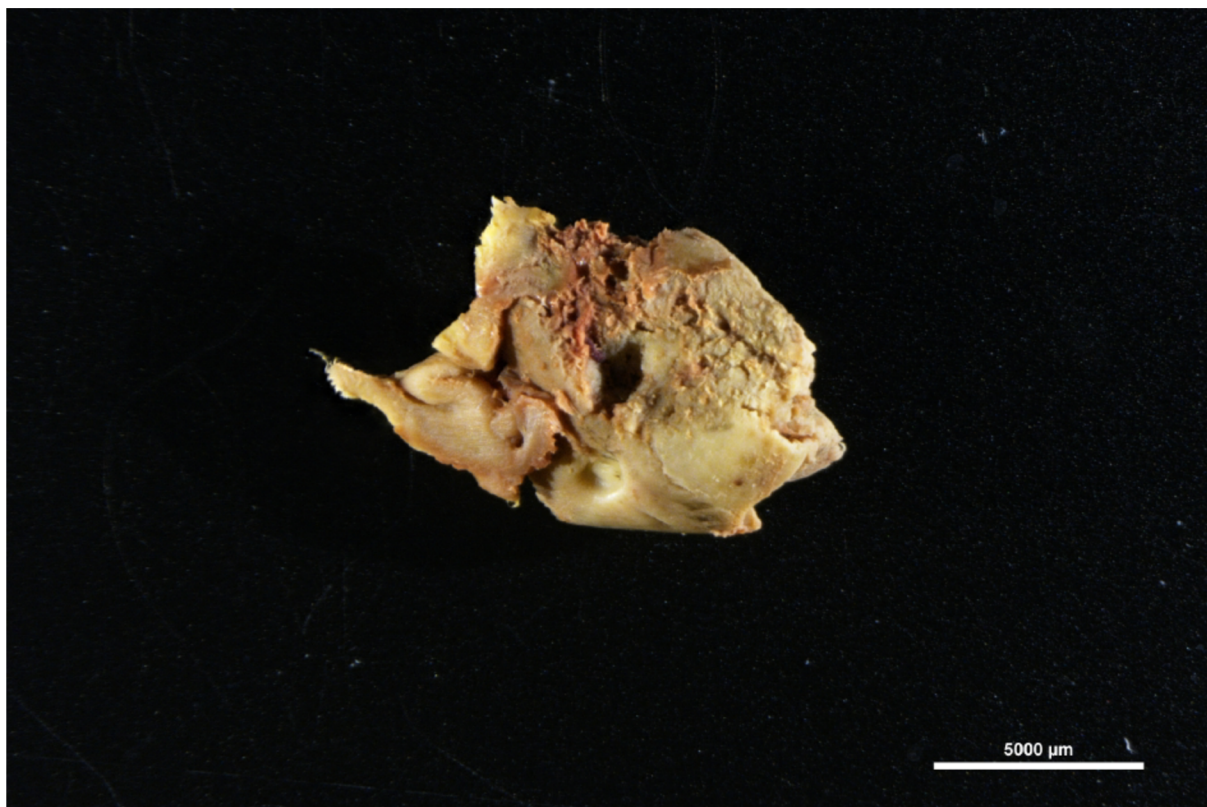
163. Taylor P. J., Arntzen L., Hayter M., *et al.* Understanding and managing sanitary risks due to rodent zoonoses in an African city: Beyond the Boston Model. *Integr. Zool.* **3**, 38–50 (2008)
164. Tenora, F., Andreassen, J., Hindsbo, O., *et al.* Helminths of small rodents in Denmark. *Helminthologia* **28**, 151–154 (1991)
165. Tenora, F. Corrections in the taxonomic position of the helminth-fauna of *Apodemus* spp. (Rodentia) in the Czech republic. LII (2004)
166. Tenora, F. & Staněk, M. Další nález tasemnice *Taenia martis* (Zeder, 1803)- Prazita Ondatry pižmové- v Československu. *Acta universitatis agriculturae* **11** (1992)
167. Thompson A. R. C. Biology and systematics of *Echinococcus*. *CAB International, Wallingford*. 1–50 (1995)
168. Thompson A. R. C. The molecular epidemiology of *Echinococcus* infections. *Pathogens* **9**, 1–9 (2020)
169. Tinnin, D. S., Ganzorig, S. & Lyell Gardner, S. Helminths of Small Mammals (Erinaceomorpha, Soricomorpha, Chiroptera, Rodentia, and Lagomorpha) of Mongolia. (2011)
170. Tinsley, C.R. Parasitism and hostile environments. *Parasitism and Ecosystems*. 85-112 (2005)
171. Torre, I. & Arrizabalga, A. Habitat preferences of the bank vole *Myodes glareolus* in a Mediterranean mountain range. *Acta Theriol.* **53**, 241-250 (2008)
172. Ursin, E. Geographical variation in *Apodemus sylvaticus* and *A. flavicollis* (Rodentia, Muridae) in Europe, with special reference to Danish and Latvian populations. *Biol. Skr. Dan. Vid. Sel.* **8**, 1–46 (1956)
173. Volf, P., Horák, P., Čepička, I., *et al.* Paraziti a jejich biologie. *Praha: Triton* (2007).
174. Yousefi, A., Eslami, A., Mobedi, I., *et al.* Helminth Infections of House Mouse (*Mus musculus*) and Wood Mouse (*Apodemus sylvaticus*) from the Suburban Areas of Hamadan City, *Western Iran.* **9** (2014)
175. Wahl, E., Etude parasito-ecologique des petits mammiferes (Insectivores et Rongeurs) du val de l'Allondon (Geneve). *Rev. Suisse Zool.* **74**, 129–188 (1967)
176. Wójcik, M.A. Genetic variation in a fluctuating population of the yellow-necked mouse *Apodemus flavicollis*. *Acta Theriologica* **38(3)**, 273-290 (1993)

177. Zapletal, M., Obdržálková, D., Pikula, J., *et al.* Geographic distribution of the field vole (*Microtus arvalis*) in the Czech Republic. *Plant Prot. Sci.* **35**, 139–146 (1999)
178. Zejda, J., Zapletal, M., Heroldová, M. *et al.* Analysis of the early spring sample from a common vole population (*Microtus arvalis*). **35**, 247–252 (2004)
179. Zejda, J., Zapletal, M., Pikula, J., *et al.* Hlodavci v zemědělské a lesnické praxi. *Agrospoj s.r.o.*, Praha. (2002)
180. Zhigalskii, O. A. Seasonal dynamics of bank vole population in Udmurtya. *Vestnik Udmurtskogo Universiteta*, **4**, 64-70, (2012)
181. Zima J., Hrabě V., Štěřba O., *et al.* Drobní savci kotliny Siedmych prameňov v Belianskych Tatrách. *Zborn. Prác Tatran. Nár. Parku*, **25**, 29–46 (1984)
182. Zykov, S. & Izvarin, E. Variations in dental morphologies of yellow-necked mouse (*Apodemus flavicollis* Melchior, 1834) from Nizhneirginsky Grotto sediments (Middle Urals) in a phylogeographical context. *Quaternary International* **546**, 152–159 (2020)

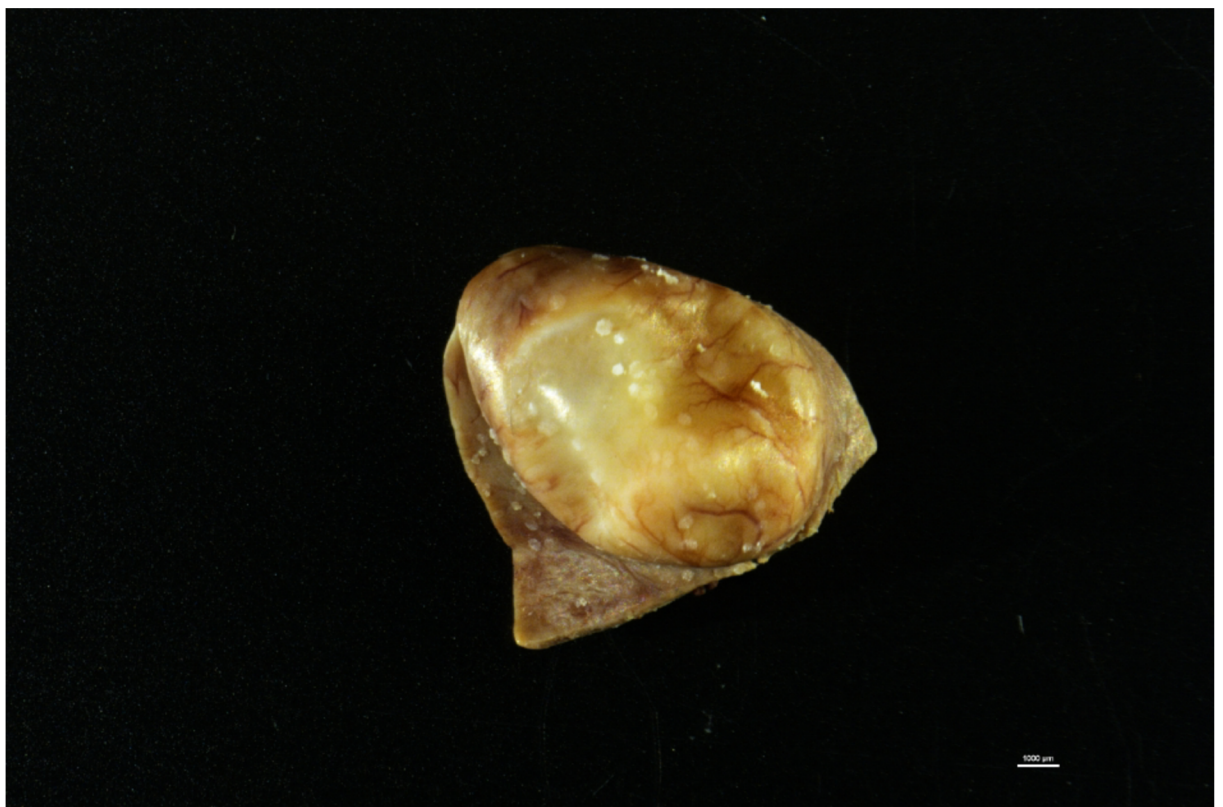
10. Samostatné přílohy



Fragmenty vzorku S210764: *Hydatigera kamiyai*.



Vzorek S221016: *Versteria mustelae*.



Vzorek S221021: *Hydatigera kamiyai*.