

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra ochrany lesa a entomologie



**Fakulta lesnická
a dřevařská**

**Analýza poměru pohlaví a přítomnosti
patogenů kůrovce *Taphrorychus bicolor* ve
feromonových lapačích**

Diplomová práce

Autor: Bc. Ivana Henzlová

Vedoucí práce: doc. Mgr. Karolina Resnerová Ph.D.

2023

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: „Analýza poměru pohlaví a přítomnosti patogenů kůrovce *Taphrorychus bicolor* ve feromonových lapačích“ vypracovala samostatně a citovala jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použila, a které jsem rovněž uvedla na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědoma, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jsem si vědoma, že odevzdáním diplomovou práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Lysicích dne 4.4.2023

Bc. Ivana Henzlová

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Ivana Henzlová

Lesní inženýrství

Název práce

Analýza poměru pohlaví a přítomnosti patogenů kůrovce *Taphrorychus bicolor* ve feromonových lapačích

Název anglicky

Analysis of the sex ratio and the presence of the bark beetle *Taphrorychus bicolor* pathogens in the pheromone traps

Cíle práce

- popsat letovou aktivitu *T. bicolor* na sledovaném území
- srovnat počet odchycených jedinců *T. bicolor* s intenzitou náletu na těžební zbytky
- zjistit poměr pohlaví jedinců *T. bicolor* odchycených do feromonových lapačů
- zaznamenat přítomnost patogenních organismů ve vnitřních orgánech *T. bicolor*

Metodika

V dubnu budou instalovány napříč studijním územím (3 lokality) v homogenních bukových porostech starších 100 let trojice feromonových lapačů navzájem bicolorinem. Na každé lokalitě budou zároveň ponechány hromady klestu z prořezávek buku. Lapače budou od dubna do srpna v týdenních intervalech vybírány a získané vzorky uchovávány v mrazu. Klest bude kontrolován a po třech týdnech od náletu kůrovců revídován na přítomnost *Taphrorychus bicolor* (3 stupně napadení nebo případně hustota závrťů) a odebrány vzorky brouků. Po ukončení letové aktivity *T. bicolor* budou v laboratoři brouci determinováni a vypitváni pro určení pohlaví a detekci patogenních organismů přítomných ve vnitřních orgánech. Zjištěné patogenní organismy budou vyfotografovány a změřeny pod světelným mikroskopem.

Výsledky terénní a laboratorní studie budou převedeny do tabulkového procesu a následně standardními statistickými metodami srovnány.

Výsledky budou konfrontovány s obdobnými vědeckými pracemi.

Harmonogram

březen-duben 2022 – příprava terénních pokusů

květen-červenec 2022 – odběr a měření materiálu

srpen-prosinec 2022 – zpracování terénních dat, laboratorní analýza a statistické zhodnocení

leden-březen 2023 – předložení literární rešerše, zpracovaných dat a diskuse ke kontrole

Doporučený rozsah práce

50 stran včetně příloh

Klíčová slova

bicolorin; feromonové lapače; hřístice; letová aktivita; těžební zbytky

Doporučené zdroje informací

- Astashko, D. A., Ulashchik, E. A., & Tyvorskii, V. I. (2013). Synthesis of (±)-bicolorin, the aggregation pheromone of beech bark beetle *Taphrorychus bicolor*. *Russian Journal of Organic Chemistry*, 49(12), 1803–1806. <https://doi.org/10.1134/S1070428013120154>
- Corcobado, T., Cech, T.L., Brandstetter, M., Daxer, A., Hüttler, C., Kudláček, T., Jung, M.H., & Jung, T. (2020). Decline of European beech in Austria: Involvement of *Phytophthora* spp. and contributing biotic and abiotic factors. *Forests*, 11(8), 895. <https://doi.org/10.3390/f11080895>
- Kappes, H., & Topp, W. (2004). Emergence of Coleoptera from deadwood in a managed broadleaved forest in central Europe. *Biodiversity and Conservation*, 13(10), 1905–1924. <https://doi.org/10.1023/B:BIOC.0000035873.56001.7d>
- Lakatos, F., & Molnár, M. (2009). Mass mortality of beech (*Fagus sylvatica* L.) in South-West Hungary. *Acta Silvatica et Lignaria Hungarica*, 5, 75–82.
- Takikawa, H., Sano, S., & Mori, K. (1997). Synthesis of (1S,2R,5R)-bicolorin, the aggregation pheromone of male beech bark beetles (*Taphrorychus bicolor*), and its (1R,2R,5S) isomer. *Liebigs Annalen/Recueil*, 12, 2495–2498.
- Tomalak, M., & Filipiak, A. (2014). *Bursaphelenchus fagi* sp. n. (Nematoda: Parasitaphelenchidae), an insect-pathogenic nematode in the Malpighian tubules of the bark beetle, *Taphrorychus bicolor* (Herbst.) (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae), in European beech, *Fagus sylvatica* L. *Nematology*, 16(5), 591–606. <https://doi.org/10.1163/15685411-00002790>
- Tomalak, M., Malewski, T., Gu, J., & Fa-Qiang, Z. (2017). Description of *Bursaphelenchus taphrorychi* sp. n. (Nematoda: Parasitaphelenchidae), the second *Bursaphelenchus* species from larval galleries of the beech bark beetle, *Taphrorychus bicolor* (Herbst.) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), in European beech, *Fagus sylvatica* L. *Nematology*, 19(10), 1217–1235. <https://doi.org/10.1163/15685411-00003121>
-

Předběžný termín obhajoby

2022/23 LS – FLD

Vedoucí práce

Mgr. Karolina Resnerová, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra ochrany lesa a entomologie

Elektronicky schváleno dne 26. 4. 2022

prof. Ing. Jaroslav Holuša, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 31. 8. 2022

prof. Ing. Róbert Marušák, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 22. 09. 2022

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucí své diplomové práce doc. Mgr. Karolině Resnerové, Ph.D., za odborné vedení, vstřícnost, cenné rady a trpělivost. Další poděkování náleží Správě majetku Thienen-Serényi s.r.o za možnost uskutečnění výzkumu. V neposlední řadě patří mé poděkování rodině za podporu při studiu.

Analýza poměru pohlaví a přítomnosti patogenů kůrovce *Taphrorychus bicolor* ve feromonových lapačích

Souhrn:

Diplomová práce se zabývá analýzou poměru pohlaví a přítomností patogenů kůrovce *Taphrorychus bicolor*. Dílčím cílem práce je indikace letové aktivity tohoto kůrovce a dále srovnání intenzity náletu na těžební zbytky s počtem odchycených jedinců.

Na studijních lokalitách byly v březnu instalovány feromonové lapače typu Theysohn s bicolorinem a nedaleko od nich hromady těžebních zbytků. Letová aktivita započala 8. 5. 2022 při průměrné týdenní teplotě 15,1 °C a skončila 21. 8. 2022 při průměrné týdenní teplotě 21,9 °C. Celkem bylo do feromonových lapačů odchyceno 113234 jedinců *Taphrorychus bicolor*. Vrchol letové aktivity nastal v půlce měsíce května a druhý vrchol na přelomu měsíců června a července. Poměr pohlaví samců ku samicím byl stanoven na 1:1,6. U vypitvaných jedinců byla zjištěna přítomnost pěti skupin antagonistů *Menzbieria* sp., *Gregarina* sp., střevní hlístovky, mimostřevní hlístovky a larva endoparazitoida z řádu Hymenoptera. Obecně lze konstatovat, že procento napadení antagonisty bylo nízké. Mezi samci a samicemi nebyly nalezeny rozdíly v infekčních hladinách a procentu napadení antagonisty. Počet závrťů na těžebních zbytcích a počet odchycených jedinců do feromonových lapačů mezi sebou nevykazovali žádný signifikantní vztah. Průměrný počet byl 425 závrťů/m².

Feromonové lapače s bicolorinem je možné využít jako spolehlivý prostředek k monitoringu a indikaci letové aktivity kůrovce *Taphrorychus bicolor*. Nízký počet infikovaných jedinců patogenními organismy nepodporuje využití antagonistů jako účinnou metodu biologického boje. Velké množství ponechaných těžebních zbytků v porostu nabízí vhodné podmínky pro další šíření tohoto kůrovce a může mít za následek jeho přemnožení. Je nutné preventivně a důsledně odstraňovat těžební zbytky s dostatečným předstihem.

Klíčová slova:

bicolorin; feromonové lapače; hlístice; letová aktivita; těžební zbytky

Analysis of the sex ratio and the presence of the bark beetle *Taphrorychus bicolor* pathogens in the pheromone traps

Summary:

This thesis deals with analysis of sex ratio and presence of pathogens of bark beetle *Taphrorychus bicolor*. The partial aim is bark beetle flight activity indication and comparison of population density of beetles on logging residues to number of captured individuals in pheromone traps.

Pheromone traps type Theysohn with bicolorin have been installed at study sites in March 2022 and logging residues were located near to them. Flight activity started on 8th of March 2022 at an average weekly temperature 15,1 °C and finished on 21st of August 2022 at an average weekly temperature 21,9 °C. A total of 113234 individuals of *Taphrorychus bicolor* were caught in pheromone traps. The flight activity culminated in the middle of May and second peak occurred at the turn of June and July. The male/female ratio was determined as 1:1,6. For dissected individuals the presence of five groups of antagonists of *Menzbieria* sp., *Gregarina* sp., intestinal nematodes, extraintestinal nematodes and a larval endoparasitoid from the order Hymenoptera was found. In general it can be stated that the antagonist infestation percentage was low. There was no significant difference between infection levels and antagonist attacks to male and female individuals. There was no significant relation between number of entry holes on logging residues and number of bark beetles caught in pheromone traps. The average number was 425 entry holes/m².

Pheromone traps with bicolorin can be used as a reliable measurement for *Taphrorychus bicolor* monitoring and its flight activity indication. Low number of individuals attacked by pathogenic species does not prove the use of antagonists as an effective way of biological control. A larger amount of logging residues left in stands provides appropriate conditions for further spreading of this bark beetle and can cause its overpopulation. Preventive and consistent removing of logging residues performed well in advance is necessary.

Keywords:

bicolorin; pheromone traps; nematodes; flight activity; logging residues

Obsah

1. Úvod	9
2. Cíle práce	10
3. Literární rešerše	11
3.1 <i>Taphrorychus bicolor</i> – bionomie.....	11
3.2 Antagonisté kůrovců.....	14
3.2.1 Hlístice (Nematoda).....	15
3.2.2 Hromadinky (Apicomplexa).....	16
3.3 Monitoring a obrana.....	18
4. Metodika	19
4.1 Popis sledovaného území.....	19
4.2 Instalace feromonových lapačů a příprava těžebních zbytků.....	20
4.3 Výběr lapačů a kontrola těžebních zbytků.....	21
4.4 Počítání závrťů na těžebních zbytcích.....	22
4.5 Laboratorní zpracování.....	23
4.6 Analýza dat.....	24
5. Výsledky	25
5.1 Letová aktivita <i>Taphrorychus bicolor</i> na sledovaném území.....	25
5.2 Srovnání počtu odchycených jedinců <i>Taphrorychus bicolor</i> s intenzitou náletu na těžební zbytky.....	28
5.3 Patogenní organismy a další antagonisté ve vnitřních orgánech.....	30
5.3.1 Porovnání přítomnosti antagonistů u samic a samců.....	34
5.3.2 Měření délek zjištěných antagonistů.....	35
6. Diskuse	36
7. Závěr	41
8. Přehled literatury a použitých zdrojů	42
9. Seznam obrázků a tabulek	48

1. Úvod

Probíhající klimatická změna působí na lesní prostředí zejména nadprůměrnými teplotami, dlouhodobým srážkovým deficitem, oslabuje vitalitu stromů a otevírá tak vstupní bránu pro rozvoj škůdců a patogenů. Na území nejen České republiky, ale téměř celé Evropy a částečně i Asie probíhá kůrovcová kalamita nebývalých rozměrů (Lubojacký et al., 2019). S ohledem na současný stav klimatu však nejsou predikce na zlepšení příliš reálné a předpokládá se, že vliv podkorního hmyzu na lesní ekosystémy bude mít stále rostoucí charakter (Seidl et al., 2017).

Buk lesní (*Fagus sylvatica* L.) je s 9,3 % naší nejzastoupenější listnatou dřevinou (Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství, 2022). I přes moderní trend snížení výsadby smrku a nahrazování ho listnatými dřevinami je nutné si uvědomit, že ani nejvyužívanější buk není zcela bez škodlivých činitelů (Kunca et al., 2018) a tato náhrada nemusí mít nutně za následek zvýšení odolnosti lesů a o ekonomickém důsledku této náhrady ani nemluvě. Každá dřevina má totiž své biotické škůdce, i když se u nás momentálně v hojné míře nebo prozatím vůbec nevyskytují.

Bukový kůrovec *Taphrorychus bicolor* (Herbst, 1793) na území České republiky způsobuje poškození lokálního charakteru a působené škody na bukových porostech nejsou rozsáhlé, což se ale vlivem klimatické změny může v budoucnu změnit (Barna et al., 2011). Výrazněji byl výskyt tohoto drobného kůrovce na našem území zaznamenán v nedávné době, kdy bylo popsáno jeho přemnožení v korunové části stromů a na pokácených stoletých bucích v aleji v Liberci.

Ke zlepšení současného stavu mohou napomoci metody biologického boje, které zahrnují využívání antagonistů. Navzdory potenciálu antagonistů jako efektivního prostředku biologického boje proti přemnožení kůrovců je jejich význam přehlížen a doposud na ně bylo zpracován pouze omezený počet studií (Wegensteiner et al., 2015).

Právě nedostatek informací o kůrovci *Taphrorychus bicolor* vyskytujícím se na buku lesním, jeho preferencích na hostitelské dřevině a o jeho antagonistech vedly k zpracování této diplomové práce.

2. Cíle práce

- popsat letovou aktivitu *Taphrorychus bicolor* na sledovaném území
- srovnat počet odchytených jedinců *Taphrorychus bicolor* s intenzitou náletu na těžební zbytky
- zjistit poměr pohlaví jedinců *Taphrorychus bicolor* odchytených do feromonových lapačů
- zaznamenat přítomnost patogenních organismů ve vnitřních orgánech *Taphrorychus bicolor*

3. Literární rešerše

3.1 *Taphrorychus bicolor* – bionomie

Taphrorychus bicolor patří mezi polygamní kůrovce čeledi Curculionidae. Dospělí brouci jsou tmavě červenohnědí až černí a dosahují délky 1,6 – 2,5 mm. Samice se vyznačují větším počtem krátkých světlých chloupků na hlavě. Samci mají více klenuté čelo. Další rozdíl mezi pohlavími je tvar zadečku, který je u samic spíše zaoblený a samců rovně zkosený. Tento rozdíl je viditelný při položení brouka na bok (Obr. 1) (Faccoli, 2015). Krovky obou pohlaví jsou zkoseně uťaté (Křístek et Urban, 2013). Larvy jsou, jako u všech kůrovců, beznohé, světlé, s hnědou hlavou (Faccoli, 2015).



Obr. 1 *Taphrorychus bicolor* (nahore samec, dole samice) (foto vlastní)

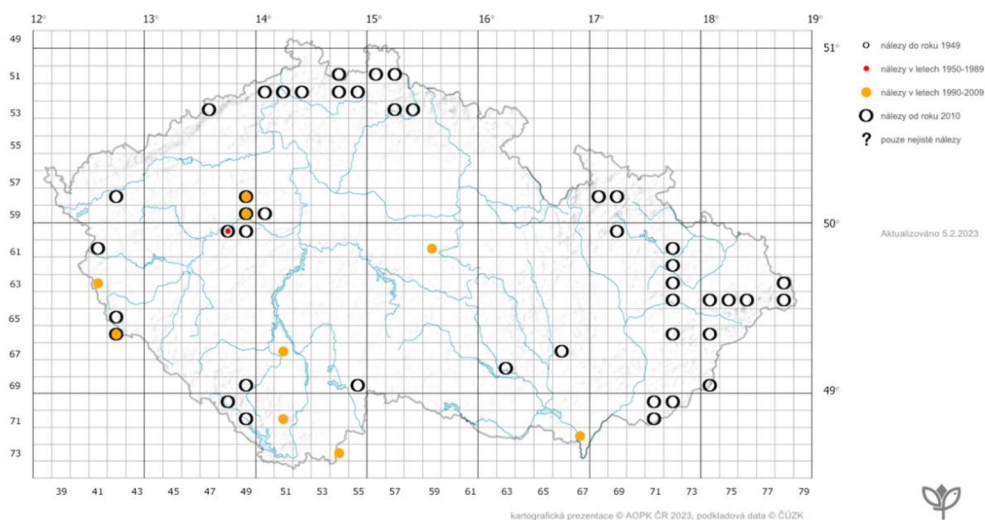
Dle teplotních podmínek má *Taphrorychus bicolor* ročně jednu až dvě generace, které se mohou překrývat (Schönherr et Krautwurst, 1979). Vrcholy letové aktivity připadají na měsíc březen a na přelom měsíců května a června (Muck, 2008; Perny et al., 2008). Prahová teplota pro jarní rojení je 14 °C (Muck, 2008). Vrchol denní letové aktivity nastává okolo 16:00-17:00, což naznačuje jeho vyhýbání se nejvyšším denním teplotám v poledních hodinách (Muck, 2008). Jako u všech polygamních druhů tak i u tohoto drobného kůrovce se do kůry nejprve zavrtávají samci, kteří v kůře vyhledávají rozšířenou snubní komůrku (Křístek et Urban, 2013). Samci následně začnou vylučovat agregační feromon (Kohnle et al., 1987). Po nalétnutí je možné nalézt závrtky o velikosti asi 1 mm a v jejich okolí jemné světle hnědé drtinky, ze kterých lze pomocí chromatografie detekovat tři pro samce specifické pachy. Hlavními složkami agregačního feromonu jsou 2-ethyl-1me5me-6,8 dioxabicyclo-octane a acetofenon, který se nejvíce podílí na lákání samic (Kohnle et al., 1987, Francke et al., 1995). Oplodněné samice kladou 5-8 vajíček podélně na matečnou chodbu. Larvální chodby jsou krátké. Tvar požerku je hvězdicovitý, ale s ohledem na to, že dochází ke křížení chodeb bývá tvar požerku značně neuspořádaný (Faccoli, 2015). Podobně jako u většiny kůrovců je délka vývojového cyklu závislá na teplotě, v kůře tak dochází k přezimování téměř všech vývojových stadií (kromě vajíček) (Schönherr et Krautwurst, 1979).

Hlavní hostitelská dřevina je buk lesní (*Fagus sylvatica* L.) ojedinele však mohou být napadeny i další listnaté dřeviny jako jsou například habry (*Carpinus* sp.), duby (*Quercus* sp.), břízy (*Betula* sp.), topol osika (*Populus tremula* L.) a ořešák královský (*Juglans regia* L.) (Faccoli, 2015).

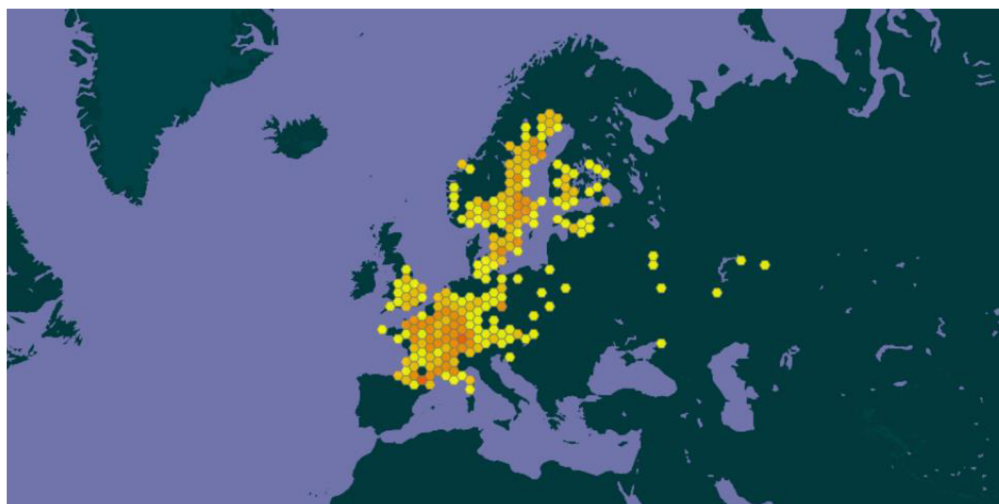
Taphrorychus bicolor napadá zejména odumírající větve, padlé kmeny, suchem stresované stromy a v některých případech i zdravě vypadající (ale velmi pravděpodobně již stresované) buky (Lakatos et Molnár, 2009). Nejatraktivnější jsou zejména stromy vykazující řídké olistění v silně prořídých starých, ale i mladých bukových porostech. Stromy na okraji porostů, na strmých svazích, porosty prořídle a porosty na exponovaných stanovištích jsou označovány jako nejrizikovější vůči napadení bukovým kůrovcem (Muck, 2008).

Rozšíření tohoto kůrovce na území České republiky monitoruje AOPK (Obr. 2). Dále byl jeho výskyt v minulosti zaznamenán zejména v západní a severní Evropě (Obr. 3) (Faccoli, 2015).

Výskyt druhu *Taphrorychus bicolor* podle záznamů v ND OP



Obr. 2 Výskyt *Taphrorychus bicolor* na území ČR (zdroj: www.portal.nature.cz)



Obr. 3 Výskyt *Taphrorychus bicolor* v Evropě (zdroj: www.gbif.org)

Taphrorychus bicolor byl dosud považován za sekundárního škůdce bukových porostů. Do jaké míry jeho význam poroste s měnícím se klimatem a zda se z něj stane primární škůdce bukových porostů je zájmem budoucích studií (Steyer, 2008).

3.2 Antagonisté kůrovců

Mezi přirozené nepřátele kůrovců běžně řadíme makroorganismy, do kterých patří parazitoidi a patogenní mikroorganismy do kterých patří viry, bakterie, houby, háďátka a prvoci (Wegensteiner et al., 2015).

U kůrovců (Scolytinae) bylo doposud popsáno více než 20 druhů patogenů (Wegensteiner et Weiser, 1996; Händel et al., 2003). U většiny autorů se setkáváme spíše s evidencí přirozených nepřátel kůrovců (Wegensteiner, 2004) a proto máme pouze omezené informace o jejich působení na vitalitu napadeného jedince, jeho letovou aktivitu, přezimovací schopnosti a také vliv na jeho fertilitu (Lukášová et Holuša, 2012; Resnerová et al., 2022), přestože mají význam v dynamice populací a ekologii kůrovců (Fuxa et al., 1998; Gokturk et al., 2010). Infekční hladiny patogenních organismů mohou záviset na populační hustotě kůrovců. Při nízké populační hustotě se lýkožrouti neseťkávají s dalšími jedinci mimo požerek a nedojde tak k infikování dalších jedinců (Wegensteiner et Weiser, 1996).

Nejvíce publikací o antagonistech kůrovců pochází z oblasti Evropy a Severní Ameriky v reakci na kůrovcové kalamity a jsou pochopitelně zaměřené na ty druhy kůrovců, které představují největší ekonomické a ekologické riziko pro hospodářské lesy (Wegensteiner et al., 2015). Nejlépe má druhové složení patogenů popsané lýkožrout smrkový *Ips typographus*, u kterého bylo v Evropě zjištěno 10 patogenů. U dalších druhů kůrovců nemáme dostatečně popsáno složení patogenních organismů a jejich účinky na infikovaného jedince nebo dokonce u některých druhů kůrovců tyto informace zcela chybí (Gokturk et al., 2010).

3.2.1 Hlístice (Nematoda)

Entomopatogenní hlístice čeledí Mermithidae, Steinernematidae, Heterorhabditidae jsou efektivně využívány jako metody biologického boje proti druhům hmyzu, který žije ukrytě (Lukášová et Holuša, 2012). Hlístice jsou efektivně využívány proti rozsáhlé škále lesních škůdců jako jsou obaleči, bekyně (Weiser et Mráček, 1988) a podkorní hmyz z čeledi Curculionidae (Duncan et McCoy, 1996; Shapiro et McCoy, 2000). Mráček et Bečvář (2000) udávají souvislost výskytu hlístic s regulací gradací některých škůdců. U kůrovců se hlístice zaslouhují o snížení počtu generací za rok (Massey, 1974).

Přestože hlístice nepatří k běžným parazitům kůrovců, úspěšně je dokáží infikovat (Poinar et Deschamps, 1981) a zasloužit se o negativní dopad na fitness napadených jedinců (Wegensteiner et al., 2015). Počet jednotlivých hlístic uvnitř jednoho brouka může snadno dosáhnout několik stovek kusů (Nickle, 1963). Není proto divu, že napadení brouci vykazují známky snížené kondice (Wegensteiner et al., 2015) a v některých případech může mít právě vysoký počet hlístic v těle brouka za následek i smrt (Yatsenkowsky, 1924; Kaya, 1984). Hlístice ovlivňují velikost plodu brouků tím, že se přímo živí tukovými tělísky nebo gonádami a následně zpomalují vývoj (Wegensteiner et al., 2015). Hlístice do tělní dutiny kůrovců pronikají zejména přirozenými otvory. Po proniknutí do těla jedince hlístice vypustí symbiotické bakterie, které se rozšiřují po těle infikovaného jedince. V těle infikovaného jedince dochází k vývoji hlístic, které se živí právě symbiotickými bakteriemi. Po spotřebování všech zdrojů potravy infekční larvy opouštějí tělo hostitele. Infekční larvy následně žijí volně v půdě nebo aktivně vyhledávají nového hostitele (Lukášová et Holuša, 2012).

Entomopatogenní hlístice jsou široce polyfágní, mohou tedy napadat široké spektrum hmyzích škůdců (Landa, 2002). Massey (1974) ve své studii uvádí až 30 různých druhů hlístic nalezených u *Dendroctonus adjunctus* (Blandford, 1897). U jedinců tohoto druhu Takov a Pilarska (2008) uvádí napadení hlísticemi až 91 %. Průměrná nákaza kůrovců střevními hlísticemi se pohybuje kolem 50 % (Wegensteiner et Weiser, 1996; Kereselidze et al., 2010)

3.2.2 Hromadinky (Apicomplexa)

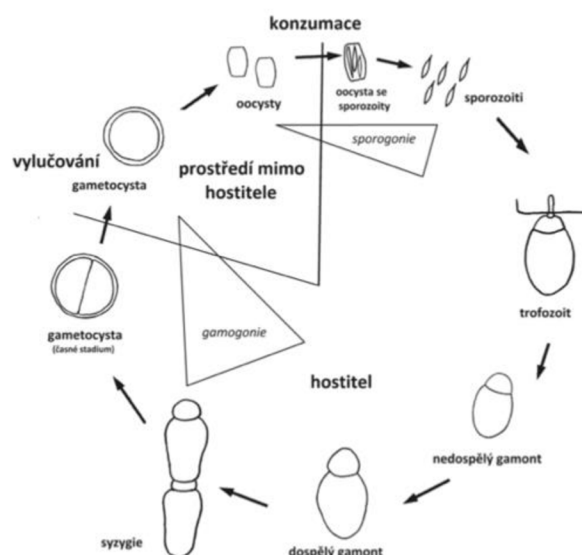
Hromadinky řadíme mezi běžné parazity bezobratlých živočichů, které zahrnují tři skupiny: Archigregarinida, Eugregarinida a Neogregarinida (Théodoridés, 1984). Jejich význam se při použití v rámci biologického boje proti hmyzím škůdcům často označuje jako omezený. U některých druhů *Gregarina* je jejich vztah k hostiteli dokonce popisován jako komenzálismus tzn., že jeden má ze vztahu prospěch, zatímco druhý není ovlivněn. Například zástupci řádu Neogregarinida mají tak omezené možnosti přenosu, že k dalšímu přenosu nákazy dochází až po uhynutí a rozkladu těl hostitelů (Lukášová et Holuša, 2012). I přes tento fakt se předpokládá, že Neogregarinida jsou mnohem virulentnější než Eugregarinida, protože jejich následné množení není závislé na množství pozřených oocyst jako tomu je u Eugregarinid (Yildirim, et Bekircan, 2019).

3.2.2.1 *Gregarina* sp.

Hromadinky rodu *Gregarina* se vyznačují přímým vývojovým cyklem bez potřeby mezihostitele nebo jiného vektoru přenosu (Lukášová et Holuša, 2012). Hmyz je obvykle infikován při požití oocyst obsažených v trusu infikovaného hostitele nebo z jiných částí rozkládajících se těl. K infekci hostitele dochází zejména v blízkosti požerku. Nejvýznamnější je horizontální přenos infekce mezi jedinci rodičovské generace obývající jednu snubní komůrku (Yildirim, et Bekircan, 2019). Vývoj pozřených oocyst pokračuje ve střevním epitelu, kde z oocyst uvolnění sporozoiti dorůstají do tzv. trofozoitů (Valigulová et al., 2009). V pohlavní fázi se do dvojic spojují dva trofozoiti. Celý tento proces je zakončen vznikem nové reproduktivní gametocysty. Spolu s trusem vzniklá gametocysta opouští tělo hostitele, kde po dozrání praskne a uvolní stovky infekčních oocyst (Obr. 4) (Lukášová et Holuša, 2012).

Obecně se hromadinkám přikládá vliv na poškození střevního epitelu a následném ovlivnění vylučování. Ve střevním epitelu při vývoji trofozoitů dochází k poškození a vytváří se tak vstupní brána pro další patogeny (Lukášová et Holuša, 2012).

Poškození střevního epitelu však může být vykompenzováno buněčnou regenerací a následný očekávaný negativní dopad na hostitele bude velmi slabý (Lipa, 1967; Lukášová et Holuša, 2012). Při hojném výskytu trofozoitů ve střevě, může jedinec zemřít na jeho ucpání (Lukášová et Holuša, 2012).



Obr. 4 Životní cyklus *Gregarina typographi* (autor: J. Holuša) (Lukášová et Holuša, 2012)

3.2.2.2 *Menzbieria* sp.

Neogregarinida *Menzbieria chalcographi* byla v těle hostitelů detekována z tukového tělesa, Malphigických trubic a střevního epitelu (Yildirim, et Bekircan, 2019). Cysty kulovitého tvaru se v těle infikovaného jedince rozpadají na protáhlé citrusovité spory. Nákaza ovlivňuje infikovaného jedince zejména při výletu z chodeb úživného žíru, ve kterém nakažení jedinci zůstávají. K přenosu na další jedince dochází až po rozložení těla infikovaného jedince (Weiser et al., 2000). Obecně lze patogen *Menzbieria chalcographi* nazvat vzácným patogenem rodu *Ips* (Wegensteiner et Weiser, 2004; Holuša et al., 2009), protože byl doposud odizolován pouze z velmi malého počtu hostitelů (Wegensteiner et Weiser, 2004), přestože autoři Yaman et Radek (2012) uvádějí napadení infekcí *Menzbieria chalcographi* na jedincích lýkohuba smrkového *Dendroctonus micans* (Kugelann, 1794) až 27,3%.

3.3 Monitoring a obrana

Obecně lze zásady ochrany lesních porostů proti kůrovcům a jejich škodlivému působení shrnout do tří základních bodů:

- Odstranění atraktivního materiálu pro vývoj kůrovců z porostů
- Aktivní vyhledávání a asanace napadeného dříví před výletem kůrovců
- Dočišťování ohnisek pomocí odchyťových zařízení (lapáky, feromonové lapače)

Monitoring lze provádět pochůzkou a sledovat jemné hnědé drtinky na větvích nebo kmenech hostitelské dřeviny (Faccoli, 2015). V rozvolněných porostech s dostatkem světla vykazuje *Taphrorychus biolor* pozoruhodně vysoké populační hustoty (Kappes et Werner, 2004).

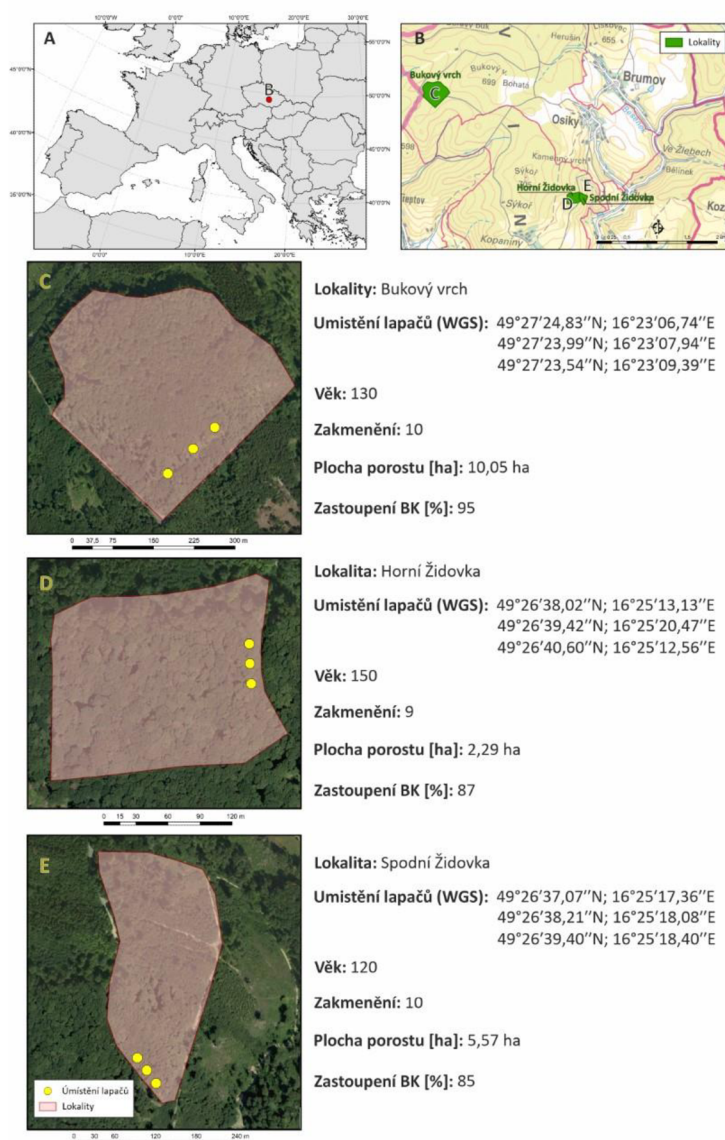
Velké množství ponechaného materiálu v porostu nabízí vhodné podmínky pro další šíření. Materiál vzniklý z probírek zejména od 15-21 cm průměru by měl být odstraněn z porostu, neboť bylo zjištěno podstatně větší osídlení tímto kůrovcem než u potěžebních zbytků menších (5-7 cm) ale i větších dimenzí (40-60 cm průměr) (Muck, 2008).

Výrobce feromonového odparníku Alpha Scents, Inc. doporučuje včasné odstranění napadených stromů. Odříznuté větve nebo celé kmeny je nutné odkornit nebo spálit. Preventivnímu odstraňování těchto materiálů věnujeme zvýšenou pozornost zejména v době nadprůměrných teplot spojených s dlouhodobějším srážkovým deficitem (Lesní ochranná služba, 1999).

4. Metodika

4.1 Popis sledovaného území

Pro studii letové aktivity, poměru pohlaví a přítomnosti patogenů *Taphrorychus bicolor* bylo vybráno území spravované správou majetku Thienen-Serényi s.r.o. nedaleko obce Osiky, nacházející se 44 km severozápadně od Brna. Nadmořská výška se zde pohybuje okolo 577 m n. m. Ve třech porostech s dominantním zastoupením buku lesního (*Fagus sylvatica*), minimálním věkem 100 let a o rozloze minimálně 1 ha byly založeny tři zkušné plochy (Obr. 5).



Obr. 5 A-Umístění lokalit v ČR, B-Vyznačené lokality na území obcí, C-lokalita Bukový vrch, D-lokalita Horní Židovka, E-lokalita Spodní Židovka

4.2 Instalace feromonových lapačů a příprava těžebních zbytků

Na každou lokalitu byla instalována trojice feromonových lapačů typu Theysohn (celkem 9). Samotná instalace proběhla 26. 3. 2022. První z každé trojice lapačů na dané lokalitě byl umístěn 15 m směrem do porostu od prvního zdravého buku. Následně proběhla instalace dalších lapačů ve vzdálenosti 50 a 100 metrů od prvního lapače. Lapač byl zavěšen na kovovou konstrukci do výšky 1,5 m (Obr. 6). Pod lapači byla odstraněna buřeň. Do lapačů byly 9. 4. 2022 vloženy feromonové odparníky s bicolorinem.

Ve vzdálenosti 50 metrů od každého lapače byla umístěna hromada bukových těžebních zbytků v průměrném počtu 15 ks, délka jednotlivého těžebního zbytku se pohybovala okolo 1,58 m a průměrná tloušťka byla 0,05 m (Obr. 7).



Obr. 6 Lapač na lokalitě Horní Židovka



Obr. 7 Hromada těžebních zbytků

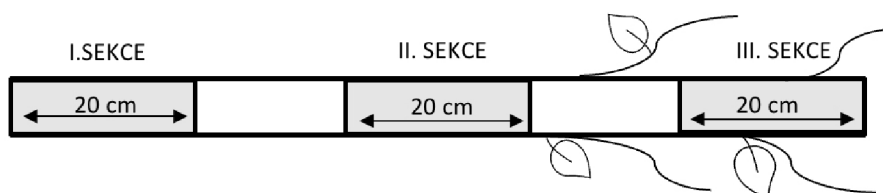
4.3 Výběr lapačů a kontrola těžebních zbytků

V týdenních intervalech byly lapače od 16. 4. 2022 do 28. 8. 2022 vybírány. Entomologický materiál byl přesypán do sáčků označených pořadovým číslem lapače, názvem lokality a datem sběru. Pro udržení vlhkosti byl do sáčku přidán navlhčený kousek vaty. Získané vzorky byly uchovávány v $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

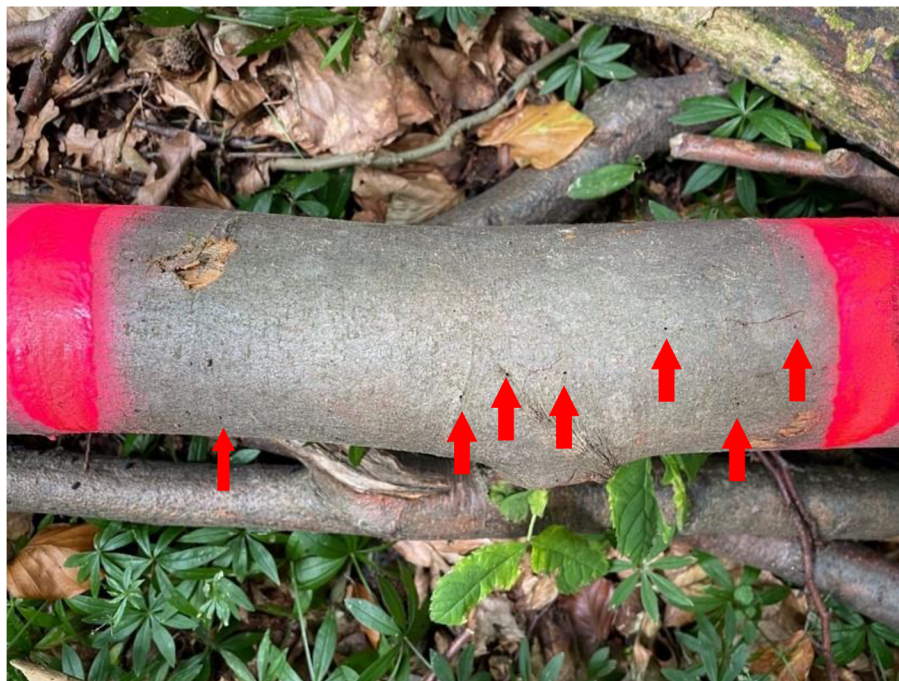
Dne 18. 6. 2022 byl po 10 týdnech vyměněn feromonový odparník s bicolorinem za nový. Zároveň byla kontrolována přítomnost drtinek a závrtů na hromádkách těžebních zbytků.

4.4 Počítání závrtů na těžebních zbytcích

Dne 31. 7. 2022 při zaznamenání ústupu letové aktivity byly spočítány závrtý. Z hromady bylo náhodně vybráno 5 kusů těžebních zbytků odlišných tlouštěk. Každý vybraný těžební zbytek byl rozdělen na 3 sekce. Sekce o délce 20 cm byly označeny na začátku, uprostřed a na konci těžebního zbytku (Obr. 8). V každé označené sekci byl po obvodu spočítán počet závrtů a byl změřen průměr těžebního zbytku v tomto místě (Obr. 9). Dle zjištěných rozměrů byla vypočítána plocha analyzované sekce a přepočítána na m². Všechna data byla zaznamenána do připraveného formuláře.



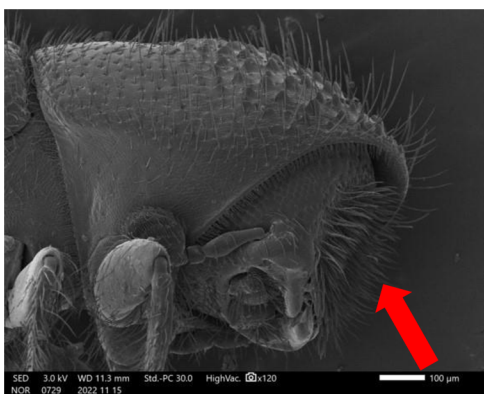
Obr. 8 Rozdělení sekcí na těžebním zbytku



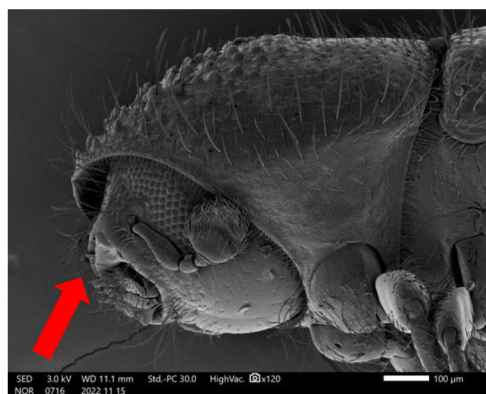
Obr. 9 Označená sekce se závrtý

4.5 Laboratorní zpracování

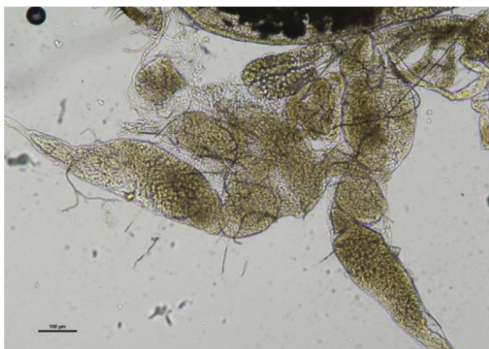
Po ukončení letové aktivity byli brouci v laboratoři determinováni a u každého vzorku byl zjištěn celkový počet odchycených jedinců. „Vzorek“ představuje 1 lapač/1 týden. U vzorku s celkovým počtem jedinců do 500 imag byli brouci sčítáni jednotlivě, u vzorků, které měli odhadem nad 500 jedinců bylo množství počítáno pomocí odměrného válce, kde 1 ml odpovídá 440 ks brouků. Tento přepočít byl několikrát ověřen. U 50 jedinců ze vzorku bylo určeno pohlaví dle determinačních znaků (Obr. 10,11), dále bylo 10 jedinců vypitváno pro detekci patogenních organismů přítomných ve vnitřních orgánech. Pitvání probíhalo pomocí dvou chirurgických pinzet na kapce vody umístěné na podložním sklíčku pod stereomikroskopem OLYMPUS SZ 61. Poté byl vzorek přiklopen krycím sklíčkem a umístěn pod světelný mikroskop NIKON ECLIPSE Ci. Sledováno bylo tukové těleso, pohlavní orgány (Obr. 12,13), hemolymfa, trávicí trakt a Malphigické trubice. Z každé pitvy byl veden detailní záznam o stavu a početnosti patogenních organismů. Nalezené patogenní organismy byly vyfotografovány a změřeny v software NIS ELEMENTS D5. 11.01.



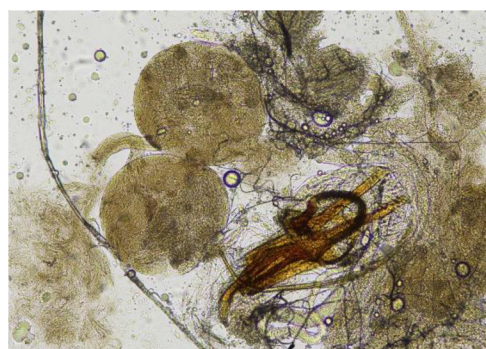
Obr. 10 Hlavní determinační znak samice



Obr. 11 Hlavní determinační znak samce



Obr. 12 Pohlavní orgány samice



Obr. 13 Pohlavní orgány samce

4.6 Analýza dat

Získaná data byla z papírové podoby přepsána do programu Microsoft 365 Excel, kde také byly následně vytvořeny tabulky.

Statistické zpracování dat (mnohonásobná porovnání, Kruskal-Wallisův test, Wilcoxonův párový test, korelace apod.) a grafické zobrazení bylo provedeno v programu TIBCO Statistica® 14.0.1.

5. Výsledky

5.1 Letová aktivita *Taphrorychus bicolor* na sledovaném území

Celkem bylo do feromonových lapačů odchyceno 113234 jedinců *Taphrorychus bicolor*. Odchyty do feromonových lapačů byly na všech třech lokalitách srovnatelné (Obr.14). Nejvíce jedinců bylo odchyceno na lokalitě Horní Židovka a nejméně na lokalitě Spodní Židovka (Tab. 1).

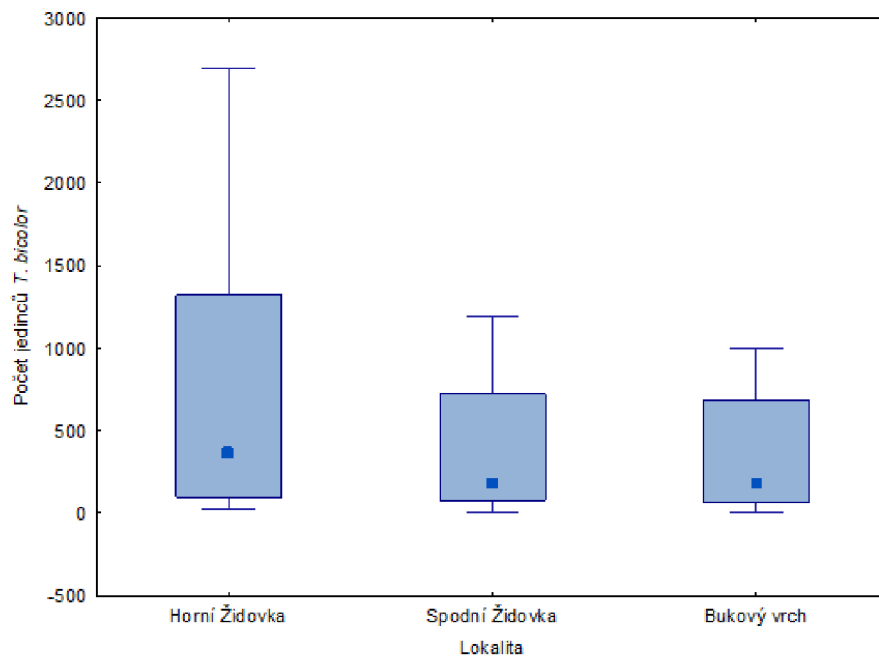
Letová aktivita započala 8. 5. 2022, při průměrné týdenní teplotě 15,1 °C a skončila 21. 8. 2022 při průměrné týdenní teplotě 21,9 °C. Vrchol letové aktivity nastal v půlce měsíce května, kdy bylo odchyceno 42850 jedinců, druhý vrchol letové aktivity nastal na přelomu měsíců června a července. Druhý vrchol letové aktivity byl přerušen z důvodu poklesu teploty (Obr. 15).

Po určení pohlaví dle determinačních znaků byl ve všech vzorcích zjištěn vyšší počet samic než samců (Obr. 16). Celkově bylo determinováno 7291 jedinců z nichž bylo 4488 samic a 2803 samců. Poměr pohlaví samců ku samicím byl stanoven na 1:1,6. Do feromonových lapačů byly statisticky průkazně častěji odchytávány samice (Wilcoxonův párový test: $z = 9,38$; $p < 0,05$; (Obr. 17).

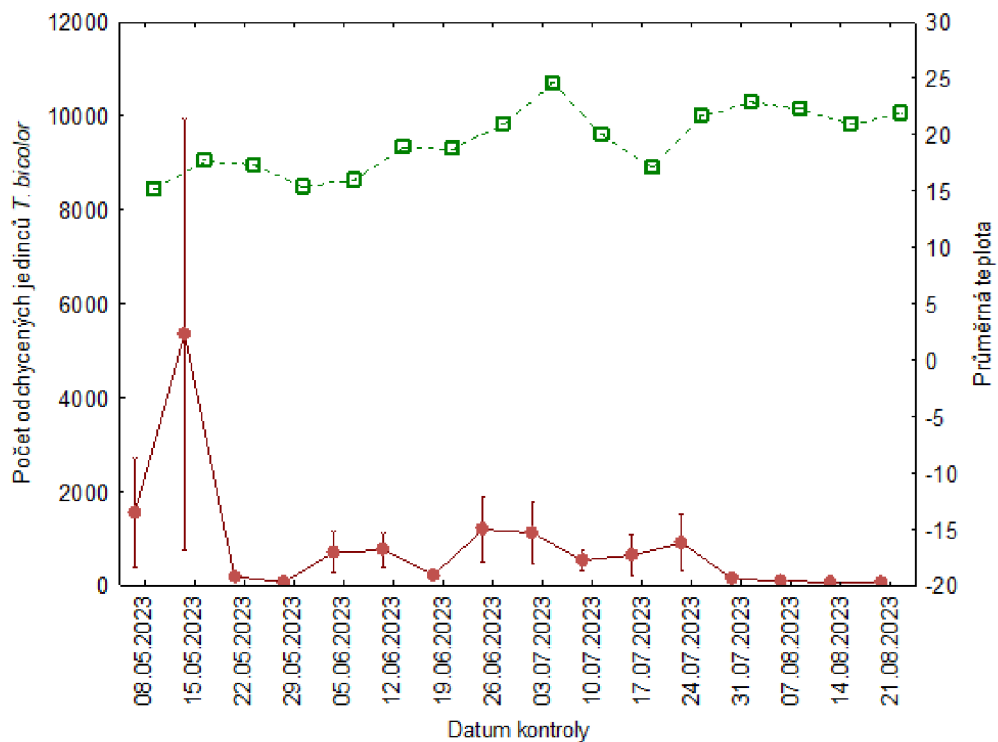
Tab. 1 Počet odchycených jedinců

Lokalita	Horní Židovka			Spodní Židovka			Bukový vrch			Celkem
Lapač	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Počet jedinců	12387	21861	19982	2925	19760	5879	2596	10315	17529	113234
Celkem na lokalitě	54230			28564			30440			

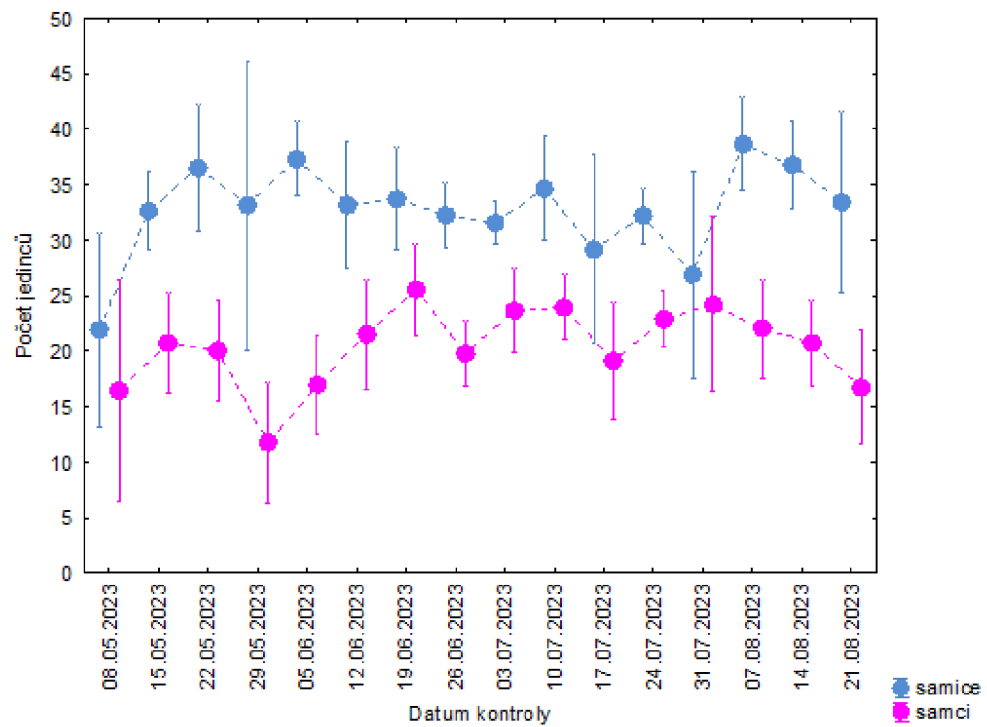
Dále se do feromonových lapačů chytily následující čeledi necílových druhů: Elateridae, Nitidulidae, Mycetophagidae, Carabidae, Leiodidae, Dermestidae, Dermaptera, Cerambycidae, Hymenoptera, Silphidae a Lampyridae v počtu jednotek kusů. Ve feromonových lapačích byla dále zaznamenána hojnější přítomnost predátora kůrovců kornatce dlouhého *Nemozoma elongatum* (Linnaeus, 1761).



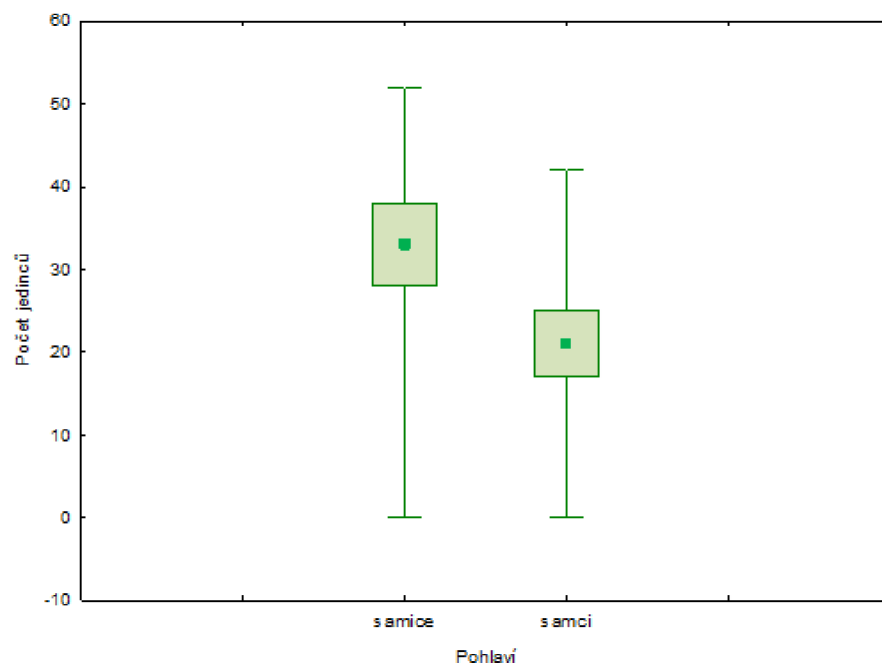
Obr. 14 Srovnání odchytů *Taphrorychus bicolor* do feromonových lapačů na jednotlivých lokalitách výzkumu v roce 2022. Krabici tvoří medián \pm 25-75% kvartil, svorka zobrazuje rozsah neodlehých hodnot.



Obr. 15 Průměrné odchvy *Taphrorychus bicolor* (červená křivka) a vývoj průměrných teplot (zelená křivka) na studijních lokalitách v roce 2022. Graf tvoří průměr \pm 0,95 interval spolehlivosti.



Obr. 16 Průměrné odchyty samců (růžová) a samic (modrá) *Taphrorychus bicolor* na studijních lokalitách v roce 2022. Graf tvoří průměr $\pm 0,95$ interval spolehlivosti.



Obr. 17 Srovnání odchyť samic a samců *Taphrorychus bicolor* do feromonových lapačů během výzkumu v roce 2022. Krabici tvoří medián ± 25 -75% kvartil, svorka zobrazuje minimum a maximum.

5.2 Srovnání počtu odchytených jedinců *Taphrorychus bicolor* s intenzitou náletu na těžební zbytky

Celkem bylo na lokality instalováno 136 kusů těžebních zbytků. Průměrná délka jednoho zbytku byla 1,58 m a průměrná tloušťka 0,05 m. Průměrné napadení bylo 425 závrtů na m² (Tab. 2). Nejvyšší počet závrtů byl zaznamenán na lokalitě Spodní Židovka, kdy byl zjištěn signifikantní rozdíl oproti lokalitě Horní Židovka, další rozdíly nalezeny nebyly (Tab. 3; Obr. 18).

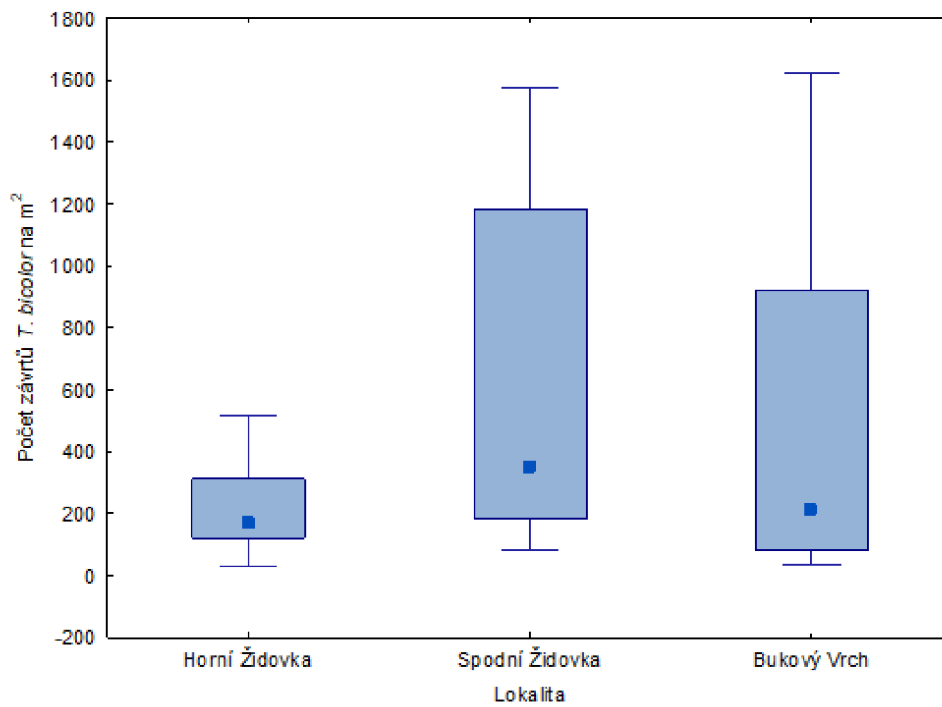
Tab. 2 Popis těžebních zbytků

Lokalita	Zbytků celkem	Průměrná tloušťka (m) ± SD	Průměrná délka (m) ± SD	Průměrný počet závrtů na m ² ± SD
Horní Židovka	57	0,06 ± 0,02	1,25 ± 0,54	219 ± 158
Spodní Židovka	30	0,04 ± 0,01	1,92 ± 0,68	616 ± 731
Bukový vrch	49	0,05 ± 0,02	1,58 ± 0,29	441 ± 574
Průměr	45	0,05 ± 0,00	1,58±0,16	425± 242

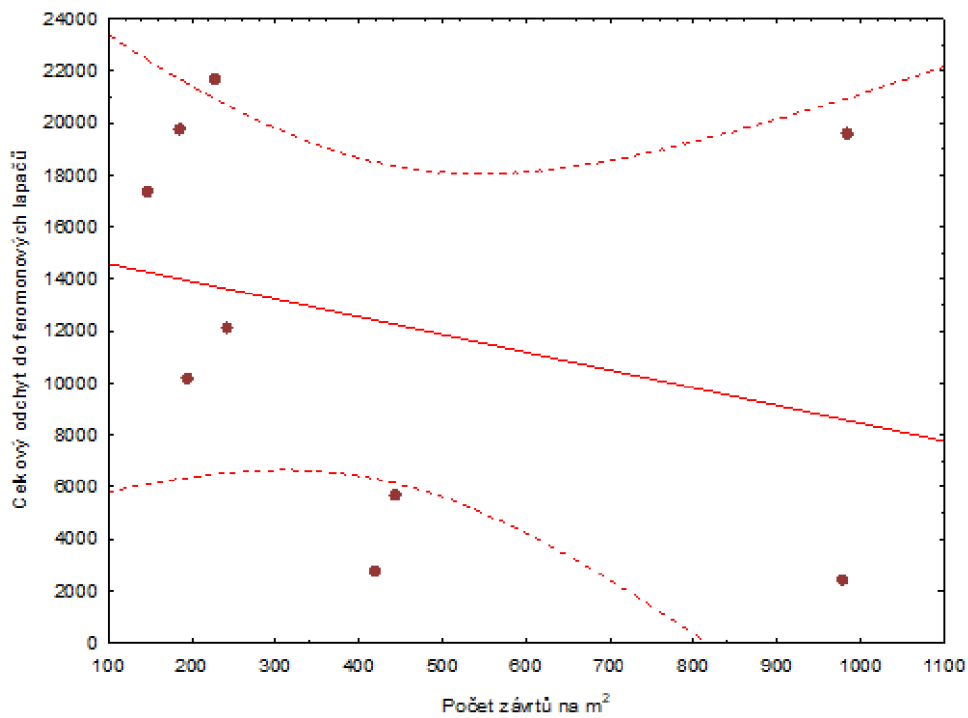
Počet závrtů *Taphrorychus bicolor* a odchyty do feromonových lapačů mezi sebou nevykazovaly žádný signifikantní vztah ($y = 15278,5923 - 6,8273 \cdot x$; $r = -0,30$; $p > 0,05$; $r^2 = 0,09$) (Obr. 19). Obdobně nebyl nálet na těžební zbytky ($y = 1,1771 + 0,0042 \cdot x$; $r = 0,52$; $p > 0,05$; $r^2 = 0,27$) a odchyt do feromonových lapačů ($y = 2,1115 + 6,9018E-5 \cdot x$; $r = 0,20$; $p > 0,05$; $r^2 = 0,04$) ovlivněn objemem ponechaného materiálu.

Tab. 3 Vícenásobné porovnání p hodnot závrtů na těžebních zbytcích na jednotlivých lokalitách v roce 2022 (Kruskal-Wallisův test: $H(2, N=51) = 6,25$ $p < 0,05$)

Závislá: průměrné závrtů	Horní Židovka R:21.43	Spodní Židovka R:33.80	Bukový Vrch R:24.60
Horní Židovka		0.042	1.00
Spodní Židovka	0.042		0.27
Bukový Vrch	1.00	0.27	



Obr. 18 Srovnání počtu závrťů *Taphrorychus bicolor* na těžebních zbytcích na jednotlivých lokalitách výzkumu v roce 2022. Krabice tvoří medián \pm 25-75% kvartil, svorka zobrazuje rozsah neodlehých hodnot.



Obr. 19 Průměrný počet závrťů *Taphrorychus bicolor* na m² a počet odchytených jedinců do feromonových lapačů na studijních lokalitách v roce 2022.

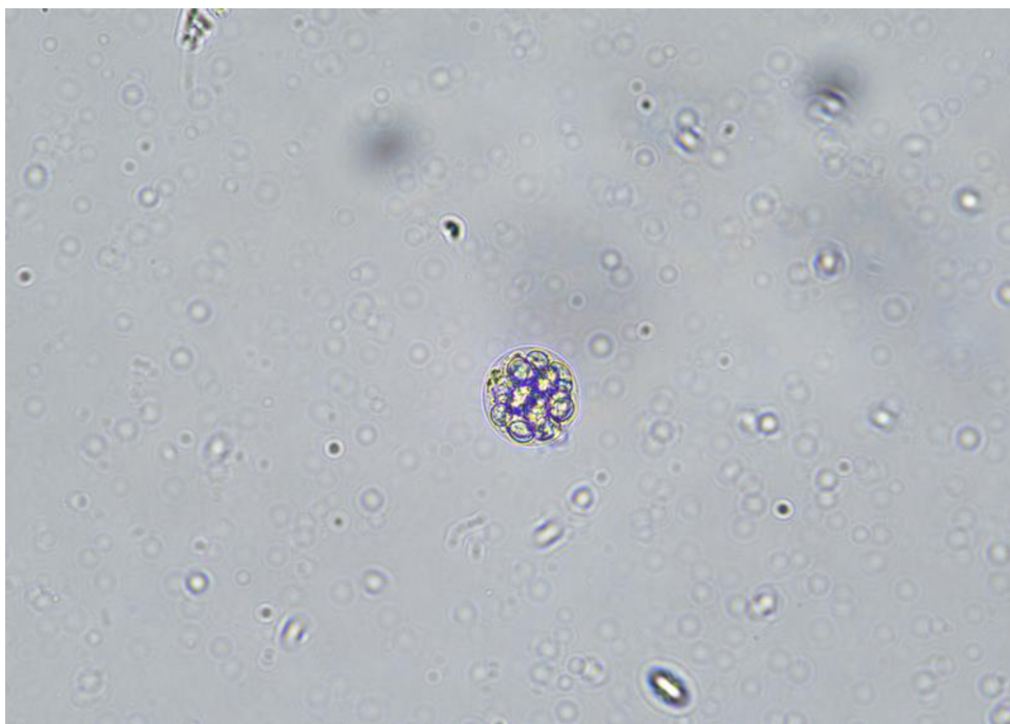
5.3 Patogenní organismy a další antagonisté ve vnitřních orgánech

Celkem bylo vyšetřováno 1274 jedinců *Taphrorychus bicolor* z nichž bylo 757 samic a 517 samců. Ve vnitřnostech byla zjištěna přítomnost pěti skupin antagonistů *Menzbieria sp.* (4 jedinci) (Obr. 20, 21), *Gregarina sp.* (8 jedinců) (Obr. 22, 23), v hojnější míře střevní hlístovky (141 jedinců) (Obr. 24) a mimostřevní hlístovky (78 jedinců) (Obr. 25). Pouze u jednoho vyšetřovaného samce byla zaznamenána přítomnost larvy endoparazitoida z řádu Hymenoptera a nebyla dále analyzována. Procento napadení přirozenými nepřáteli bylo nízké (Tab. 4).

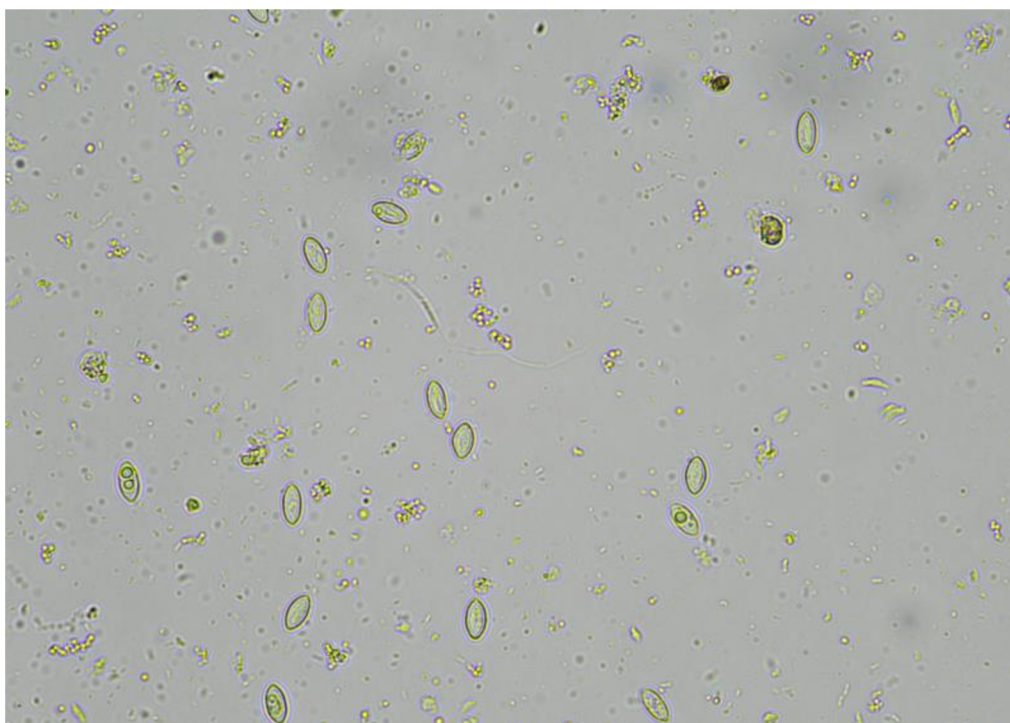
Tab. 4 Zjištění antagonisté

Lokalita	Horní Židovka	Spodní Židovka	Bukový vrch
Počet pitvaných jedinců	450	380	444
Hlístovky střevní (%)	0,13	0,11	0,10
Hlístovky mimostřevní (%)	0,04	0,08	0,07
<i>Gregarina sp.</i> (%)	0,01	-	0,01
<i>Menzbieria sp.</i> (%)	-	0,01	-
Larva endoparazitoida (%)	-	-	0,002

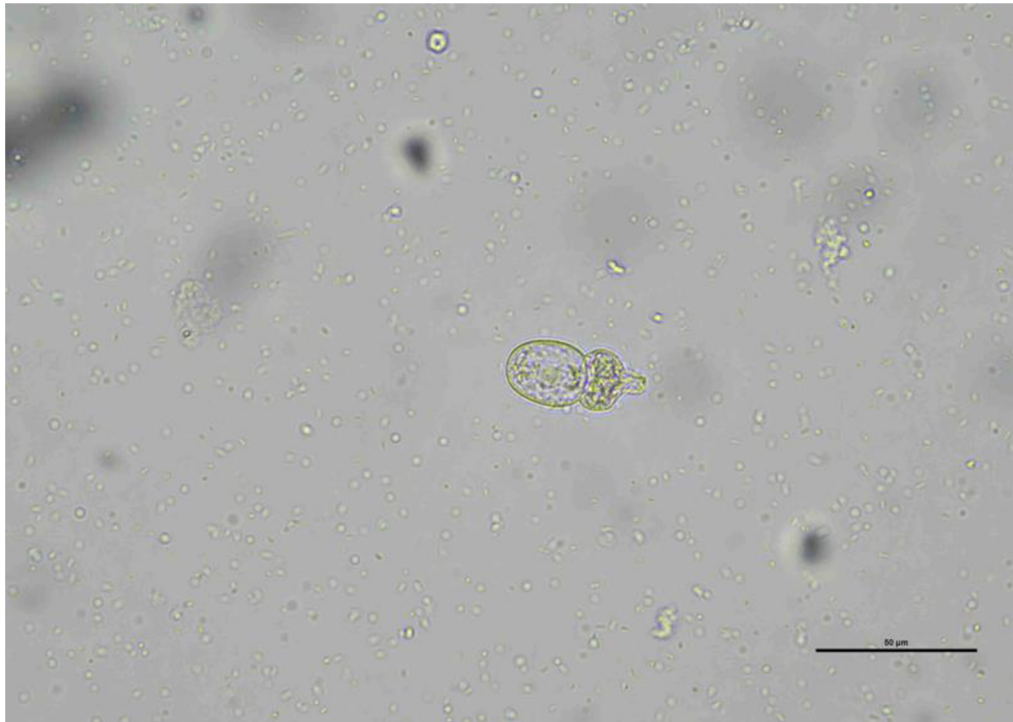
Na jednotlivých lokalitách nebyly zjištěny rozdíly v infekčních hladinách patogenů *Menzbieria sp.* (Kruskal-Wallisův test: $H(2;9) = 0,13$; $p > 0,05$) ani *Gregarina sp.* (Kruskal-Wallisův test: $H(2;9) = 1,20$; $p > 0,05$). Rozdíly nebyly zaznamenány rovněž u míry parazitace střevními (Kruskal-Wallisův test: $H(2;9) = 1,42$; $p > 0,05$) a mimostřevními hlístovkami (Kruskal-Wallisův test: $H(2;9) = 2,49$; $p > 0,05$).



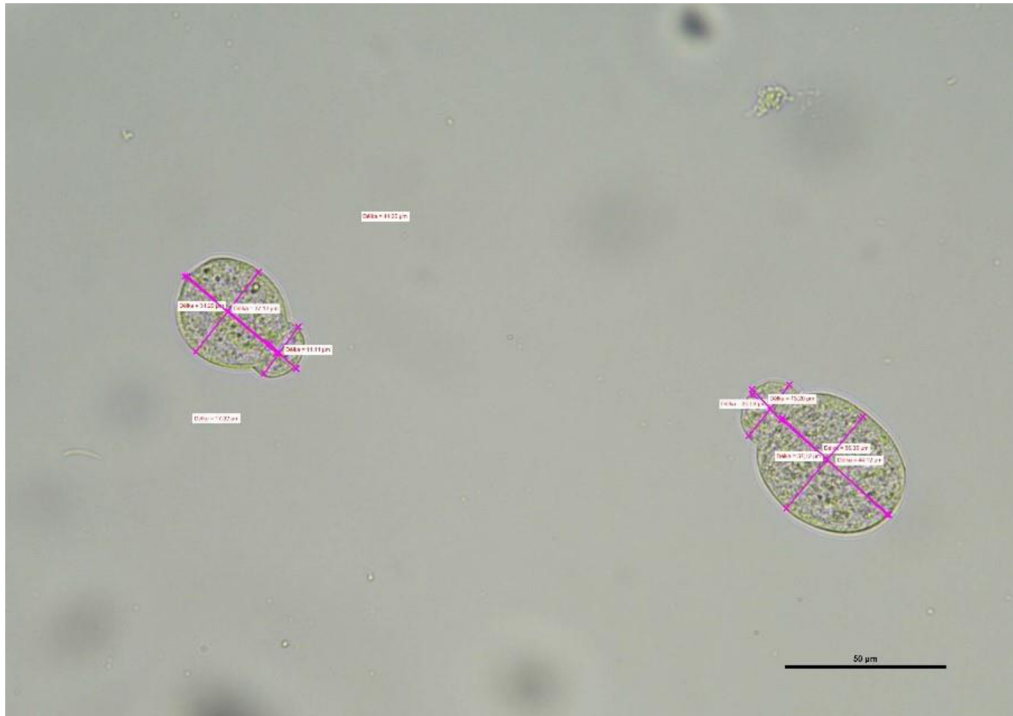
Obr. 20 Cysta *Menzbieria* sp. (zvětšení 200x)



Obr. 21 *Menzbieria* sp. spory (zvětšení 200x)



Obr. 22 *Gregarina* sp.



Obr. 23 *Gregarina* sp. měřené rozměry



Obr. 24 Střevní hlístice (zvětšení 100x)



Obr. 25 Mimostřevní hlístice (zvětšení 100x)

5.3.1 Porovnání přítomnosti antagonistů u samic a samců

Mezi samci a samicemi *Taphrorychus bicolor* nebyly zjištěny rozdíly v přítomnosti patogenů *Gregarina* sp. (Wilcoxonův párový test: $z = 0,73$; $p > 0,05$) a *Menzbieria* sp. (Wilcoxonův párový test: $z = 0,53$; $p > 0,05$), ani střevních (Wilcoxonův párový test: $z = 0,86$; $p > 0,05$) a mimostřevních hlístic (Wilcoxonův párový test: $z = 0,86$; $p > 0,05$) (Tab. 5).

Tab. 5 Přítomnost antagonistů u samců a samic

Lokalita	Horní Židovka		Spodní Židovka		Bukový vrch	
	Samice	Samci	Samice	Samci	Samice	Samci
Pohlaví						
Počet pitvaných jedinců	268	182	228	152	261	183
Hlístovky střevní (%)	0,13	0,13	0,11	0,09	0,07	0,11
Hlístovky mimostřevní (%)	0,04	0,05	0,07	0,08	0,08	0,05
<i>Gregarina</i> sp. (%)	0,01	0,01	-	0,01	0,01	0,01
<i>Menzbieria</i> sp. (%)	-	0,01	0,01	-	-	-
Larva endoparazitoida (%)	-	-	-	-	-	0,01

5.3.2 Měření délek zjištěných antagonistů

5.3.2.1 Délka hlístovek

V software NIS ELEMENTS D5. 11.01 byla změřena délka u celkem 33 střevních hlístovek a 7 hlístovek mimostřevních. Hlístovky střevní dosahovaly větších délek než hlístočky mimostřevní (Tab. 6). Jelikož se jednalo o juvenilní stádia, nebyly hlístočky blíže determinovány.

Tab. 6 Délka hlístovek

	Průměr [μm]	Maximum	Minimum	Sm. odchylka
Hlístovky střevní	345,56	462,73	218,22	51,07
Hlístovky mimostřevní	150,91	274,47	65,40	70,79

5.3.2.2 Délka a šířka *Menzbieria* sp.

Délka a šířka *Menzbieria* sp. byla změřena celkem na 20 jedincích, průměrná šířka dosahovala 5,94 μm a průměrná délka 12,19 μm . Dále byly změřeny délky u 4 cyst, které dosahovaly průměrné hodnoty 31,08 μm (Tab. 7).

Tab. 7 Délka a šířka a cysta *Menzbieria* sp.

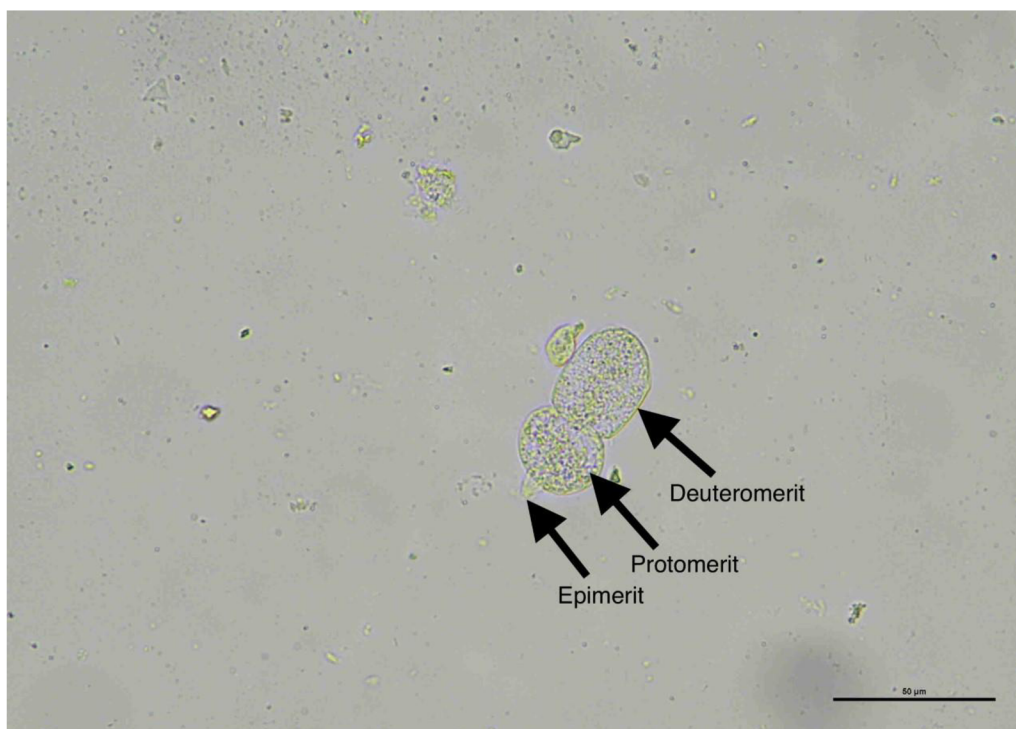
	[μm]
Délka průměr \pm SD	12,19 \pm 0,91
Délka maximum	13,68
Délka minimum	10,35
Šířka průměr \pm SD	5,94 \pm 0,65
Šířka maximum	7,58
Šířka minimum	4,92
Cysta délka průměr \pm SD	31,08 \pm 1,22
Cysta maximum	32,66
Cysta minimum	29,26

5.3.2.3 Měření *Gregarina* sp.

U *Gregarina* sp. byla změřena její celková délka, která dosahovala v průměru 47,81 μm . Dále byla změřena šířka deuteromeritu, šířka protomeritu, délka protomeritu, délka deuteromeritu, délka gametocysty a délka epimeritu (Tab. 8; Obr. 26).

Tab. 8 Naměřené rozměry *Gregarina* sp.

	Průměr \pm SD	Maximum	Minimum
Celková délka [μm]	47,81 \pm 10,47	69,86	32,91
Šířka deuteromerit [μm]	27,14 \pm 7,24	38,66	15,33
Šířka protomerit [μm]	23,32 \pm 5,53	33,72	17,05
Délka protomerit [μm]	16,50 \pm 4,54	23,52	11,11
Délka deuteromerit [μm]	27,79 \pm 9,11	44,12	15,81
Délka gametocysta [μm]	29,45 \pm 0,00	29,45	29,45
Délka epimerit [μm]	5,53 \pm 0,97	6,48	4,20



Obr. 26 Popis *Gregarina* sp.

6. Diskuse

Na studijních lokalitách umístěných v dospělých porostech s dominantním zastoupením buku lesního (*Fagus sylvatica*) byl prostřednictvím odchyťů do feromonových lapačů s bicolorinem potvrzen výskyt kůrovce *Taphrorychus bicolor*. V roce 2022 byl odparník s feromonem testován na Slovensku Lesnickou ochrannou službou, kde se počet odchycených jedinců pohyboval, podobně jako na našich studijních lokalitách, mezi tisíci až desetitisíci (Vakula et al., 2022). Úspěšné odchyty svědčí o funkčnosti feromonových odparníků a mohou tak napomoci v dalším poznání tohoto kůrovce.

Vrchol letové aktivity byl zaznamenán v polovině měsíce května a druhý na přelomu měsíců června a července. Dle Perny et al., (2008) vrchol letové aktivity *Taphorychus bicolor* připadá na měsíc březen a druhý na přelom měsíců května a června. Pozdější nástup letové aktivity může být zapříčiněn nižšími průměrnými týdenními teplotami na studijních lokalitách, kde bylo dosaženo prahové teploty pro jarní rojení, tedy 14 °C (Muck, 2008), až v měsíci květnu. Na všech lokalitách byly prokazatelně častěji do feromonových lapačů odchyťovány samice bez ohledu na měsíc odchytu, což nekoreluje s výsledky Zach et al., (2002), kteří uvádí, že významně vyšší počet odchycených jedinců v měsíci dubnu byli samci a v měsíci květnu samice. Poměr pohlaví odchycených jedinců byl stanoven na 1:1,6. U dalších polygammých kůrovců jako je např. lýkožrout smrkový *Ips typographus* je poměr pohlaví samců ku samicím stanoven na 1:3 (Lesní ochranná služba, 2007), u lýkožrouta vrcholkového *Ips acuminatus* je poměr pohlaví samců ku samicím stanoven na 1:3-5 (Lesní ochranná služba, 1999).

Ve feromonových lapačích byl zaznamenán také hojný výskyt predátora kůrovců kornatce dlouhého *Nemosoma elongatum*, který je pravidelně odchyťován s tímto druhem (Zach et al., 2002), u dalších determinovaných druhů necílových jedinců získaných z feromonových lapačů se dle nízkých počtů jedná pouze o náhodný odchyt.

Patogenními organismy vyskytující se u kůrovce *Taphorychus bicolor* se doposud nikdo nezabýval. Tato studie jako první popisuje antagonisty, kteří byli determinováni při pitvě 1274 jedinců. Byly nalezeny následující skupiny antagonistů: *Menzbieria sp.*, *Gregarina sp.*, střevní hlístovky, mimostřevní

hlístovky a larva endoparazitoida z řádu Hymenoptera. Kereselidze et al., (2010) udávají průměrné napadení kůrovců střevními hlísticemi okolo 50 %. U jedinců lýkožrouta severského *Ips duplicatus* dosahovalo napadení střevními hlísticemi 15,6 % (Grucmanová et al., 2014). Z celkového počtu vypitvaných jedinců *Taphrorychus bicolor* byly střevní hlístice nalezeny pouze u 141 jedinců, což značí nákazu pouze 11 %. Nízká hladina napadení hostitele hlísticemi může být způsobena tím, že se míra parazitace odvíjí od populační hustoty hostitele. Při nízké početnosti hostitelů nedochází k hojnému přenosu parazitů (Wegensteiner et Weiser, 1996), z čehož lze usuzovat, že na lokalitách nedošlo k přemnožení tohoto kůrovce.

Nákaza hromadinkami u lýkožrouta smrkového *Ips typographus* byla zaznamenána ve výši 49,5 % (Burjanazde et Goginashvili, 2009), *Taphrorychus bicolor* získaný z feromonových lapačů vykazoval napadení hromadinkami pouze 1%. Patogen *Menzbieria* sp. byl doposud odizolován pouze z velmi malého počtu jedinců rodu *Ips* a je považován za vzácný (Wegensteiner et Weiser, 2004). V této studii byl patogen nalezen a úspěšně odizolován pouze u 4 jedinců, což potvrzuje nízkou hladinu infekce i u kůrovce *Taphrorychus bicolor*.

Míra hladiny infekce *Gregarina* byla na území České republiky studována v souvislosti s lýkožroutem smrkovým *Ips typographus*, která dosahovala průměrnou hodnotu infekce 15,7 % v roce 2009 a 19,8 % v roce 2010. Nárůst hodnoty infikovaných brouků za rok monitoringu autoři přisuzují přenosu nákazy mezi brouky ve snubních komůrkách (Lukášová et Holuša, 2011). U jedinců lýkožrouta borového *Ips sexdentatus* (Borner, 1776) byla zaznamenána 16% infekce patogenem *Gregarina* (Yaman, 2007). V této studii míra nákazy parazitem *Gregarina* nedosahuje ani 1 %. Zdali dojde podobně jako u lýkožrouta smrkového *Ips typographus* k nárůstu v hladinách infekce u kůrovců *Taphrorychus bicolor* může být zájmem dalších studií.

V programu NIS ELEMENTS D5. 11.01 byly změřeny velikosti přítomných antagonistů. Celková délka hromadinky *Gregarina typographi* u jedinců lýkožrouta smrkového *Ips typographus* dosahovala $103,5 \pm 53,5$ μm (Lukášová et Holuša, 2011) v této studii *Gregarina* u *Taphrorychus bicolor* dosahovala celkové délky $47,81 \pm 10,47$ μm , u jedinců lýkožrouta borového *Ips*

sexdentatus $100 \pm 2,67 \mu\text{m}$ (Yaman, 2007). Gametocysta u lýkožrouta smrkového *Ips typographus* dosahovala délky $105,0 \pm 40,8 \mu\text{m}$ (Lukášová et Holuša, 2011) u jedinců *Taphrorychus bicolor* $29,45 \pm 0,0 \mu\text{m}$. Obecně byly naměřené rozměry výrazně nižší, jedná se tedy zřejmě o nový druh z rodu *Gregarina*.

Antagonisty tedy nelze uvažovat jako efektivní metodu biologického boje, neboť ve vnitřnostech bukového kůrovce byly zjištěny velmi nízká procenta výskytu, přestože jim mnoho autorů připisuje zásluhy na regulaci počtu různých hmyzích populací (Mráček, 1986; Wegensteiner et al., 2015). Dále byly porovnávány hodnoty napadení antagonisty mezi samci a samicemi, které nevykazují rozdílné hodnoty ani u jedné zjištěné skupiny přirozeného nepřítele, což koreluje s výsledky Wegensteiner et Weiser (1995), kteří uvádějí míru napadení srovnatelnou u obou pohlaví. Riziko infekce je pro obě pohlaví srovnatelné, jelikož do styku s kontaminovanými výkaly a dalšími možnostmi nákazy přichází samci i samice (Lukášová et Holuša, 2011).

Počet závrťů na instalovaných těžebních zbytcích a počet jedinců odchycených do feromonových lapačů mezi sebou nevykazovaly žádný signifikantní vztah. Průměrný počet závrťů na těžebním zbytku dosahoval hodnotu 425 závrťů/m² při průměrné tloušťce zbytku 0,05 m. V rozvolněných porostech s dostatkem světla vykazují ponechané těžební zbytky až 800 závrťů/ m² (Kappes et Werner, 2004). Takto velký rozdíl mezi hodnotami osídlení těžebních zbytků může být přisuzován tloušťce analyzovaných zbytků, jelikož Muck (2008) uvádí, že největší počet závrťů byl nalezen u větví s tloušťkou 0,15-0,21 m, a právě u těžebních zbytků tlouštěk 0,05-0,07 m byl výrazně nižší podobně jako u objemnějších těžebních zbytků s průměrnou tloušťkou 0,4-0,6 m. Dalším důvodem pro nižší osídlení těžebních zbytků může být fakt, že porosty vybrané pro tuto studii nebyly rozvolněné, ale plně zapojené, a v porostu tak nebyl zmiňovaný dostatek světla.

Stejně jako u *Taphrorychus bicolor* dochází u dalších druhů např. lýkožrouta vrcholkového *Ips acuminatus* k namnožení na těžebních zbytcích, vývratech a větvích. Proto je nutné dodržovat preventivní opatření, tj. zavčas a důsledně z lesa odstranit veškerý materiál vhodný k dalšímu množení těchto druhů. Větve je při vhodných podmínkách možné pálit či případně štěpkovat.

Preventivnímu odstraňování těchto materiálů věnujeme zvýšenou pozornost zejména v době nadprůměrných teplot spojených s dlouhodobějším srážkovým deficitem (Lesní ochranná služba, 1999).

Jak je uvedeno v Signalizační zprávě o výskytu škodlivých činitelů v lesích Slovenska (Kunca et al., 2018), vývoj podkorního hmyzu bude pokračovat v současném trendu, tedy nárůstu měřeného množství napadené dřevní hmoty. Je nutné si uvědomit, že ani buk lesní není zcela bez škodlivých činitelů a bukové porosty mohou mít v průběhu následujících let podobně dramatické problémy jako smrkové monokultury.

7. Závěr

Letová aktivita *Taphrorychus bicolor* na sledovaném území započala 8. 5. 2022 při průměrné týdenní teplotě 15,1 °C a skončila 21. 8. 2022 při průměrné týdenní teplotě 21,9 °C. Vrchol letové aktivity nastal v půlce května a druhý vrchol letové aktivity byl zaznamenán na přelomu měsíců června a července, ten však byl přerušen z důvodu poklesu teplot. Do feromonových lapačů bylo průkazně odchytáváno více samic než samců. Poměr pohlaví samců ku samicím byl stanoven na 1:1,6.

Počet závrťů na instalovaných těžebních zbytcích a odchvy do feromonových lapačů mezi sebou nevykazovaly žádný vztah. Nálet na těžební zbytky a odchyt do feromonových lapačů nebyl ovlivněn objemem ponechaného materiálu.

Tato studie poskytuje úplně první záznam o patogenech a antagonistech, kteří mohou mít potenciální vliv na populaci kůrovce *Taphrorychus bicolor*. Ve vnitřnostech vypitvaných jedinců byla zjištěna přítomnost pěti skupin antagonistů: *Menzbieria* sp., *Gregarina* sp., střevní hlístovky, mimostřevní hlístovky a larva endoparazitoida z řádu Hymenoptera. Mezi samci a samicemi nebyly zjištěny rozdíly v přítomnosti patogenů ani hlístic. Procento napadení kůrovce antagonisty bylo nízké.

Na závěr lze konstatovat, že díky feromonovým lapačům s bicolorinem je možné spolehlivě monitorovat výskyt a indikovat počátek letové aktivity kůrovce *Taphrorychus bicolor*. Nízký počet infikovaných jedinců patogenními organismy nevykazuje antagonisty jako účinnou metodu biologického boje. Velké množství ponechaných těžebních zbytků v porostu nabízí vhodné podmínky pro další šíření tohoto kůrovce a může mít za následek jeho přemnožení. Je nutné preventivně a důsledně odstraňovat těžební zbytky a další atraktivní materiál z porostu s dostatečným předstihem, než průměrné denní teploty dosáhnou prahové hodnoty pro jarní rojení.

8. Přehled literatury a použitých zdrojů

- Astashko, D. A., Ulashchik, E. A., Tyvorskii, V. I. (2013): *Synthesis of (\pm)-bicolorin, the aggregation pheromone of beech bark beetle *Taphrorychus bicolor**. Russian Journal of Organic Chemistry, 49(12), 1803–1806.
- Barna, M., Bublinec, E., Kulfan, J. (2011): *Buk a bukové ekosystémy Slovenska: Beech and beech ecosystems of Slovakia*. Bratislava: Veda, 634 s.
- Burjanadze, M., Goginashvili, N. (2009): *Occurrence of Pathogens and Nematodes in the Spruce Bark Beetles, *Ips typographus* (Col., Scolytidae) in Borjomi Gorge*. Bulletin of the georgian national academy of sciences, 3(1), 145-150.
- Cicák, A., Mihál, I. (2001): *Tracheomycotic disease symptoms on beech trees*. Mikologija i fitopatologija, 36, 54–61.
- Clopton R.E., Gold, R.E. (1996): *Host specificity of *Gregarina blattarum* von Siebold, 1839 (Apicomplexa: Eugregarinida) amongve species of domiciliary cockroaches*. Journal of Invertebrate Pathology, 67, 219-223.
- Corcobado, T., Cech, T.L., Brandstetter, M., Daxer, A., Hüttler, C., Kudláček, T., Jung, M.H., Jung, T. (2020): *Decline of European beech in Austria: Involvement of *Phytophthora* spp. and contributing biotic and abiotic factors*. Forests, 11(8), 1-23.
- Duncan L. W., McCoy C. W. (1996): *Vertical distribution in soil, persistence, and Efficacy against citrus root weevil (Coleoptera: Curculionidae) of two species of entomogenous nematodes (Rhabditida: Steinernematidae: Heterorhabditidae)*. Environmental Entomology, 25, 174-178.
- Faccoli, M., (2015): *European bark and ambrosia beetles: types, characteristics and identification of mating systems*. WBA Handbooks, 5, 1-160.
- Francke, W., Bartels J., Meyer H., Schroder F., Kohnle U., Baader E., Vité J. P. (1995): *Semiochemicals from bark beetles: new results, remarks, and reflections*. Journal of Chemical Ecology, 21, 1043–1063.
- Fuxa, J.R., Ayyappath, R., Goyer, R.A. (1998): *Pathogens and Microbial Control of North American Forest Insect Pests*. USDA, Forest Health Technology Enterprise Team, 97 s.

- Gokturk, T., Burzjanadze, M., Aksu, Y., Supatashvili, A. (2010): *Nature enemies-predators, pathogens and parasitic nematodes of bark beetles in Hatila Valley National Park of Turkey*. Proc. Georgian Acad. Sci. Biol. Ser. Bull. Am. Meteorol. Soc. 8, 59-71.
- Händel, U., Wegensteiner, R., Weiser, J., Žižka, Z. (2003): *Occurrence of pathogens in associated living bark beetles (Col., Scolytidae) from different spruce stands in Austria*. Journal of Pest Science, 76, 22-32.
- Holecová, M., (1992): *Seasonal dynamics of weevil (Coleoptera, Curculionidae) communities in leaf bearing crowns of trees in forest ecosystems*. Acta Zoologica Universitatis Comenianae, Bratislava, 36, 3–23.
- Holuša J., Weiser J. (2005): *Biologické postupy boje s lesními škůdci*. Zpravodaj ochrany lesa, 11, 18-23.
- Holuša, J., Weiser, J., Žižka, Z. (2009): *Pathogens of the spruce bark beetles Ips typographus and Ips duplicatus*. Central European Journal of Biology, 4, 567-573.
- Jančařík, V. (2000): *Korní nekrózy buku*. Lesnická práce, 79, 314–316.
- Kappes, H., Topp, W. (2004): *Emergence of Coleoptera from deadwood in a managed broadleaved forest in central Europe*. Biodiversity and Conservation, 13(10), 1905–1924.
- Kappes, H., Werner, T. (2004): *Emergence of Coleoptera from deadwood in a managed broadleaved forest in central Europe*. Biodiversity and Conservation 13(10), 1905-1924 DOI: 10.1023/B: BIOC.0000035873.56001.7d
- Kaya, H. K. (1984): *Nematode parasites of bark beetle*. Plant and Insect Nematodes, New York, 727-754.
- Kereselidze, M., Wegensteiner, R., Goginashvili, N., Tvaradze, M., Pilarska, D. (2010): *Further studies on the occurrence of natural enemies of Ips typographus (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) in Georgia*. Acta Zoologica Bulgarica, 62, 131-139.
- Kohnle, U., Mussong, M., Dubbel, V., Francke, W. (1987): *Acetophenone in the aggregation of the beech bark beetle, Taphrorychus bicolor (Col., Scolytidae)*. Journal of Applied Entomology, 103, 249-252.

- Koehler, P.G., Patterson, R.S., Martin, W.R. (1992): *Susceptibility of cockroaches (Dictyoptera: Blattellidae, Blattidae) to infection by Steinernema carpocapsae*. Journal of Economic Entomology, 85, 1184-1187.
- Křístek, J., Urban, J. (2013): *Lesnická entomologie*. Praha: Academia, 445 s.
- Lakatos, F., Molnár, M. (2009): *Mass mortality of beech (Fagus sylvatica L.) in South-West Hungary*. Acta Silvatica et Lignaria Hungarica, 5, 75–82.
- Landa, Z. (2002): *Biologická ochrana zahradních rostlin proti chorobám a škůdcům v polních podmínkách, ve sklenicích a fóliovnících*. Trvalo udržatelné technologie v záhradnictve Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 225-280.
- Lesní ochranná služba. (1999): *Lýkožrout vrcholkový Ips acuminatus*. Lesnická práce, 12 s.
- Lipa, J. J. (1967): *Studies on gregarines (Gregarinomorpha) of arthropods in Poland*. Acta Protozoologica, 5, 97-179.
- Lubojacký, J., Lorenc, F., Liška, J., Knížek, M. (2019): *Hlavní problémy v ochraně lesa v Česku v roce 2018 a prognóza na rok 2019. Škodliví činitelé v lesích Česka 2018/2019 – Historie a současnost kůrovcových kalamit ve střední Evropě. Sborník referátů z celostátního semináře s mezinárodní účastí*. Průhonice: Zpravodaj ochrany lesa, 14–19.
- Lukášová, K., Holuša, J. (2011): *Gregarina typographi (Eugregarinorida: Gregarinidae) in the Bark Beetle Ips typographus (Coleoptera: Curculionidae): Changes in Infection Level in the Breeding System*. Acta Protozoologica 50, 311–318.
- Lukášová, K., Holuša, J. (2012): *Patogeny lýkožroutů rodu Ips (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae)*: Zprávy lesnického výzkumu, 57(3), 230-240. ISSN: 0322-9688.
- Massey, C. L. (1974): *Biology and Taxonomy of Nematode Parasites and Associates of Bark Beetles in the United States*. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Agriculture Handbook, 446 s.
- Mátyás C., Berki I., Czúcz B., Gálos B., Móricz N., Rasztoivits E. (2010): *Future of beech in southeast Europe from the perspective of evolutionary ecology*. Acta Silvatica et Lignaria Hungarica, 6, 91–110.

- Míchal, I., Petříček, V., et al., (1999): *Péče o chráněná území II. Lesní společenstva*. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 714 s.
- Muck, M. (2008): *Verstärktes Auftreten de Kleinen Buchenborkenkäfers in Bayern Aktuelle Erkenntnisse zur Schwärmaktivität und zum Befallsverhalten in Abhängigkeit von Lufttemperatur und Holzfeuchte*. Forstschutz Aktuell, 45(12), 6-8.
- Nickle, W. R., (1963): *Observations on the effect of nematodes on Ips confusus (LeConte) and other bark beetles*. Journal of Insect Pathology 5, 386-389.
- Novotný, J., Zúbrik, M., et al., (2000): *Biotickí škodcovia lesov Slovenska*. Lesnicka sekcia Ministerstva podohospodarstva SR, Bratislava, 208 s.
- Perny B., Krehan H., Steyrer G. (2008): *Borkenkäferarten*. BFW-Praxisinformation, 17, 30-31.
- Poinar, G. O., Deschamps, N. (1981): *Susceptibility of Scolytus multistriatus to neoaplectanid and heterorhabditid nematodes*. Environmental Entomology, 10, 85-87.
- Resnerová, K., Schovánková, J., Horák, J., Holuša, J. (2022): *Relationships between the fecundity of bark beetles and the presence of antagonists*. Scientific Reports, 12.
- Seidl, R., Thom, D., Kautz, M., Martin-Benito, D., Peltoniemi, M., Vacchiano, G., Wild, J., Ascoli, D., Petr, M., Honkaniemi, J., Lexer, MJ., Trotsiuk, V., Mairota, P., Svoboda, M., Fabrika, M., Nagel, TA., Reyer CPO. (2017): *Forest disturbances under climate change*. Nature Climate Change, 7, 395–402.
- Shapiro, D. I., McCoy, C. W. (2000): *Virulence of entomopathogenic nematodes to Diaprepes abbreviatus (Coleoptera: Curculionidae) in the laboratory*. Journal of Economic Entomology, 93, 1090-1095.
- Schönherr, J., Krautwurst, K., (1979): *Beobachtungen über den Buchenborkenkäfer Taphrorychus bicolor Hbst. (Col., Scolytidae)*. Anzeiger für Schädlingskunde Pflanzenschutz Umweltschutz 52(11), 161-163.
- Siddiqui, M. R., (2000): *Tylenchida*. Parasites of Plants and Insects.
- Steyrer, G. (2008): *Buchenborkenkäfer: Projekt im Biosphärenpark Wienerwald*. Forstschutz Aktuell 45(12), 9-11.

- Takov, D., Pilarská, D. (2008): *Prevalence of Gregarina typhographi Fuchs (Apicomplexa: Gregarinidae) and Nematodes (Nematoda) in bark beetles (Coleoptera: Scolytinae) from Bulgaria depending on the hostgender*. Acta Zoologica Bulgarica, 60, 227-232.
- Théodoridés, J. (1984): *Phylogeny of the Gregarina (Sporozoa)*. Origins of Life and Evolution of Biospheres, 13, 339-342.
- Urban, J. (1994): *K biologii škůtconoše ořechového [Calliteara (Dasychira) pudibunda L.], I. Motýli, jejich výskyt a kladení vajíček*. Lesnictví – Forestry, 40, 287–297.
- Vakula, J., Galko, J., Gubka, A. (2022): *Bark beetles in Slovak forests in 2021*. APOL, 3(3), 282–290.
- Valigurová, A., Michalková, V., Koudela B. (2009): *Eugregarine trophozoite detachment from the host epithelium via epimerite retraction: Fiction or fact?* International Journal for Parasitology, 39, 1235-1242.
- Wegensteiner, R. (2004): *Pathogens in bark beetles*. In: Lieutier F. et al. (eds.): *Bark and wood boring insects in living trees in Europe: a synthesis*. Dordrecht Kluwer, 291-313.
- Wegensteiner R., Weiser J. (1996): *Occurrence of Chytridiopsis typhographi (Microspora, Chytridiopsida) in Ips typographus L. (Col., Scolytidae) old population and in a laboratory stock*. Journal of Applied Entomology, 120, 595-602.
- Wegensteiner, R., Weiser, J. (2004): *Annual variation of pathogen occurrence and pathogen prevalence in Ips typographus L. (Col, Scolytidae) from the BOKU University Forest Demonstration Centre*. Journal of Pest Science, 77, 221-228.
- Wegensteiner, R., Wermelinger, B., Herrmann, M. (2015): *Natural Enemies of Bark Beetles: Predators, Parasitoids, Pathogens, and Nematodes, Bark Beetles*. Academic Press, 247-304. ISBN 9780124171565
- Weiser J., Mráček Z. (1988): *Parazitické hlístice hmyzu*. Praha: 260 s.
- Weiser, J., Pultar, O., Žižka Z. (2000): *Biological protection of forest against bark beetle outbreaks with poxvirus and other pathogens*. IUAPPA, 12, 168-172.

- Yaman, M. (2007): *Gregarina typographi Fuchs, a Gregarine Pathogen of the Six-Toothed Pine Bark Beetle, Ips sexdentatus, (Boerner) (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) in Turkey*. Turkish Journal of Zoology, 31(4), 359-363.
- Yatsenkowsky, A. W. (1924): *The castration of Blastophagus of pines by roundworms and their effect on the activity and life phenomena of the Ipsidae*. Publ. Agric. Inst., 3, 1-19.
- Yıldırım, H., Bekircan, C. (2019): *Neogregarine biodiversity of turkey as a potential biological control agents*. Conference Paper, 183-186.
- Zach, P., Harz, B., Kulfan, J., Topp, W., Zelinková, D., Anderson, J. (2002): *Dispersal of Taphrorychus bicolor (Coleoptera, Scolytidae): Males as more active dispersers and unsuccessful colonizations of the beetle on beech trees*. Ekológia, 21(2), 152–158.
- Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství 2021. (2022) Ministerstvo zemědělství
ISBN:978-80-7434-669-9

9. Seznam obrázků a tabulek

Obrázky

Obr. 1 <i>Taphrorychus bicolor</i> (nahore samec, dole samice).....	11
Obr. 2 Výskyt <i>Taphrorychus bicolor</i> na území ČR dle AOPK.....	13
Obr. 3 Výskyt <i>Taphrorychus bicolor</i> v Evropě.....	13
Obr. 4 Životní cyklus <i>Gregarina typographi</i>	17
Obr. 5 A-Umístění lokalit v ČR, B-Vyznačené lokality na území obcí, C-lokalita Bukový vrch, D-lokalita Horní Židovka, E-lokalita Spodní Židovka	19
Obr. 6 Lapač na lokalitě Horní Židovka	20
Obr. 7 Hromada těžebních zbytků.....	20
Obr. 8 Rozdělení sekcí na těžebním zbytku.....	22
Obr. 9 Označená sekce se závrtů	22
Obr. 10 Hlavní determinační znak samice	23
Obr. 11 Hlavní determinační znak samce.....	23
Obr. 12 Pohlavní orgány samice.....	23
Obr. 13 Pohlavní orgány samce.....	23
Obr. 14 Srovnání odchyťů <i>Taphrorychus bicolor</i> do feromonových lapačů na jednotlivých lokalitách výzkumu v roce 2022. Krabici tvoří medián \pm 25-75% kvartil, svorka zobrazuje rozsah neodlehých hodnot.....	26
Obr. 15 Průměrné odchyty <i>Taphrorychus bicolor</i> (červená křivka) a vývoj průměrných teplot (zelená křivka) na studijních lokalitách v roce 2022. Graf tvoří průměr \pm 0,95 interval spolehlivosti.....	26
Obr. 16 Průměrné odchyty samců (růžová) a samic (modrá) <i>Taphrorychus bicolor</i> na studijních lokalitách v roce 2022. Graf tvoří průměr \pm 0,95 interval spolehlivosti.....	27

Obr. 17 Srovnání odchyť samic a samců <i>Taphrorychus bicolor</i> do feromonových lapačů během výzkumu v roce 2022. Krabici tvoří medián \pm 25-75% kvartil, svorka zobrazuje minimum a maximum.....	27
Obr. 18 Srovnání počtu závrťů <i>Taphrorychus bicolor</i> na těžebních zbytcích na jednotlivých lokalitách výzkumu v roce 2022. Krabici tvoří medián \pm 25-75% kvartil, svorka zobrazuje rozsah neodlehých hodnot.....	29
Obr. 19 Průměrný počet závrťů <i>Taphrorychus bicolor</i> na m ² a počet odchycených jedinců do feromonových lapačů na studijních lokalitách v roce 2022.....	29
Obr. 20 Cysta <i>Menzbieria</i> sp. (zvětšení 200x).....	31
Obr. 21 <i>Menzbieria</i> sp. spory (zvětšení 200x).....	31
Obr. 22 <i>Gregarina</i> sp.....	32
Obr. 23 <i>Gregarina</i> sp. měřené rozměry.....	32
Obr. 24 Střevní hlístice (zvětšení 100x).....	33
Obr. 25 Mimosřevní hlístice (zvětšení 100x).....	33
Obr. 26 Popis <i>Gregarina</i> sp.....	36

Tabulky

Tab. 1 Počet odchycených jedinců.....	25
Tab. 2 Popis těžebních zbytků.....	28
Tab. 3 Vícenásobné porovnání p hodnot závrťů na těžebních zbytcích na jednotlivých lokalitách v roce 2022 (Kruskal-Wallisův test: $H(2, N= 51) = 6,25$ p < 0,05).....	28
Tab. 4 Zjištění antagonisté.....	30
Tab. 5 Přítomnost antagonistů u samců a samic.....	34
Tab. 6 Délka hlístovek.....	35
Tab. 7 Délka a šířka a cysta <i>Menzbieria</i> sp.....	35
Tab. 8 Naměřené rozměry <i>Gregarina</i> sp.....	36