

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra ochrany lesa a entomologie

Hlístice u *Ips cembrae* (Coleoptera: Scolytidae)

Diplomová práce

Autor: Michaela Žídková

Vedoucí práce: prof. Ing. Jaroslav Holuša, Ph.D.

2017

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Hlístice u *Ips cembrae* (Coleoptera: Scolytidae)“ vypracovala samostatně pod vedením prof. Ing. Jaroslav Holuša, Ph.D. a použila jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědoma, že zveřejněním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Opavě, dne 20. 4. 2017

Podpis autora:

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Michaela Žídková

Lesní inženýrství

Název práce

Hlístice u *Ips cembrae* (Coleoptera: Scolytidae)

Název anglicky

Nematoda in *Ips cembrae* (Coleoptera: Scolytidae)

Cíle práce

Charakterizovat druhové spektrum hlístic u *Ips cembrae*

Metodika

Na třech lokalitách bude instalováno 5 lapačů s feromonovými odpárníky (*Cembraewit*) pro odchyty jarní i letní generace lýkožrouta modřínového. Lapače budou vybírány po 7-10 dnů. Lýkožrouti budou uchováváni v mikrozkmavkách typu Eppendorf v lednici do doby zpracování. V laboratoři budou jednotliví brouci vyšetřováni na přítomnost foretických hlístic prohlížením jejich jednotlivých částí těla pod lupou či mikroskopem a následnou pitvou. Zaznamenávána bude lokalizace nalezených hlístic (na těle, krovkách, křídlech, abdomenu, v hemocelu, střevu, malpigiických trubicích), pohlaví lýkožrouta, lokalita, ze které pochází a datum odběru (příslušnost k jarní či letní generaci). Hlístice budou fixovány v roztoku TAF (směs formaldehydu, triethanolaminu a destilované vody) a determinovány. Část fixovaných hlístic bude převedena do glycerolu a budou z nich zhotoveny trvalé preparáty. Hodnocena bude závislost výskytu hlístic na pohlaví jedince, lokalitě a generaci.

Doporučený rozsah práce

30s.

Klíčová slova

Ips cembrae, feromonové lapače, hlístice

Doporučené zdroje informací

GRÉGOIRE J C, EVANS H F 2004 Damage and control of BAWBILT organisms an overview. In LIEUTIER F, DAY K R, BATTISTI A, GRÉGOIRE J C, EVANS H F (eds) Bark and Wood Boring Insects in Living Trees in Europe, a Synthesis. Kluwer Academic: Dordrecht, pp 19-37

KREHAN H, STEYER G 2005 Borkenkäfer-Monitoring und Borkenkäfer-kalamität 2004. Forstschutz aktuell 33: 12-14

POSTNER M 1974 Ips cembrae. In SCHWENKE W (ed) Die Forstschädlinge Europas. II. Band. Käfer. Paul Parey, Hamburg 458-459

RÜHM W. 1956 Die Nematoden der Ipsiden. Parasitologische Schrienreihe, 6: 1-437.

YAMAOKA Y, WINGFIELD M J, OHSAWA M, KURODA Y 1998 Ophiostomatoid fungi associated with Ips cembrae in Japan and their pathogenicity to Japanese larch. Mycoscience 39 (4): 367-378

ZHANG Q H, BIRGERSSON G, SCHLYTER F, CHEN-GUO Fa 2000 Pheromone components in the larch bark beetle, Ips cembrae, from China: quantitative variation among pack phases and individuals. Journal of Chemical Ecology 26 (4): 841-858

Předběžný termín obhajoby

2016/17 LS – FLD

Vedoucí práce

prof. Ing. Jaroslav Holuša, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra ochrany lesa a entomologie

Konzultant

Mgr. Šárka Grucmanová, Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 2. 5. 2016

prof. Ing. Jaroslav Holuša, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 29. 1. 2017

prof. Ing. Marek Turčáni, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 20. 04. 2017

Abstrakt

Diplomová práce řeší problematiku výskytu entomofilních hlístic vývojově vázaných na lýkožrouta modřínového. Práce se zabývá stručnou charakteristikou lýkožrouta modřínového, popisem entomofilních hlístic a jejich zástupců, které se vývojově vážou na ostatní lýkožrouty rodu *Ips*.

Terénní výzkum byl proveden na 3 lokalitách nacházející se v Kostelci nad Černými lesy, v Havířově a v Hradci nad Moravicí, kde byly instalovány k odchytu lýkožrouta modřínového feromonové lapače. Celkem bylo zpracováno 4062 jedinců lýkožrouta modřínového. U každého jedince bylo určeno pohlaví, přítomnost foretických a endoparazitických hlístic, jejich počet a umístění na těle.

Rovněž byl porovnán výskyt foretických a endoparazitických hlístic v rámci pohlaví, generací a jednotlivých lokalit.

Klíčová slova: lýkožrout modřínový, foretické a endoparazitické hlístice

Abstract

This master's thesis deals with the situation of occurrence of the entomophilic nematodes associated with the large larch bark beetle *Ips cembrae*. This work gives a brief characterization of the large larch bark beetle, the description of the entomophilic nematodes and their representatives, which are associated with *Ips* bark beetles.

Field research was carried out on three localities, in Kostelec nad Černými lesy, Havířov and Hradec nad Moravicí, where I installed pheromone traps to capture of the Large larch beetle *Ips cembrae*. A total of 4062 individuals of the larch beetle *Ips cembrae* were dissected. I determined the sex, the presence of phoretic and endoparasitic nematodes, their number and their location on the body for each individual sample.

Then I compared the incidence of phoretic and endoparasitic nematodes in the sexes, generations by the individual localities.

Keywords: *Ips cembrae*, phoretic and endoparasitic nematodes

Obsah

Úvod.....	7
Cíle.....	8
1. Lýkožrout modřínový - <i>Ips cembrae</i> (Heer, 1836)	9
1.1. Popis vývojových stádií	9
1.2. Bionomie	10
2. Charakteristika hlístic	12
2.1. Hlístice vázané na <i>Ips</i>	12
2.2. Důsledky parazitace	14
3. Metodika.....	16
3.1. Lokality sběru.....	16
3.2. Odběr materiálů.....	16
3.3. Laboratorní práce	16
4. Výsledky.....	18
4.1. Lokalita Kostelec nad Černými lesy	21
4.2. Lokalita Havířov	25
4.3. Lokalita Hradec nad Moravicí	28
Závěr	32
Diskuse.....	33
Seznam použité literatury	34

Úvod

Výzkumem entomofilních hlístic s vazbou na lýkožrouty rodu *Ips* není věnovaná dostatečná pozornost, není to z důvodu nedostatku studijního materiálu, ale náročnosti laboratorních prací. I tak se problematikou endoparazitických hlístic zabývá řada autorů s možností využití jejich vlastností jako účinného prostředku boje s lesními škůdci. Pozornost je věnovaná především druhům způsobujícím rozsáhlá poškození na lesních porostech, zejména lýkožroutu smrkovém (*Ips typographus*), který se řadí dle zákona mezi kalamitní škůdce a lýkožroutu severském (*Ips duplicatus*), jehož význam stále roste (Holuša a kol., 2010). Důležitým faktorem zabraňujícím škodám na lesních porostech je snížení populační hustoty kůrovců. Třebaže nedochází k rozsáhlým poškozením lesních porostů vlivem napadení stromů kůrovci, i tak jsou účinky lesních škůdců devastující. Nástrojem pro snížení populace kůrovců nejsou jen endoparazitické hlístice, ale také ostatní organismy, které mohou redukovat stavy kůrovců na hranici únosnosti. Endoparazitické hlístice, které se řadí do tzv. bioregulačního komplexu způsobují řadu fyziologických změn ovlivňující chování hostitele, jeho přežívání, letovou aktivitu nebo dochází k redukcí plodnosti či posunutí termínu rojení (Massey, 1956; 1960; Hoffard a Coster, 1976; Kaya, 1984). V souvislosti s redukcí plodnosti dochází zejména ke snižování počtu nakladených vajíček a to až o 40 %, rovněž dochází ke strukturálním změnám gonád, zmenšování oocytů, mající za následek opoždění termínu rojení (Massey, 1974; Lieutier, 1984). Vlivem parazitace také dochází ke zmenšování tukového tělesa, pohlavních žláz nebo terminálních oocytů nacházejících se v těle hostitele (Lieutier, 1982). Všechny tyto fyziologické změny vyvolaná endoparazitickými hlísticemi nesnižují populační hustotu kůrovců, pouze redukují početní stavy.

Cílem diplomové práce je zmapovat problematikou entomofilních hlístic asociovaných na lýkožrouta modřínového (*Ips cembrae*), mající podobné zástupce foretických a endoparazitických hlístic, jako ostatní lýkožrouty rodu *Ips*, které ovlivňují řadu jejich vlastností. K přenášení nemocí dochází i ze strany hostitele, mající vliv na populační hustotu hlístic (např: viry, parazitoidi a ostatní mikroorganismy). Populační hustotu hlístic ovlivňují i mikroklimatické podmínky, zejména sluneční svit, vlhkost pozerku atd..

Cíle

- Shrnutí informací o hlísticích, které se vývojově vážou na lýkožrouty rodu *Ips*
- Stanovit míru infestace foretických a endoparazitických hlístic vyvíjejících se u lýkožrouta modřínového (*Ips cembrae*) v závislosti na pohlaví, generacích a lokalitě, ze kterých byl studijní materiál odebrán

1. Lýkožrout modřínový - *Ips cembrae* (Heer, 1836)

Oblast rozšíření lýkožrouta (dále ve zkratce l.) modřínového zaujímá celé území ČR a převážnou část jižní a střední Evropy (Knížek, 2006). Hlavní hostitelskou dřevinou tohoto druhu v celé oblasti výskytu je modřín opadavý (*Larix decidua* Mill.) (Postner, 1974), vyskytuje se od nejnižších poloh až po subalpínské pásma. V ojedinělých případech napadá i smrk ztepilý (*Picea abies* (L.) Karsten), a to zejména převážně v období sucha (Pfeffer, 1989). Přemnožení l. modřínového ve spojitosti se smrkem ztepilým bylo zaznamenáno ve 20. letech 20. století v oblasti Křivoklátska a Brd po mniškové kalamitě (Knížek, 2006). Tvrzení, že se l. modřínový přirozeně vyskytuje i na borovici limbě (*Pinus cembra* L.) bylo vyvráceno, záměna lýkožroutem menším (*Ips amitinus*) (Pfeffer, 1995).

L. modřínový nalétává na oslabené stromy do úrovně jejich kmenové části. Za prvotního škůdce je považován tesařík modřínový (*Tetropium gabrieli*). Sníženou odolnost vyvolává také období velkého sucha. Za těchto podmínek dochází k populačnímu nárůstu l. modřínového způsobující rozsáhlé škody na modřínových porostech (především mladých, ale i starších) vyskytujících se v nižších a středních nadmořských výškách (Grodzki a Kosibowicz, 2009). V porostech napadá nejen oslabené jedince, ale i zdravé vitální stromy (primární škůdce). Při přemnožení přechází i na jiný druh hostitelské dřeviny, smrk ztepilý. Při gradaci škodí v modřínových porostech jako fyziologický škůdce dosud vizuálně zdravých stojících stromů, které podléhají hromadnému náletu a jako defoliátor uskutečňující zralostní žír mladých brouků v tenkých větvičkách v korunách zdravých stromů nebo regeneračním žírem starších brouků na kmíncích nebo silnějších větvích. Kromě stojících stromů se rozmnožuje i ve vytěženém dříví (Elsner, 1997), vývratech (Krehan a Steyer, 2005) nebo polomech (Luitjes, 1974).

1.1. Popis vývojových stádií

Vajíčko je oválné, lesklé, bílé, dlouhé až 1 mm. Larva je beznohá, rohlíčkovitě zahnutá, bělavá, s hnědavou silně chitinizovanou hlavou, v posledním instaru dorůstá délky přibližně 4 – 6 mm. Kukla je volná, bílá, na konci zadečku se dvěma krátkými trny (Pfeffer, 1989).

Dospělec je válcovitý, 3,8 – 6,0 mm dlouhý, černohnědý až černý, lesklý. Čelo je u samečků i u samiček matné a bez hrbolku. Přední okraj štítu a zadní část krovek jsou při pohledu shora zaoblené. Tykadlová palička má zprohýbané švy. Krovky jsou válcovité,

prohlubenina v zadní zkosené části krovek je lesklá a skoro svislá na rozdíl od lýkožrouta smrkového a lýkožrouta menšího, po stranách nese 4 páry hrbolků, které jsou od sebe pravidelně stejně vzdálené. Třetí hrbolků je největší, knoflíkovitě ke konci rozšířený, tupě zašpičatělý. Mezirýží na krovkách jsou tečkovaná, tečky jsou čtvercového tvaru. Po celém těle má dospělec dlouhé, odstálé, řídké žlutavé ochlupení, nejhustší na čele a na krčním štítu (Pfeffer, 1989).

Požerek lýkožrouta modřínového je zpravidla třiramenný až čtyřramenný (může být i více ramenný), celkově hvězdovitě uspořádaný. Uprostřed požerku je závrťový otvor a snubní komůrka. Matečné chodby jsou 5 – 17 cm vyjímečně až 30 cm dlouhé, 2,5 mm široké, opatřené několika nepravidelnými, tzv. větracími otvory ústíciemi na povrch borky. Larvové chodby jsou pravidelné a řídké, zpravidla 4–8 cm dlouhé, v kůře. Na jejich konci jsou v kůře umístěny kukelní kolébky (Schwenke, 1974).

1.2. Bionomie

Počet generací lýkožrouta modřínového závisí na oblasti výskytu, charakterizovaný nadmořskou výškou a hlavně počasím (důležitými faktory jsou teplo a sucho), v našich podmínkách má v rámci jednoho roku dvě generace. Jarní rojení je na konci dubna, začátku května. Letní rojení je většinou na začátku července.

První generace ukončuje svůj vývojový cyklus tzv. zralostním žírem, který probíhá v místě jejich vývoje nebo v korunách zdravých stromů, kdy se nepohlavně vyzrálí jedinci zavrtávají do čerstvých výhonů modřínu nebo okusují kůru z povrchu těchto výhonů. Tímto způsobem dochází k určitým primárním změnám na zdravých stojících stromech (Knížek, 2006).

Druhá generace ukončuje svůj vývojový cyklus ještě v tomtéž roce. Nově vylíhlí brouci přezimují v místě svého vývoje, nebo v náhradních místech, pod kůrou čerstvých pařezů nebo jiného modřínového dříví. V případě nedokončeného vývoje přezimuje ve stádiu larvy nebo kukly, z toho vyplývá, že přezimuje ve všech vývojových stádiích. Možnost zimování v hrabance nebyla prozkoumaná (Knížek, 2006).

Požerek lýkožrouta modřínového zakládá samec vyhloubením vstupního otvoru a snubní komůrku. Následně vylučuje do prostředí feromon, lákající obě pohlaví. Po spáření samice vyhledává matečnou chodbu, podél které do postranních zářezů klade jednotlivá vajíčka. Vylíhlé larvy hlodají každá svou larvální chodbu o celkové délce 4 – 8 cm. Na

konci chodby vytváří larva 3. instaru kukelnou kolébku. Celý požerek probíhá v lýku, bělové dřevo je na povrchu jen nepatrně narušeno. Vývoj od vajíčka po vylíhnutí nových dospělců trvá přibližně devět týdnů (Knížek, 2006).

2. Charakteristika hlístic

2.1. Hlístice vázané na *Ips*

S kůrovci jsou vývojově svázány dvě skupiny hlístic, foretické hlístice a hlístice parazitické.

První skupina hlístic, foretické hlístice, nevykazuje s kůrovci trofický vztah. Potravou hlístic jsou převážně houby, bakterie a drobné mikroorganismy, které nacházejí v požercích. Charakteristickým znakem těchto hlístic je, že larvy opouštějí původní stanoviště. Do nového prostředí se dostávají prostřednictvím kůrovců. Přichytí se na určitou část těla svého hostitele, pod krovky, na křídla nebo do mezer mezi jednotlivé články těla. V novém prostředí dokončí svůj vývoj dosažením pohlavní dospělosti. Po spáření kladou v požercích vajíčka, z nichž se následně líhnou larvy. Mezi foretické hlístice vyskytující se u kůrovců patří zástupci rodů *Ektaphelenchus*, *Micoletzkyia* či *Bursaphelenchus*.

Parazitické hlístice se od první skupiny hlístic liší jak ve způsobu získávání potravy, tak průběhem vývojového cyklu. Obvykle se nevyskytují na povrchu těla, ale nacházejí se ve vnitřních útrobach hostitele, ze kterých odebírají živiny. Tělo hostitele infikují dvěma způsoby, ústním ústrojím postupují až do střeva nebo pronikají do tělní dutiny skrz kutikulu. Napadají všechna vývojová stádia hostitele kromě vajíčka. Životní strategie endoparazitických hlístic je rozdílná v závislosti na vývojovém stádiu, ve kterém se parazit a hostitel nachází. Do tělní dutiny hostitele, který je ve stadiu larvy, proniká oplozená juvenilní samice parazita produkující larvy (rod *Parasitylenchus*) nebo klade vajíčka (rod *Contortylenchus*). Mladé larvy po dokončení vývoje penetrují střevo a jsou vyloučeny do prostředí požerku. Nebo mladé larvy parazitických hlístic napadají hostitele, který se nachází ve stadiu larvy i kukly. Pohlavní dospělosti larvy dosáhnou po posledním svlékání až v požerku, nakladou vajíčka, ze kterých se líhnou larvy (rod *Parasitaphelenchus*).

Zástupci hlístic vývojově svázaných s *Ips cembrae* se vyskytují i u ostatních lýkožroutů rodu *Ips* (*Ips typographus* a *Ips sexdentatus*) (Rühm 1956; Tenkacova and Mituch 1986), hlavním důvodem je hostitelská dřevina (Pfeffer 1989). Nebo lýkožrout lesklý (*Pitigenes chalcographus*), transportující stejné zástupce hlístic na variabilní dřeviny (smrk, modřín a borovici), které přirozeně napadá. (Pfeffer 1989).

Vysoce stabilní interakcí s kůrovci vykazují hlístice rodu *Micoletzkyia* (Tenkacova a Mituch 1986; Susoy and Herrmann 2014), *Parasitorhabditis* a *Cryptaphelenchus* (Tenkacova a Mituch 1986). Bylo prokázáno, že juvenilní stadium hlístic rodu *Micoletzkyia* se nachází ve shlucích pod krovkami až u 70 % jedinců kůrovců v rámci jedné populace (Rühm 1956). U *Ips cembrae* a dalších zástupců rodu *Ips* (*Ips typographus*, *Ips sexdentatus* a *Ips amitinus*) byl rovněž doložen výskyt tohoto rodu, druhu *Micoletzkyia buetschlii* (Rühm 1956; Tenkacova and Mituch 1986; Susoy and Herrmann 2014). V požercích *I. typographus*, *I. duplicatus* a *I. cembrae* se pravidelně vyskytují hlístice *Parasitorhabditis obtusa* a *Cryptaphelenchus* spp.

Endoparazitické hlístice napadají hemocel nebo vnitřní orgány (střevo, Malpighické trubice). Druhové zastoupení hlístic a jejich početnost v těle hostitele může být variabilní (Massey 1974; Choo et al. 1987). V tělní dutině a ve střevě se nejčastěji vyskytují parazitické hlístice *Contortylenchus diplogaster*, *Parasitylenchus dispar*, *Cryptaphelenchus* spp., *Parasitorhabditis obtusa* a *Parasitaphelenchus* spp. Hlístice rodu *Cryptaphelenchus* se nalézají i v Malpighických trubicích a na povrchu těla. U lýkožrouta severského (*Ips duplicatus*) a lýkožrouta smrkového (*Ips typographus*) byly v prostorách střev nalezeny hlístice druhu *Parasitorhabditis obtusa*. Tento vnitřní orgán lýkožrouta smrkového obývají i larvy hlístice *Contortylenchus diplogaster*, *Parasitylenchus dispar*, *Cryptaphelenchus* spp., které byly rovněž nalezeny ve zmiňovaném hemocelu i u ostatních zástupců rodu *Ips* (*I. acuminatus*, *I. amitinus* a *I. sexdentatus*). Výskyt hlístic *Contortylenchus diplogaster*, *Parasitylenchus dispar*, *Cryptaphelenchus* spp., byl prokázán v hemocelu a Malpighických trubicích u *I. acuminatus*, *I. amitinus*, *I. sexdentatus* a *I. typographus*. (Rühm 1956; Tenkacova and Mituch 1986).

Pozornost můžeme věnovat i zástupci foretických hlístic, *Laimaphelenchus penardi*, který je velmi běžným a celosvětově rozšířeným druhem. Interaguje převážně s autotrofními organismy, s mechem (Andrassy 1991), řasami a lišejníky rostoucích na stromech, zejména jehličnanů. Výskyt tohoto druhu byl prokázán i v požercích dřevokazného hmyzu (Massey 1974; Hunt, 1993), nebo v půdním prostředí (DeGoede a kol. 1993).

Populační hustotu foretických a endoparazitických hlístic ovlivňují mikroklimatické podmínky biotopu. Především intenzita slunečního záření dopadající na kmen stromu (Rühm 1956; Meirmans a kol. 2006) má výrazný vliv na vlhkost substrátu, ve kterém se

hlístice vyvíjejí. Negativní důsledek má rychlé a krátkodobé vysýchání jejich prostředí (Neher 2010). Vliv klimatických podmínek charakterizovaný např. nadmořskou výškou je zanedbatelný (např. Rühm, 1956; Choo a kol., 1987; Meirmans a kol., 2006). Především foretické hlístice, vyvíjející se zcela v požercích kůrovců, jsou v optimálních podmínkách prostředí více závislé než hlístice parazitické, u kterých část vývojového cyklu probíhá v těle hostitele (Rühm, 1956; Tenkáčová a Mituch, 1980; Meirmans a kol., 2006). Nelze s přesností určit, do jaké míry mikroklimatické podmínky ovlivňují početnost hlístic v požercích kůrovců. Studiemi na území Slovenské republiky bylo prokázáno, že z odebraných vzorků bylo 96 % pozitivních na přítomnost hlístic (Tenkáčová a Mituch, 1980). Rozdílnost v početnosti byla zaznamenána v infestaci studovaných zástupců rodu *Ips* mezi foretickými a endoparazitickými hlísticemi u přezimujících a dceřiných generací kůrovců (Choo a kol., 1987; Tenkáčová a Mituch, 1986). Většinou početnost foretických i endoparazitických hlístic výrazně převyšuje u jedinců pocházejících z přezimující generace (Choo a kol., 1987; Slankis, 1972; Tenkáčová a Mituch, 1980; 1983; 1986; 1987; 1988; 1991). Rozdílnost míry parazitace mezi samci a samicemi nebyla prokázána (Choo a kol., 1987; Lieutier, 1979; Zitterer, 2002).

2.2. Důsledky parazitace

Infestace endoparazitickými hlísticemi významně ovlivňuje fyziologické procesy kůrovců. Hlavním důvodem je ztráta živin, které zástupci hlístic vyvíjejících se uvnitř těla hostitele odebírají. Podle lokalizace napadení dochází ke snižování energetického příjmu z tělních tekutin, tukového tělesa nebo ke ztrátě živin z tkání hostitele projevující se změnou chování, snižováním plodnosti, změnami v letové aktivitě nebo posunutím (zpožděním) termínu rojení (Hoffard a Coster, 1976; Kaya, 1984). Všechny uvedené fyziologické změny mají negativní dopad nejen na jednotlivce, ale ovlivňují celkovou populaci kůrovců především snižováním populační hustoty (redukce počtu nakladených vajíček až o 40 %) a počtu generací v průběhu jednoho roku (Massey, 1956; 1960; Hoffard a Coster, 1976; Kaya, 1984). Negativní vliv endoparazitických hlístic na plodnost samic byla potvrzena mnohými autory (Reid, 1958; Massey, 1956; 1960; Thong a Webster, 1975; Weiser a Mráček, 1988) projevuje se zejména strukturálními změnami velikosti gonád (Oldhamem, 1930; Hunt a Hague, 1974) a zmenšováním oocytů až o 20 % (Thong a Webster, 1975). Tyto změny jsou způsobené především odebíráním živin hlísticemi z tukového tělesa hostitele (Lieutier, 1982), který dodává kůrovci potřebnou

energii v době růstu, rozmnožování nebo se v období, kdy kůrovec nepřijímají potravu. Snížením velikosti tukového tělesa dochází k pomalejšímu zrání oocytů projevující se opožděním rojení a počátků kladení vajíček, což může mít za následek snížení počtu generací v průběhu jednoho roku.

V současnosti probíhá mnoho výzkumů zabývajících se využitím endoparazitických hlístic vázaných na lýkožrouty rodu *Ips* s cílem redukovat kalamitní stavy kůrovců na hranici udržitelnosti. Z tohoto důvodu řadíme i hlístice do tzv. bioregulačního komplexu zahrnující skupinu organismů, které mají nebo by mohly mít zřejmý vliv na snížení populační hustoty kůrovců.

3. Metodika

3.1. Lokality sběru

Odchyt lýkožrouta modřínového (*Ips cembrae* (Heer, 1836)) se uskutečnil na třech lokalitách.

Dvě lokality se nachází na severovýchodě České republiky, v Moravskoslezském kraji, LČR s.p., Lesní správa Opava, revír Hradec nad Moravicí (49°51028.37"N, 17°57056.07"E, 450 m a.s.l.) a Lesní správa Ostrava, revír Šenov (49°48040.40"N, 18°24016.94"E, 290 m a.s.l.).

Jedna lokalita se nachází východně od Prahy, v Středočeském kraji, Školní lesní podnik Kostelec nad Černými lesy (49°5901.90"N, 14°48029.53"E, 420 m a.s.l.).

3.2. Odběr materiálů

Na všech výše uvedených lokalitách byla provedena instalace pěti feromonových lapačů Theysohn. Do odchytového zařízení se před začátkem rojení lýkožrouta modřínového zavěsil agregační feromonový odparník Cembräwit, lákající obě pohlaví. Feromonové lapače se vybíraly v pravidelných intervalech, v rozmezí 7 - 10 dní. Odchycení živí brouci se vložili do uzavíratelných plastových mikrozkuvek typu Ependorf, na které se umístili štítky zaznamenávající lokalitu, pořadové číslo feromonového lapače a datum odchytu. Každá mikrozkuvka obsahovala jednoho lýkožrouta modřínového. Mikrozkuvky byly umístěny do chladicího zařízení (teplota do 8 °C) do doby jejich dalšího zpracování.

3.3. Laboratorní práce

Za pomoci pinzety se kůrvec umístěný v mikrozkuvce přenesl na podložní sklíčko s kapkou destilované vody. V rámci studie proběhlo prohlížením těla lýkožrouta, které se nacházelo pod lupou nebo mikroskopem (Arsenal SZP 1102 T Zoom, Arsenal LPE 5013i-T). Zjišťovala se přítomnost a počet foretických hlístic nacházející se na jednotlivých částech těla, konkrétně krovky, křídla, thorax, abdomen a prostory mezi jednotlivými tělními články. Následně byla provedena pitva. Byla zaznamenávána přítomnost, lokalizace a počet endoparazitických hlístic nacházejících v hemocelu, střevu, Malpighických trubicích. Všechny takto získané údaje byly následně zaznamenávané do tabulky zpracované aplikací MS Excel 2007.

Následně byly hlístice za pomoci preparační jehly odebrány z hodinového skla a byly vloženy do mikroskopavky typu Eppendorf. Posléze byla přidána kapka destilované vody. Vzorky byly fixovány zalitím horkého roztoku TAF (100 ml roztoku obsahuje: 7 ml 40% formaldehydu, 2 ml triethanolaminu a 91 ml destilované vody) (Kaya a Stock, 1997) o teplotě 60 - 70 °C. Část fixovaných hlístic byla převedena několikastupňovým procesem do glycerolu za použití směsi glycerolu, etylalkoholu a destilované vody (Kaya a Stock, 1997). Fixované hlístice byly umístěny na hodinové sklo s několika kapkami roztoku I (Sol I - 100 ml roztoku obsahuje 20 ml 95% etanolu, 1 ml bezvodého glycerolu a 79 ml destilované vody). Hodinové sklo bylo vloženo do exsikátoru a ponecháno po dobu minimálně 24 hodin. Poté bylo přidáno několik kapek roztoku II (Sol II - 100 ml roztoku obsahuje 95 ml 95% etanolu a 5 ml bezvodého glycerolu). Takto byly hlístice ponechány v exsikátoru znova po dobu minimálně 24 hodin. Následně byly zhotoveny trvalé preparáty. Na podložní sklo byla umístěna kapka bezvodého glycerolu, do které byly hlístice umísťovány v počtech 1 - 3 kusy a překryty krycím sklem, které bylo následně zataveno směsí parafínu a včelího vosku. Hlístice byly určeny k dalšímu zpracování.

4. Výsledky

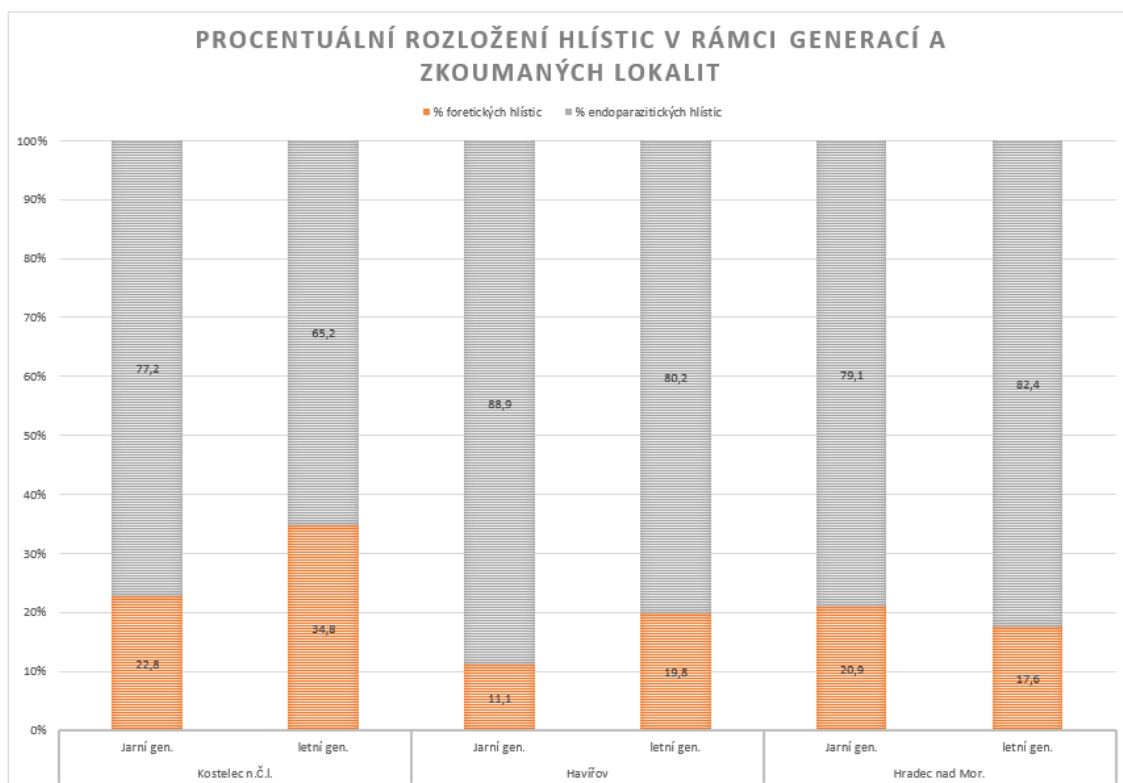
Celkem bylo zpracováno 4 062 vzorků studijního materiálů, z toho 1 436 pocházelo z Kostelce nad Černými lesy, 2 432 z Havířova a 194 z Hradce nad Moravicí. V rámci poměru pohlaví bylo zpracováno 2 316 samic a 1 746 sameců.

		Průměrný počet hlístic na jedince	% foretických hlístic	% endoparazitických hlístic
Kostelec n.Č.l.	M celkem	28	23,1	76,9
	F celkem	20	32,1	67,9
	Jarní gen.	34	22,8	77,2
	letní gen.	16	34,8	65,2

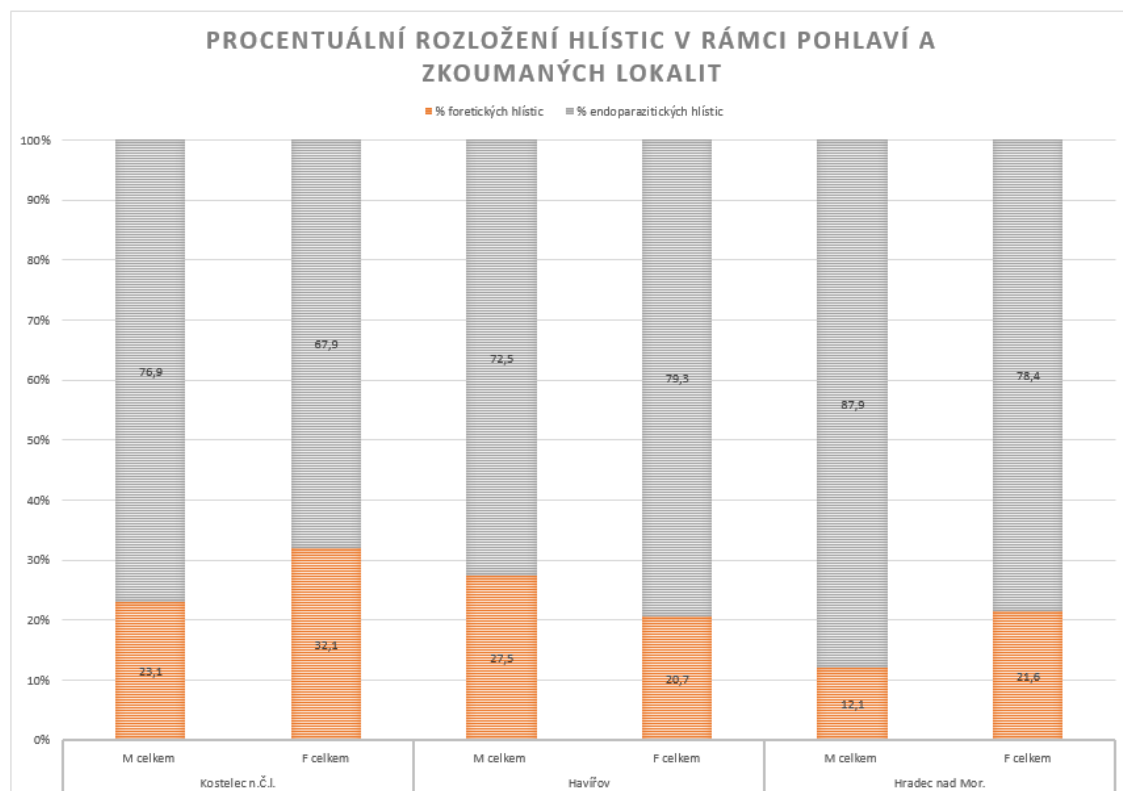
		Průměrný počet hlístic na jedince	% foretických hlístic	% endoparazitických hlístic
Havířov	M celkem	33	27,5	72,5
	F celkem	37	20,7	79,3
	Jarní gen.	55	11,1	88,9
	letní gen.	32	19,8	80,2

		Průměrný počet hlístic na jedince	% foretických hlístic	% endoparazitických hlístic
Hradec nad Mor.	M celkem	20	12,1	87,9
	F celkem	21	21,6	78,4
	Jarní gen.	24	20,9	79,1
	letní gen.	20	17,6	82,4

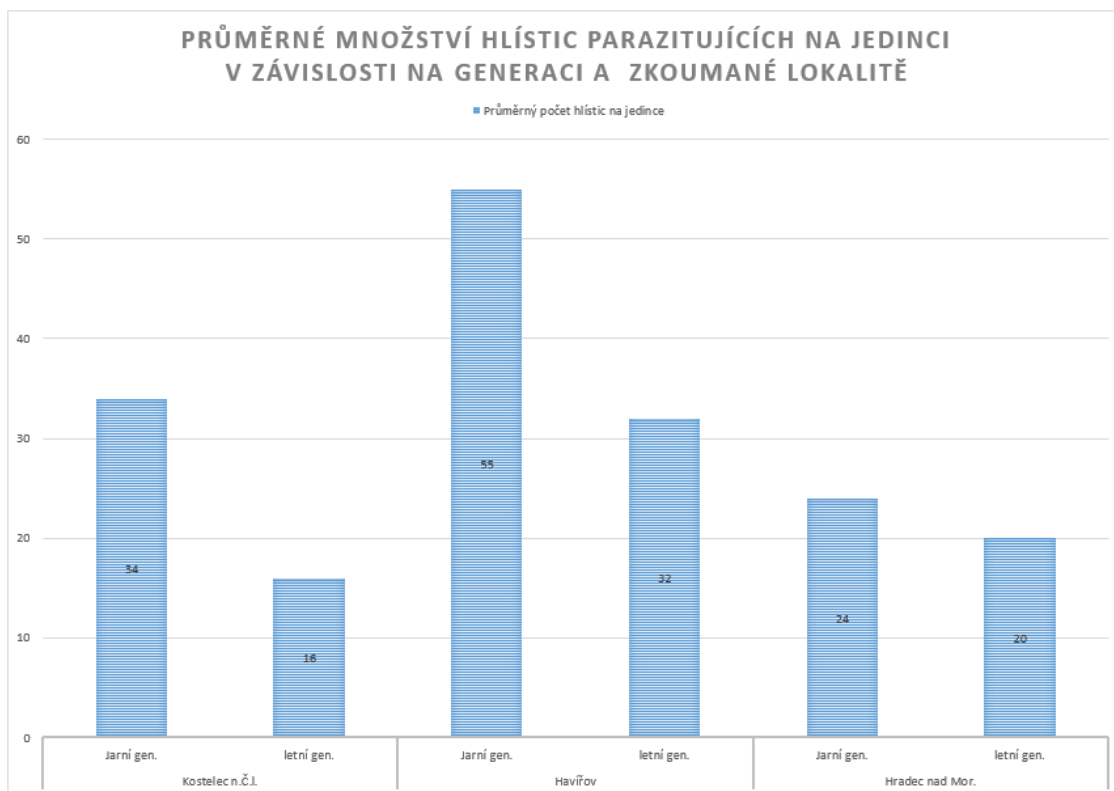
Tabulka 1: Rozložení výskytu hlístic v jednotlivých lokalitách. Zdroj: Vlastní zpracování.



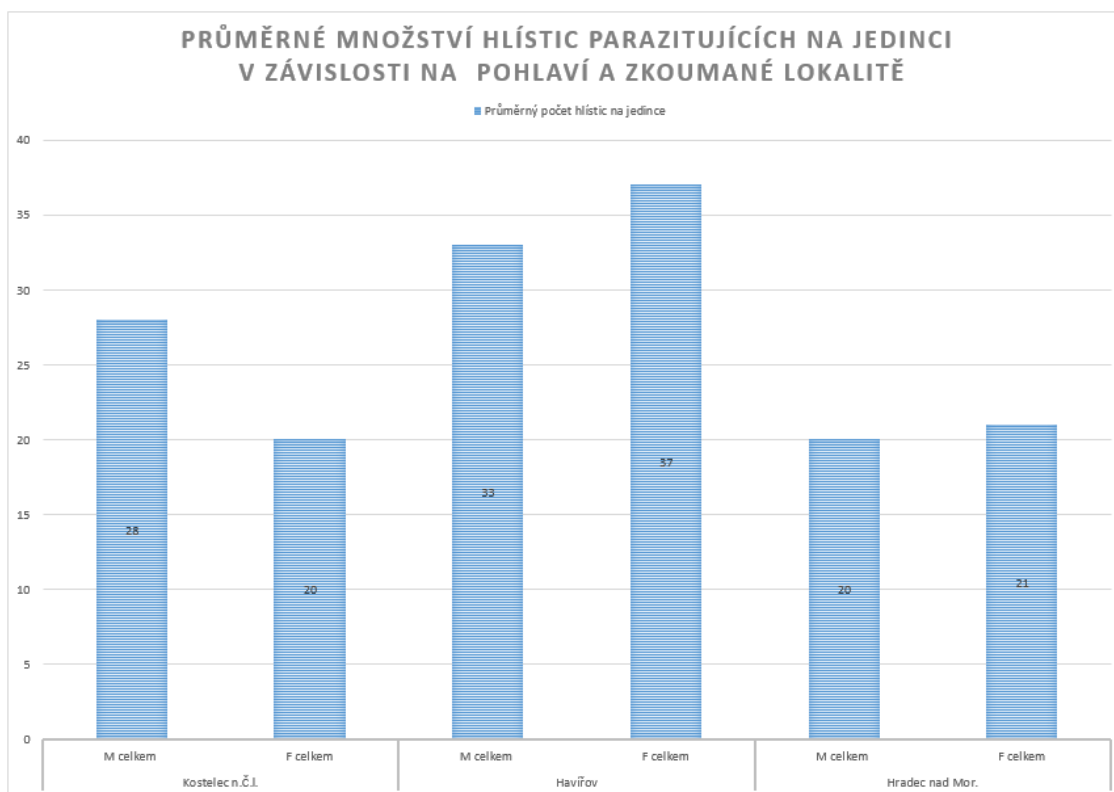
Graf 1: Procentuální rozložení hlístic v rámci generací a zkoumaných lokalit. Zdroj: Vlastní zpracování.



Graf 2: Procentuální rozložení hlístic v rámci pohlaví a zkoumaných lokalit. Zdroj: Vlastní zpracování.



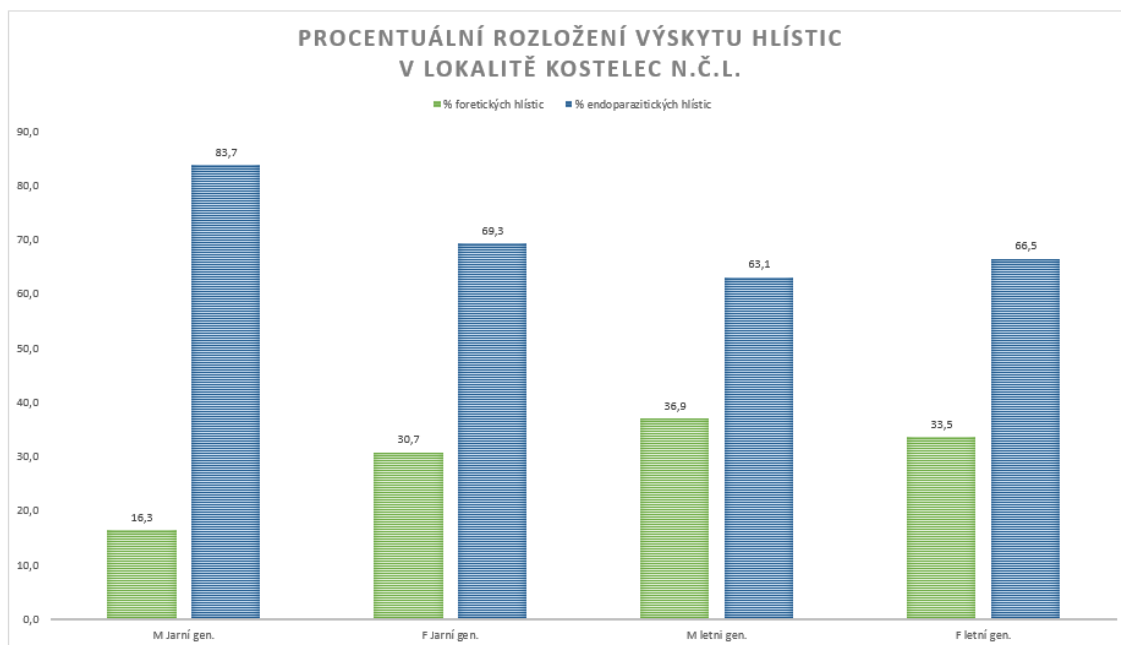
Graf 3: Průměrné množství hlístic parazitujících na jedinci v závislosti na generaci a zkoumané lokalitě. Zdroj: Vlastní zpracování.



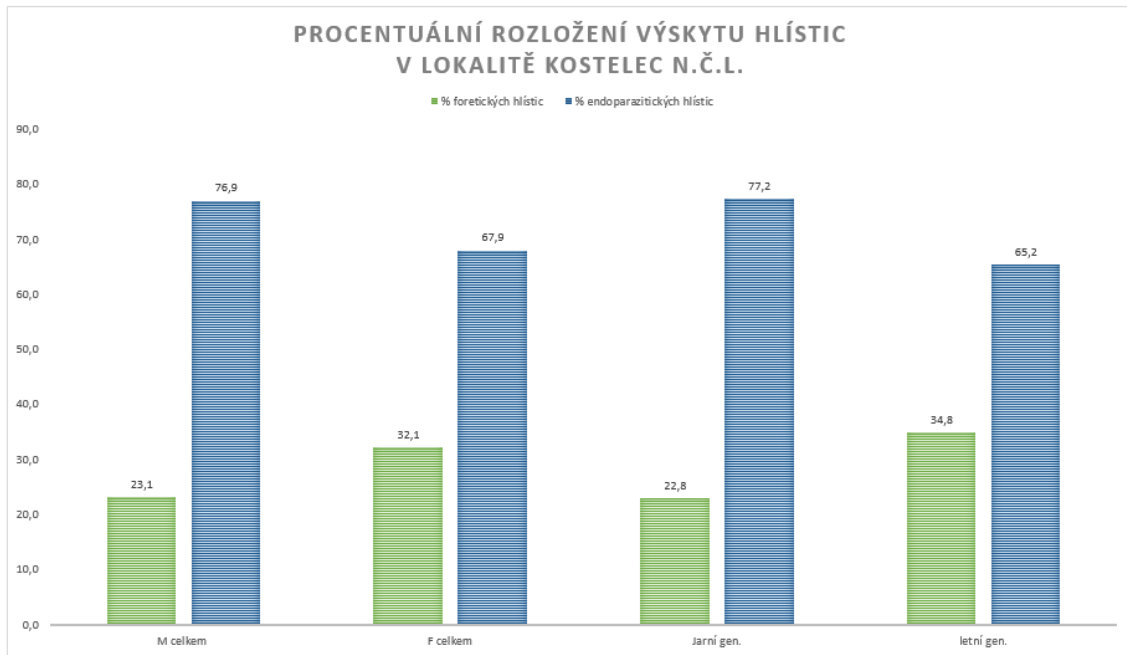
Graf 4: Průměrné množství hlístic parazitujících na jedinci v závislosti na pohlaví a zkoumané lokalitě. Zdroj: Vlastní zpracování.

4.1. Lokalita Kostelec nad Černými lesy

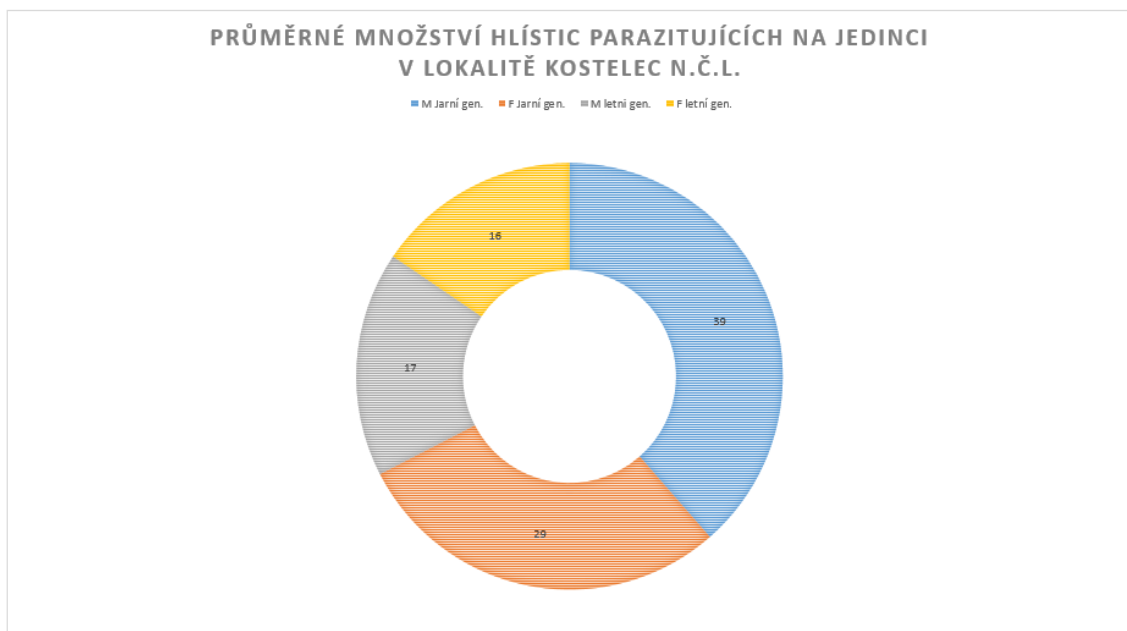
V rámci dané populace bylo zpracováno 1 436 jedinců lýkožrouta modřínového, z toho bylo zpracováno 866 samic a 570 samců. Vzájemný poměr pohlaví mezi odchycenými brouky činí 1,52 samic na 1 samce. Mezi odchycenými brouky bylo celkem nalezeno 33 409 jedinců hlístic, z toho 9 307 foretických hlístic a 24 102 endoparazitických hlístic. Největší zastoupení foretických hlístic se nachází pod krovkami, na křídlech a mezi jednotlivými články byl nález skoro srovnatelný. U endoparazitických hlístic je největší zastoupení hlístic ve střevě, následně v hemocelu, Malpighických trubicích bylo nalezeno celkem 17 jedinců hlístic. V rámci generací bylo celkem nalezeno 33 409 jedinců hlístic, z toho u jarní generace 19 312 jedinců a u letní 14 097 jedinců. Největší zastoupení hlístic v rámci generací měli endoparazitické hlístice v celkovém součtu 24 102 jedinců, zastoupení foretických hlístic činí celkem 9 307 nálezů. V poměru pohlaví mezi generacemi mají největší zastoupení endoparazitické hlístice v celkovém součtu 24 102 jedinců, z toho 12 133 u samců a 11 969 u samic. Procentuální zastoupení endoparazitických hlístic v rámci jarní generace činí 77,2 %. V rámci letní generace 65,2 %. Zastoupení foretických hlístic v rámci jarní generace je 22,8 %, letní generace 34,8 %. Z výše uvedených údajů je závislost foretických a endoparazitických na hostiteli znatelně prokazatelná.



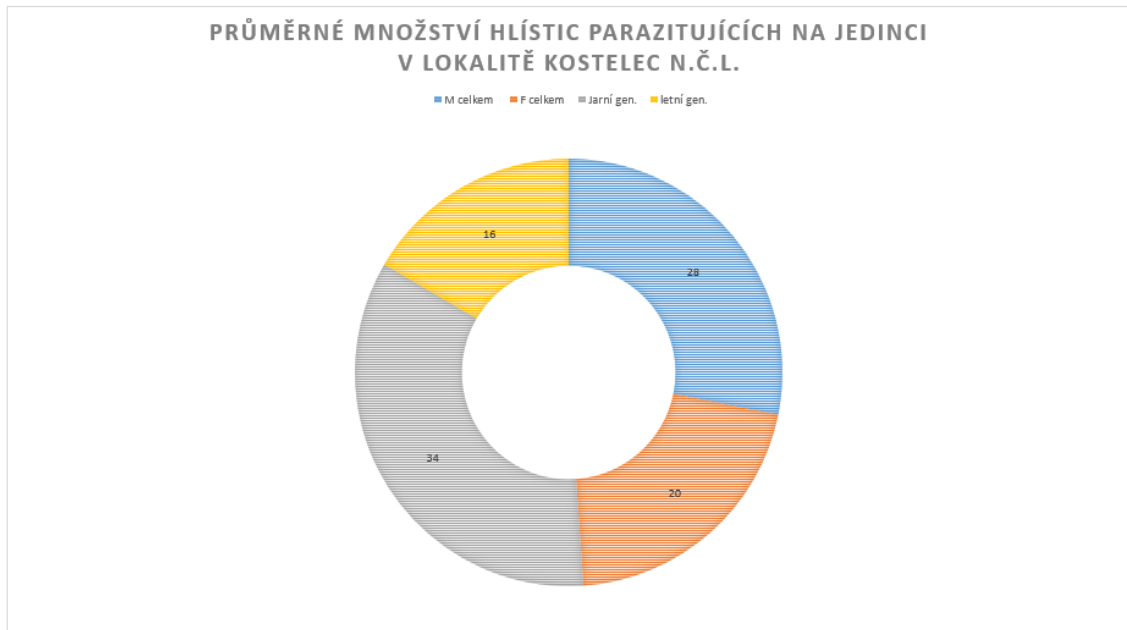
Graf 5: Procentuální rozložení výskytu hlístic v lokalitě Kostelec n. Č. L. Zdroj: Vlastní zpracování



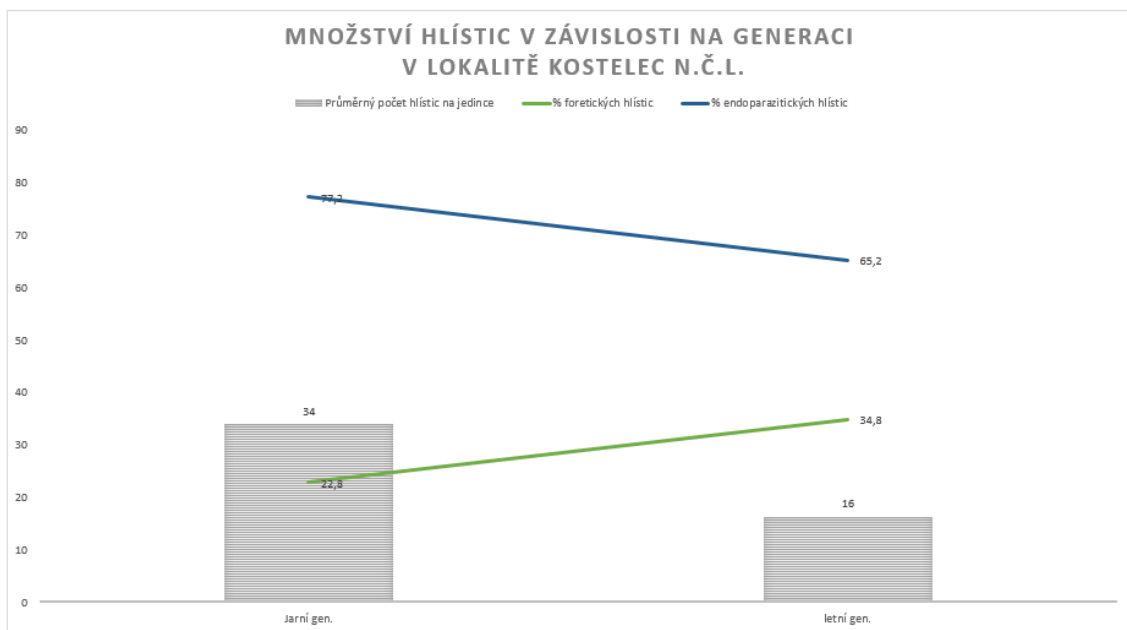
Graf 6: Procentuální rozložení výskytu hlístic v lokalitě Kostelec n. Č. L. Zdroj: Vlastní zpracování



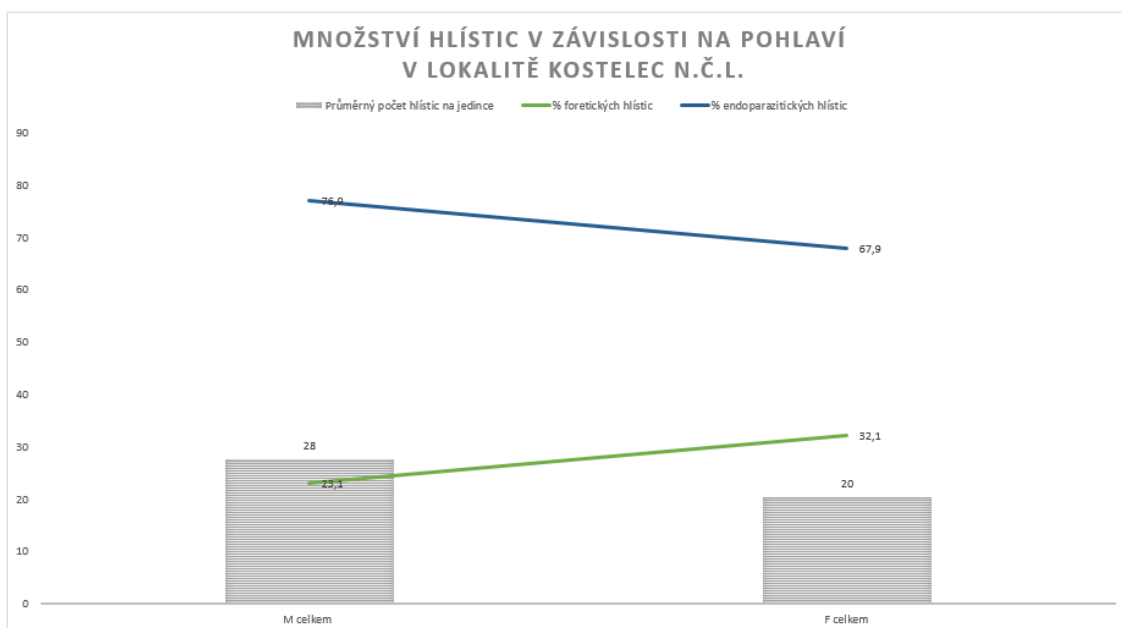
Graf 7: Průměrné rozložení výskytu hlístic v lokalitě Kostelec n. Č. L. Zdroj: Vlastní zpracování



Graf 8: Průměrné rozložení výskytu hlístic v lokalitě Kostelec n. Č. L. Zdroj: Vlastní zpracování



Graf 9: Množství hlístic v závislosti na generaci v lokalitě Kostelec n. Č. L.



Graf 10: Množství hlístic v závislosti na pohlaví v lokalitě Kostelec n. Č. L.

Tabulka 2 Rozložení výskytu hlístic ve sledované lokalitě. Zdroj: Vlastní zpracování.

Kostelec n. Č. L.	Počet jedinců	Celkový počet kusů foretických hlístic			Celkový počet kusů endoparazitických hlístic					
		wings	elytrae	thorax+abdomen	Hemo. Contortyl. adult	Hemo. Contortyl. juvenile	Hemo. Parasityl. adult	Hemo. Parasityl. Juven.	intestine	malp. Tub.
M Jarní gen.	271	451	819	457	17	7840	0	0	1008	2
F Jarní gen.	298	728	1269	680	14	4960	0	0	1067	0
M letní gen.	299	420	1055	438	19	1700	20	100	1427	0
F letní gen.	568	715	1685	590	37	3690	40	190	1556	15
M celkem	570	871	1874	895	36	9540	20	100	2435	2
F celkem	866	1443	2954	1270	51	8650	40	190	3023	15
Celkem	1436	2314	4828	2165	87	18190	60	290	5458	17

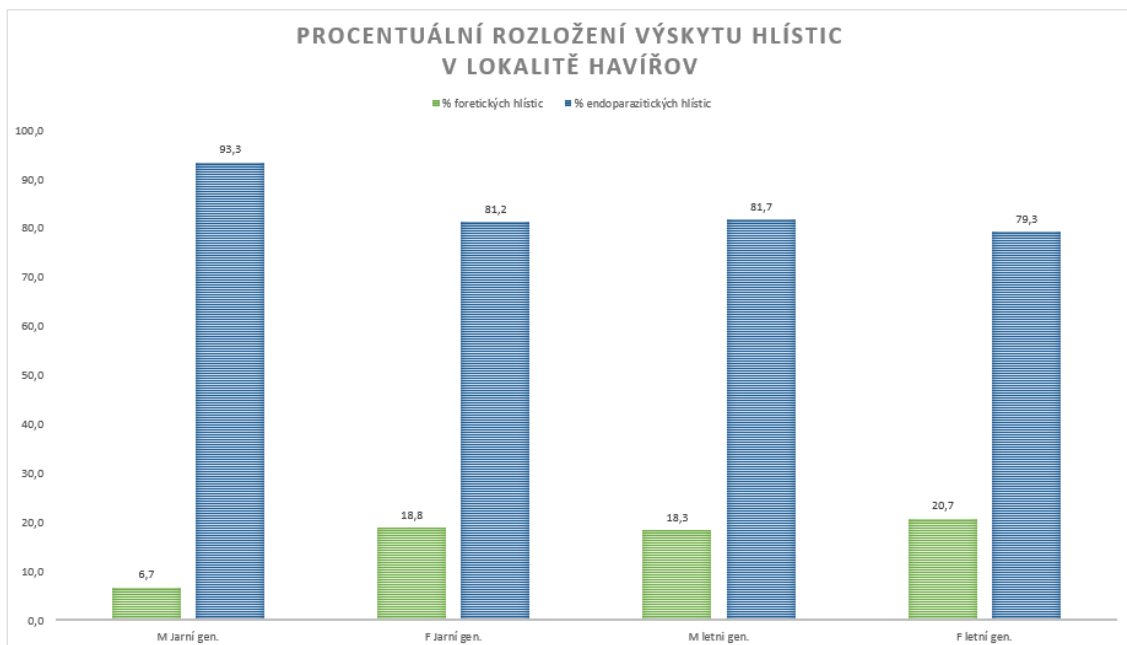
Tabulka 3 Rozložení výskytu hlístic ve sledované lokalitě. Zdroj: Vlastní zpracování

Pohlaví/gen.	Počet jedinců	Celkový počet kusů hlístic	Průměrný počet hlístic na jedince	Foretické hlístice	Endoparazitické hlístice	% foretických hlístic	% endoparazitických hlístic
M Jarní gen.	271	10594	39	1727	8867	16,3	83,7
F Jarní gen.	298	8718	29	2677	6041	30,7	69,3
M letní gen.	299	5179	17	1913	3266	36,9	63,1
F letní gen.	568	8918	16	2990	5928	33,5	66,5
M celkem	570	15773	28	3640	12133	23,1	76,9
F celkem	866	17636	20	5667	11969	32,1	67,9
Jarní gen.	569	19312	34	4404	14908	22,8	77,2
letní gen.	867	14097	16	4903	9194	34,8	65,2

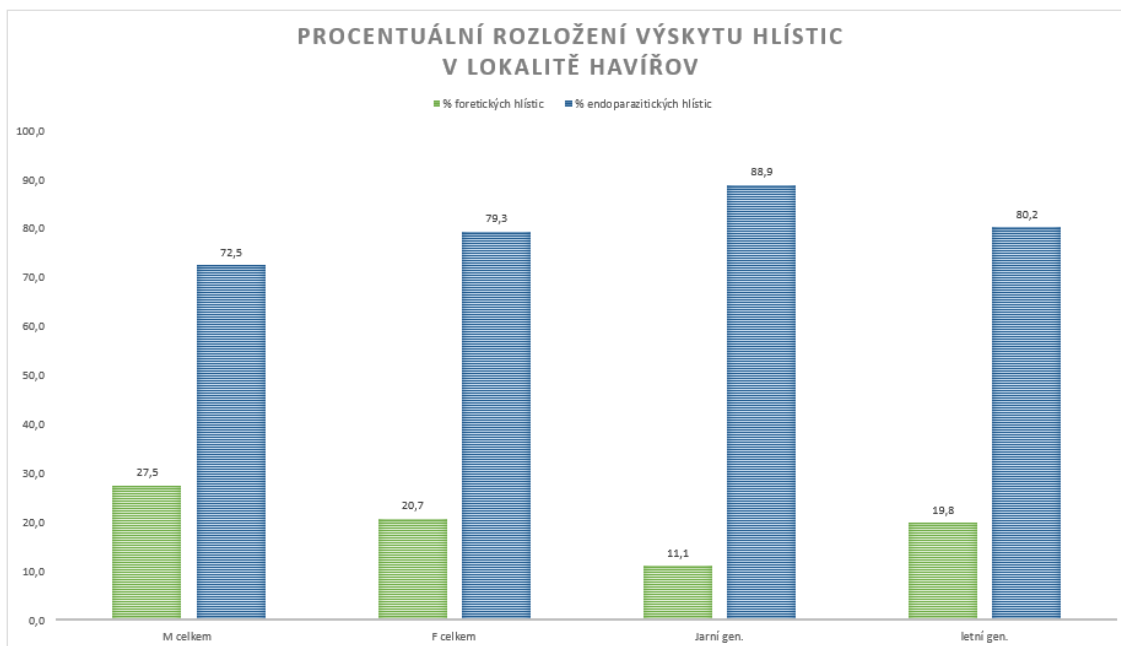
Z výsledků zpracovaných dat vyplývá, že v dané lokalitě u jarních generací je výrazně větší výskyt endoparazitických hlístic u samčích jedinců zatímco během letních generací se rozdíly zmenšují a je vidět nárůst populace u foretických hlístic viz Graf 5 a 6.

4.2. Lokalita Havířov

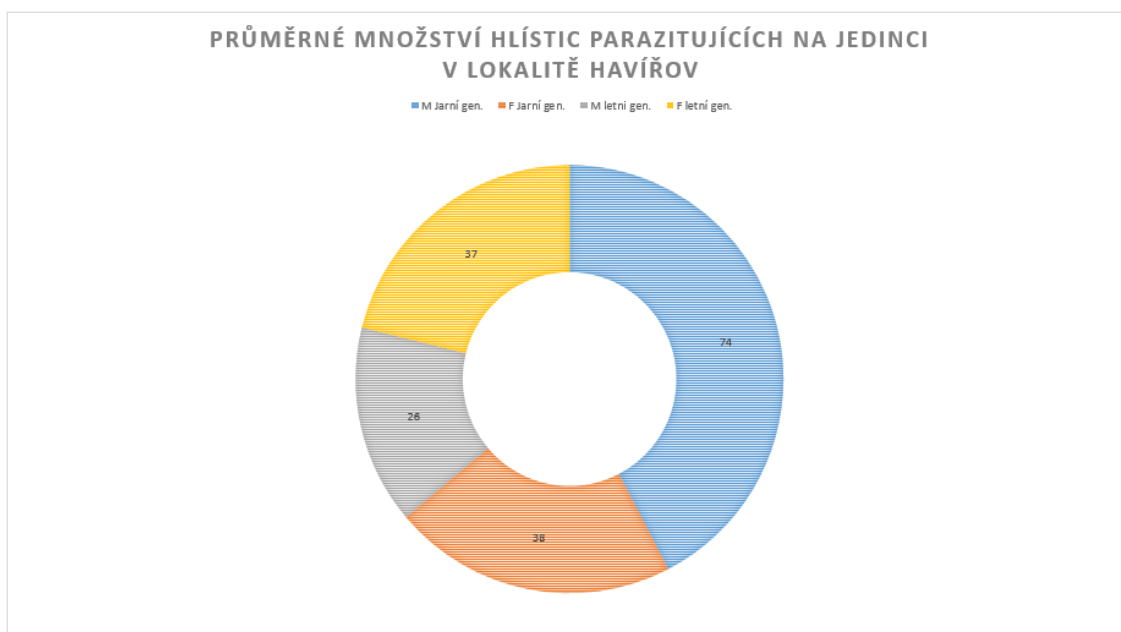
V rámci dané populace bylo celkem zpracováno 2 432 jedinců lýkožrouta modřínového, z toho bylo zpracováno 1 325 samic a 1 107 samců. Vzájemný poměr mezi odchycenými brouky činí 1,19 samic na 1 samce. Mezi odchycenými brouky lýkožrouta modřínového se celkem vyskytovalo 80 568 jedinců hlístic, z toho bylo 20 072 jedinců foretických a 65 096 jedinců endoparazitických. Největší zastoupení v rámci foretických hlístic měli hlístice nacházející se pod krovkami, následně na křídlech a nejmenší zastoupení měli foretické hlístice nacházející se mezi jednotlivými články. U endoparazitických hlístic bylo největší zastoupení ve střevě, následně v hemocelu, v Malpighických trubicích nebyl potvrzen žádný nález. V rámci generací bylo celkem nalezeno 80 568 jedinců hlístic, z toho jarní měla 5 743 jedinců a letní 74 825 jedinců hlístic. Největší zastoupení v rámci generací měli endoparazitické hlístice v celkovém součtu 65 096, zastoupení foretických hlístic činilo 15 472 jedinců. V poměru pohlaví mezi generacemi mají největší zastoupení endoparazitické hlístice v celkovém součtu 65 096, z toho 26 194 u samců a 38 902 u samic. Procentuální zastoupení endoparazitických hlístic v rámci jarní generace činí 88,9 %, v rámci letní 80,2 %. Zastoupení foretických hlístic v rámci jarní generace je 11,1 %, v rámci letní generace 19,8 %. Závislost výskytu endoparazitických a foretických hlístic v rámci dané populace je zřetelně prokazatelná.



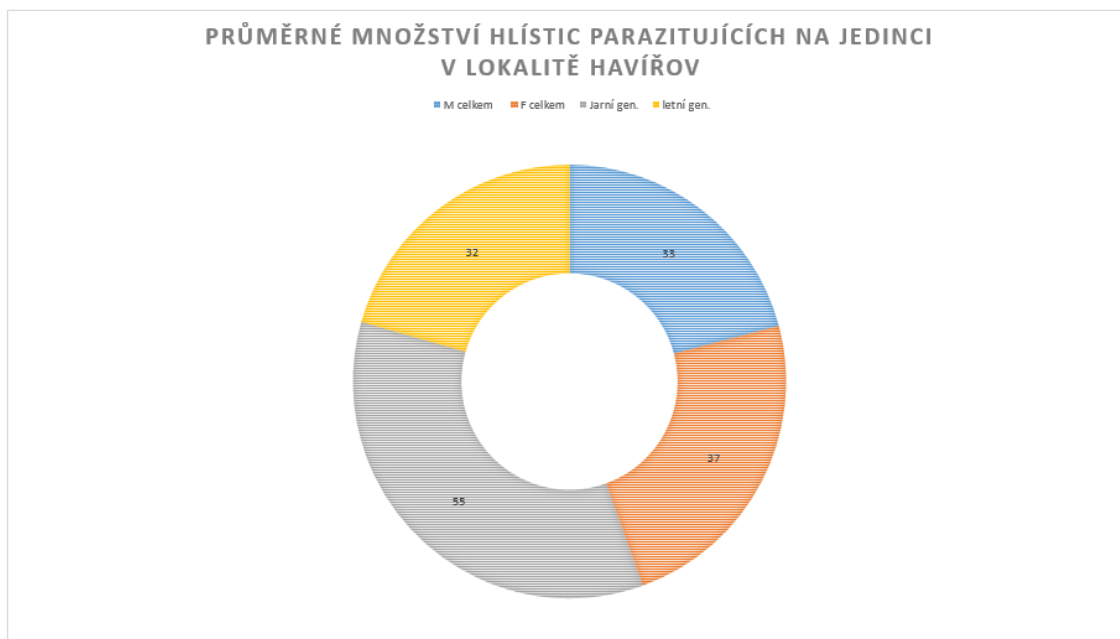
Graf 11: Procentuální rozložení výskytu hlístic v lokalitě Havířov. Zdroj: Vlastní zpracování



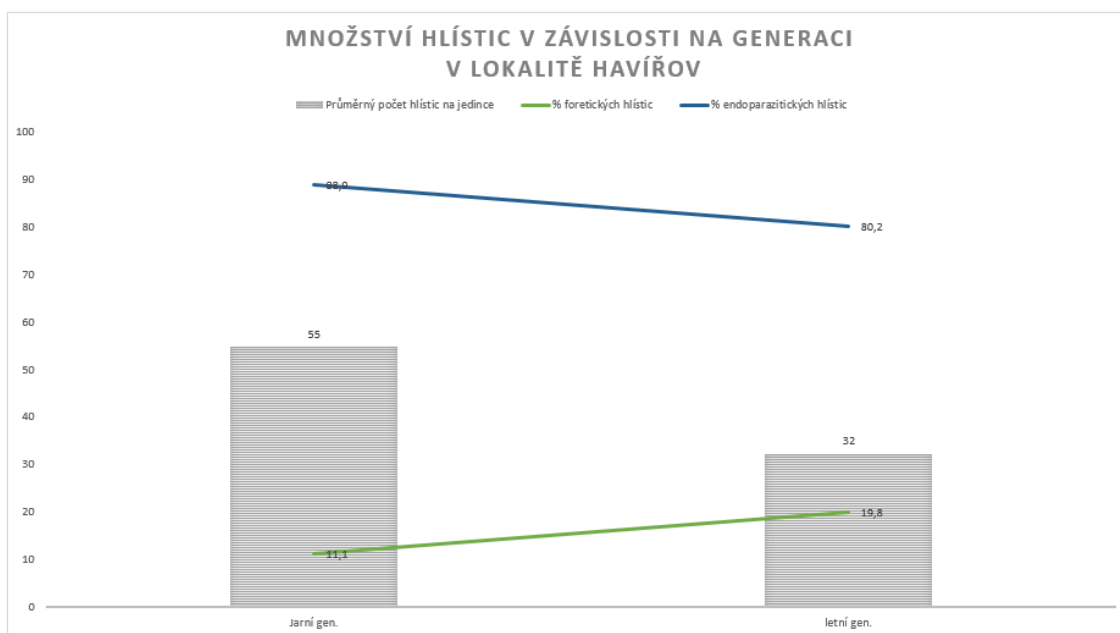
Graf 12: Procentuální rozložení výskytu hlístic v lokalitě Havířov. Zdroj: Vlastní zpracování



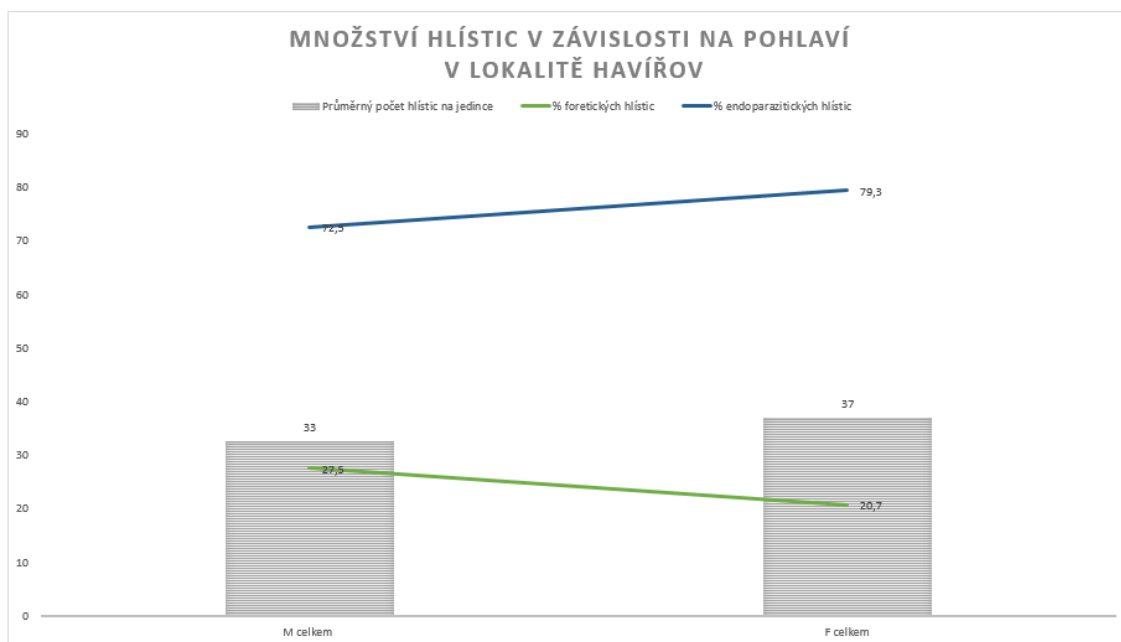
Graf 13: Průměrné množství hlístic parazitujících na jedinci v lokalitě Havířov. Zdroj: Vlastní zpracování.



Graf 14: Průměrné množství hlístic parazitujících na jedinci v lokalitě Havířov. Zdroj: Vlastní zpracování.



Graf 15: Množství hlístic v závislosti na generaci v lokalitě Havířov. Zdroj: Vlastní zpracování..



Graf 16: Množství hlístic v závislosti na pohlaví v lokalitě Havířov. Zdroj: Vlastní zpracování.

Tabulka 4 Rozložení výskytu hlístic ve sledované lokalitě. Zdroj: Vlastní zpracování

Havířov	Počet jedinců	Celkový počet kusů foretických hlístic			Celkový počet kusů endoparazitických hlístic					
		wings	elytrae	thorax+abdomen	Hemo. Contortyl. adult	Hemo. Contortyl. juvenile	Hemo. Parasityl. adult	Hemo. Parasityl. Juven.	intestestine	malp. Tub.
M Jarní gen.	49	96	97	49	7	3000	0	60	328	0
F Jarní gen.	56	130	209	56	9	1420	0	0	282	0
M letní gen.	1058	3530	5115	1058	251	14500	171	1600	6277	0
F letní gen.	1269	2975	5490	1267	262	21230	145	7300	8254	0
M celkem	1107	3626	5212	1107	258	17500	171	1660	6605	0
F celkem	1325	3105	5699	1323	271	22650	145	7300	8536	0
Celkem	2432	6731	10911	2430	529	40150	316	8960	15141	0

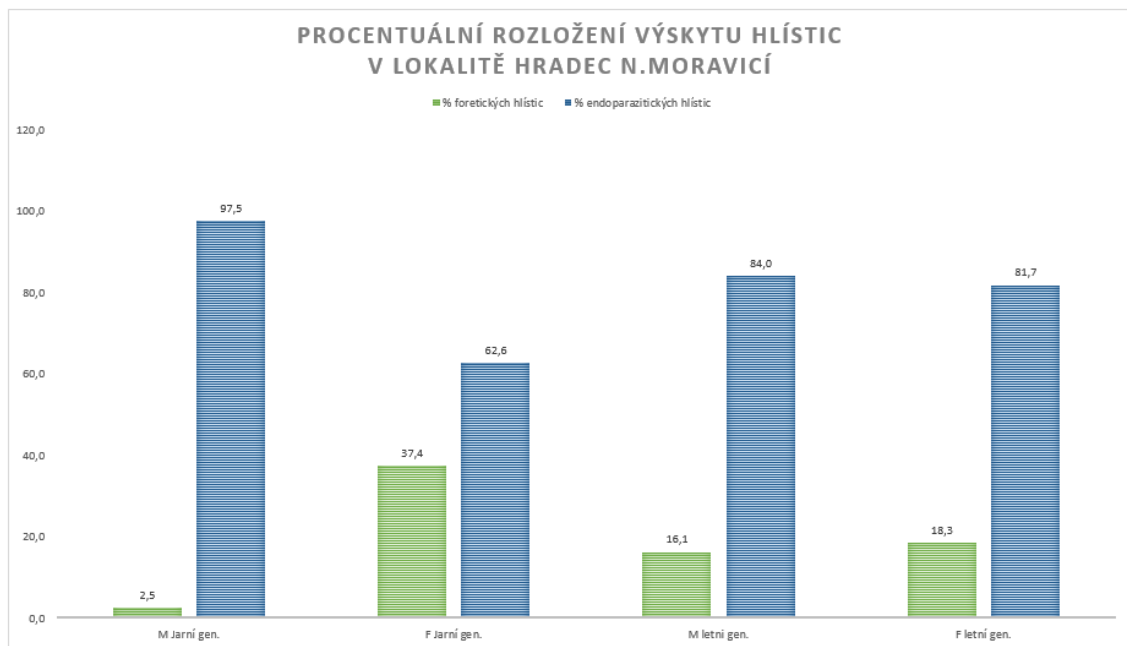
Tabulka 5 Rozložení výskytu hlístic ve sledované lokalitě. Zdroj: Vlastní zpracování

Pohlaví/gen.	Počet jedinců	Celkový počet kusů hlístic	Průměrný počet hlístic na jedince	Foretické hlístice	Endoparazitické hlístice	% foretických hlístic	% endoparazitických hlístic
M Jarní gen.	49	3637	74	242	3395	6,7	93,3
F Jarní gen.	56	2106	38	395	1711	18,8	81,2
M letní gen.	1058	27902	26	5103	22799	18,3	81,7
F letní gen.	1269	46923	37	9732	37191	20,7	79,3
M celkem	1107	36139	33	9945	26194	27,5	72,5
F celkem	1325	49029	37	10127	38902	20,7	79,3
Jarní gen.	105	5743	55	637	5106	11,1	88,9
letní gen.	2327	74825	32	14835	59990	19,8	80,2

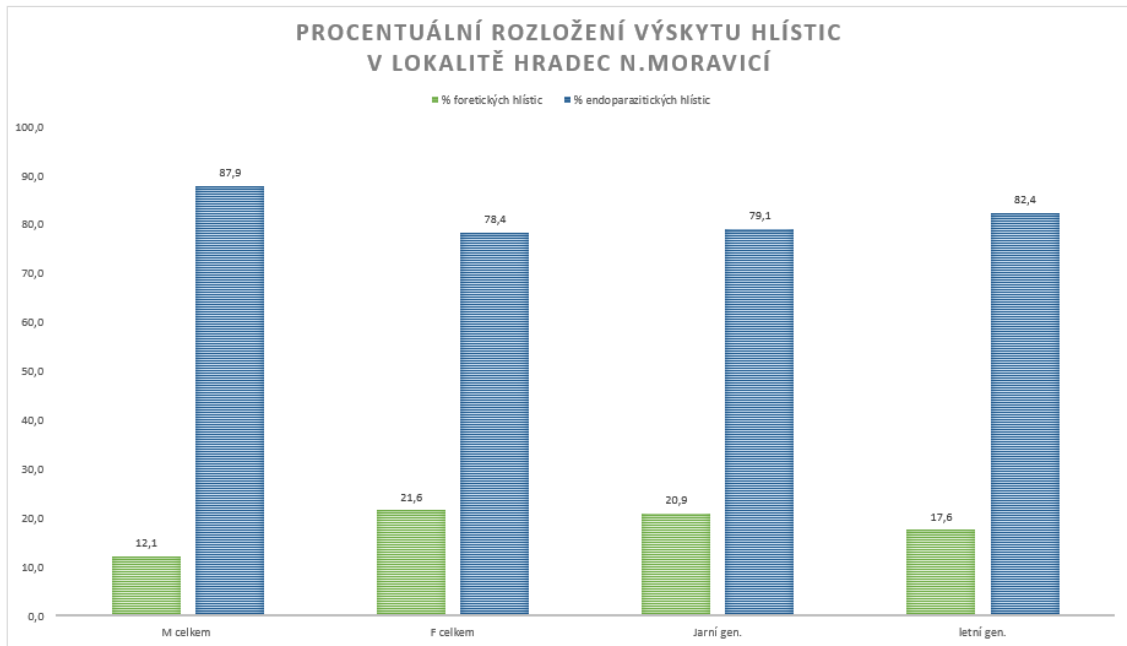
4.3. Lokalita Hradec nad Moravicí

V rámci dané populace bylo celkem zpracováno 194 jedinců lýkožrouta modřínového, z toho bylo zpracováno 125 samic a 69 samců. Vzájemný poměr mezi odchycenými brouky 1,81 samic na jednoho samce. Mezi odchycenými brouky lýkožrouta modřínového bylo celkem nalezeno 4015 jedinců hlístic, z toho bylo 735 jedinců foretických a 3280 jedinců endoparazitických. Největší zastoupení v rámci foretických hlístic měli hlístice nacházející se pod krovkami, na křídlech a mezi jednotlivými články těla byl výskyt těchto hlístic srovnatelný. U endoparazitických hlístic bylo největší

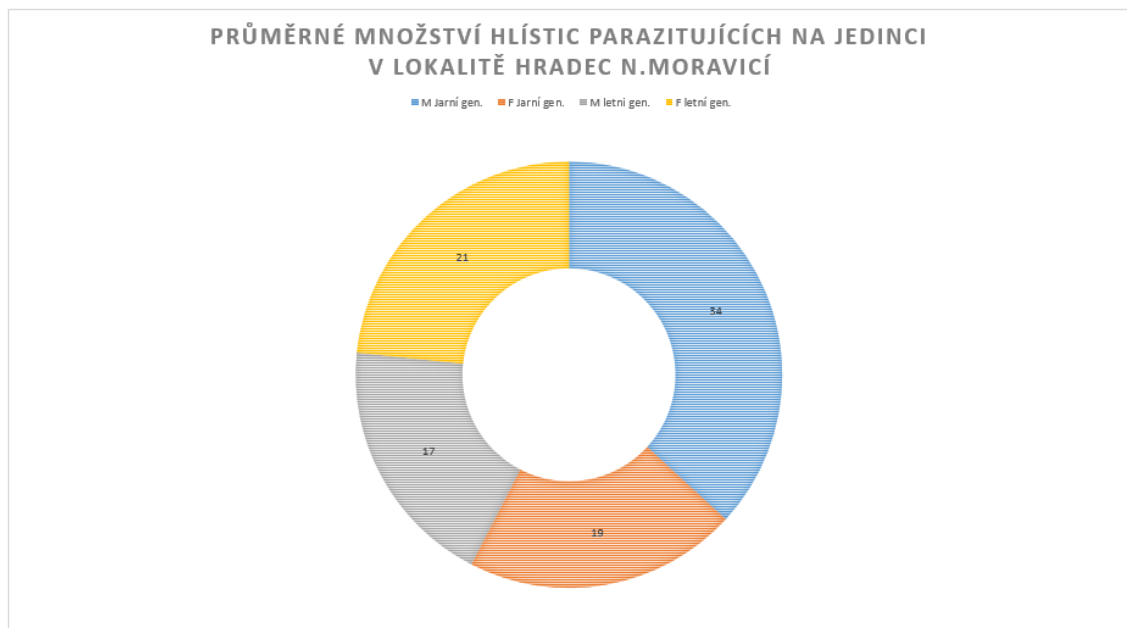
zastoupení ve střevě, následně v hemocelu, v Malpighických trubicích nebyl potvrzen žádný nález. V rámci generací bylo celkem nalezeno 4 015 jedinců hlístic, z toho jarní měla 860 jedinců a letní 3 155 jedinců hlístic. Největší zastoupení v rámci generací měli endoparazitické hlístice v celkovém součtu 3 280 jedinců, zastoupení foretických hlístic činilo 735 jedinců. Procentuální zastoupení endoparazitických hlístic v rámci jarní generace činí 79,1 %, v rámci letní 82,4 %. Zastoupení foretických hlístic v rámci jarní generace je 20,9 %, v rámci letní generace 17,6 %. Závislost výskytu endoparazitických a foretických hlístic v rámci dané populace je ztelně prokazatelná.



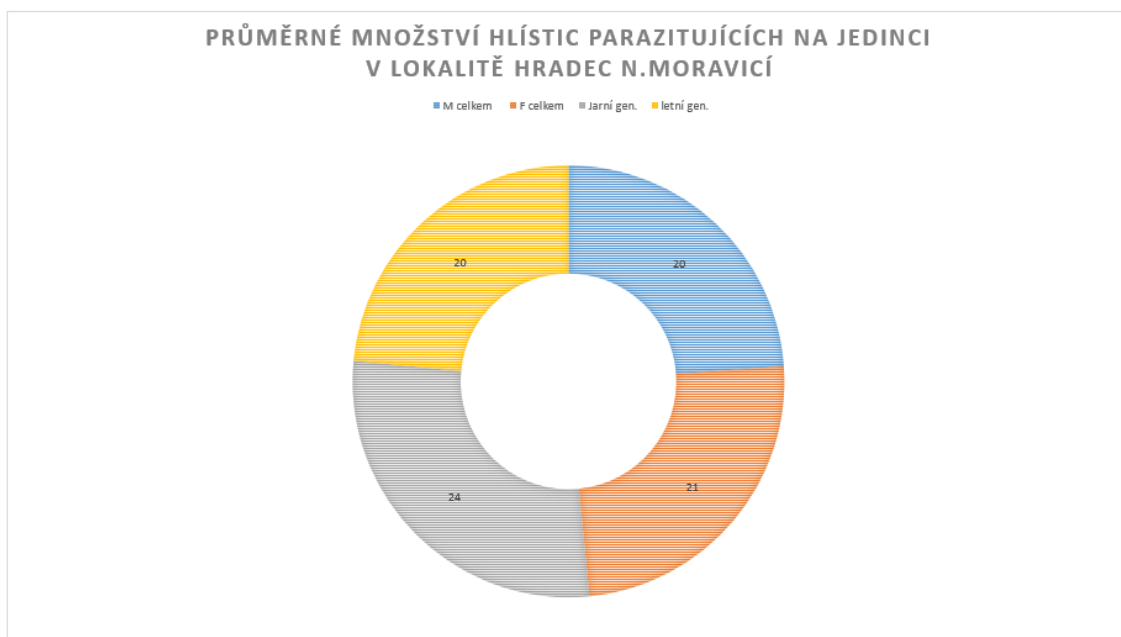
Graf 17: Procentuální rozložení výskytu hlístic v lokalitě Hradec n. Moravici. Zdroj: Vlastní zpracování..



Graf 18: Procentuální rozložení výskytu hlístic v lokalitě Hradec n. Moravici. Zdroj: Vlastní zpracování..



Graf 19: Průměrné množství hlístic parazitujících na jedinci v lokalitě Hradec n. Moravici. Zdroj: Vlastní zpracování..



Graf 20: Průměrné množství hlístic parazitujících na jedinci v lokalitě Hradec n. Moravici. Zdroj: Vlastní zpracování..

Tabulka 6 Rozložení výskytu hlístic ve sledované lokalitě. Zdroj: Vlastní zpracování

Hradec n.M.	Počet jedinců	Celkový počet kusů foretických hlístic			Celkový počet kusů endoparazitických hlístic					
		wings	elytrae	thorax+abdomen	Hemo. Contortyl. adult	Hemo. Contortyl. juvenile	Hemo. Parasityl. adult	Hemo. Parasityl. Juven.	Intestestine	malp. Tub.
M Jarní gen.	12	10	0	0	0	350	0	0	45	0
F Jarní gen.	24	30	100	40	0	200	0	0	85	0
M letní gen.	57	40	40	80	2	600	20	60	155	0
F letní gen.	101	125	165	105	4	1280	0	0	479	0
M celkem	69	50	40	80	2	950	20	60	200	0
F celkem	125	155	265	145	4	1480	0	0	564	0
Celkem	194	205	305	225	6	2430	20	60	764	0

Tabulka 7 Rozložení výskytu hlístic ve sledované lokalitě. Zdroj: Vlastní zpracování

Pohlavi/gen.	Počet jedinců	Celkový počet kusů hlístic	Průměrný počet hlístic na jedince	Foretické hlístice	Endoparazitické hlístice	% foretických hlístic	% endoparazitických hlístic
M Jarní gen.	12	405	34	10	395	2,5	97,5
F Jarní gen.	24	455	19	170	285	37,4	62,6
M letní gen.	57	997	17	160	837	16,1	84,0
F letní gen.	101	2158	21	395	1763	18,3	81,7
M celkem	69	1402	20	170	1232	12,1	87,9
F celkem	125	2613	21	565	2048	21,6	78,4
Jarní gen.	36	860	24	180	680	20,9	79,1
letní gen.	158	3155	20	555	2600	17,6	82,4

Závěr

Předložená diplomová práce si v teoretické části kladla za cíl stručně charakterizovat sledovaný druh lýkožrouta modřínového, dále popsat entomofilní hlístice a jejich zástupce, kteří se vývojově vážou na ostatní lýkožrouty rodu *Ips*. Cílem praktické části práce bylo analyzovat výsledky měření a pomoci grafů vizualizovat komparaci výskytu hlístic ve 3 sledovaných lokalitách. Celkem bylo zpracováno 4062 vzorků studijního materiálu, z toho 1436 pocházelo z Kostelce nad Černými lesy, 2432 z Havířova a 194 z Hradce nad Moravicí. V rámci poměru pohlaví bylo zpracováno 2316 samic a 1746 samců.

Z provedeného výzkumu vyplynulo, že ve sledovaných lokalitách jsou výrazné rozdíly ve výskytu foretických a endoparazitických hlístic a to v závislosti na pohlaví a generaci (jarní, letní). Provedené šetření zjistilo, že procentuální množství výskytu endoparazitických hlístic ve všech zkoumaných lokalitách s nástupem letní generace klesá, zatímco výskyt foretických hlístic má stoupající tendenci. Celkový průměrný výskyt hlístic je ve všech třech zkoumaných lokalitách vyšší v jarní generaci.

Výzkum byl zpracován za pomoci statistických výpočtů v aplikaci MS Excel 2016, důraz byl kladen zejména na měření procentuálního výskytu v závislosti na ročním období a pohlaví sledovaných parazitů.

Výsledky práce nabízí cenné výsledky, které mohou pomoci k účinnému přijetí opatření pro snížení populační hustoty sledovaných škůdců.

Autorka si je vědoma nutnosti pokračovat v započatém výzkumu a nadále provádět měření a šetření, které lépe objasní závislosti mezi výskytem jednotlivých pohlaví škůdců a jejich populační generací.

Stanovené cíle práce se podařilo z velké části naplnit. Pro další využití je zapotřebí aplikovat na výsledky výzkumu pokročilé statistické a analytické funkce, zejména korelace, či regresivní nebo degresivní vztahy.

Diskuse

Mezi hlísticemi a ostatními organismy existuje několik typů vzájemných vztahů, jako příklad můžeme uvést komenzálismus, semiparazitismu až predaci (Tenkáčová a Mituch, 1987; 1991; Kaya a Stock, 1997). Do interakcí s lýkožrouty vstupují hlístice na základě dva odlišných znaků, podle kterých dané skupiny hlístice charakterizujeme. Prvním znakem je vývojový cyklus, který prodělávají buď v prostředí požerků, nebo uvnitř těla hostitele. Druhým znakem je počet generací, které mají v průběhu jednoho roku. Foretické hlístice nacházejí v prostředí požerků dostatečné množství potravy pro svůj růst a vývoj, naproti tomu endoparaziti se vyvíjejí uvnitř těla hostitele a svůj vývojový cyklus ukončují v požercích. Mezi těmito interakcemi není zásadní rozdíl v množství prodělaných vývojových cyklů. Endoparazitické hlístice mají stejný počet generací jako zástupci rodu *Ips*, proto dochází k vzájemné provázanosti mezi těmito organismy. Do skupiny endoparazitických hlístic můžeme zařadit několik zástupců, příkladem můžeme uvést rod *Contortylenchus* a *Parasitylenchus*, kteří se vyvíjejí v hemocelu, Malpighických trubicích a uvnitř střev hostitele. Do skupiny endoparazitických hlístic nacházejících se na povrchu těla a uvnitř střeva hostitele patří rod *Cryptaphelenchus* mající stejný vývojový cyklus jako hlístice endoparazitické, ale mohou svůj vývoj prodělat i v prostředí požerků. Dalším zástupcem endoparazitických hlístic je rod *Parasitorhabditis*, který prodělává svůj vývoj uvnitř střev hostitele a Malpighických trubicích. Do skupiny foretických hlístic můžeme zařadit např. zástupce rodu *Micoletzkyia*, *Bursaphelenchus* a *Laimaphelenchus*. Tyto hlístice využívají svého hostitele pouze k přepravě do nového prostředí.

Seznam použité literatury

- Andrassy I, 1991. The free-living nematofauna of Batorliget Nature Reserve. In: The batorliget nature reserve – after forty years. Ed. by Mahunka S, Akademie-Verlag, Budapest, 129–197.
- Elsner, G., 1997. Relationships between cutting time in winter and breeding success of *Ips cembrae* in larch timber. Mitt. Dtsch. Ges. Allg. Angew. Entomol. 11, 653-657.
- Hoffard, W.H., Coster, J.E., 1976. Endoparasitic nematodes of *Ips* bark beetles in Eastern Texas. Environ. Entomol. 5(1), 128-132.
- Holuša, J., Grodzki, W, Lukášová, K., 2010. Comparison of the effectivity of the pheromone dispensers ID Ecolure, Pheagr IDU and Duplodor to the double-spined spruce bark beetle (*Ips duplicatus*). Sylwan 154, 363-370.
- Choo HY, Kaya HK, Shea P, Noffsinger EM, 1987. Ecological study of nematode parasitism in *Ips* beetles from California and Idaho. J Nematol 19, 495–502.
- De Goede RGM, Georgieva SS, Verschoor BC, Kamerman JW, 1993. Changes in nematode community structure in a primary succession of blown-out areas in a drift sand landscape. Fundam Appl Nematol 16, 501–513.
- Grodzki, W., Kosibowicz, M., 2009. Materiały do poznania biologii kornika modrzewiowca *Ips cembrae* (Heer) (Col., Curculionidae, Scolytinae) w warunkach południowej Polski. Sylwan 153(9), 587-593.
- Hunt DJ, 1993. Aphelenchida, Longidoridae and Trichodoridae: their systematics and bionomics. CABI, Wallingford, UK.
- Hunt, D.J., Hague, N.G.M., 1974. A Redescription of *Parasitaphelenchus oldhami* Rühm, 1956 (Nematoda: Aphelencjoididae) a Parasite of Two Elm Bark Beetles: *Scolytus scolytus* and *S. multistriatus*, together with some notes on its biology. Nematologica 20, 174-180.
- Kaya, H.K, 1984. Nematode parasites of bark beetle, in: Nickle, W.R., (Eds.), Plant and insect nematodes. Marcel Dekker, Inc., New York, s. 727-754.
- Krehan, H., Steyer, G., 2005. Borkenkäfer-Monitoring und Borkenkäfer-kalamität 2004. Forstschutz Aktuell. 33, 12-14.

- Knížek M., 2006. Podkorní hmyz. In: Kapitola P., Knížek M. (eds.): Výskyt lesních škodlivých činitelů v roce 2005 a jejich očekávaný stav v roce 2006. Zpravodaj ochrany lesa 2006 (Suppl.): 29
- Lieutier, F., 1979. Diptera associated with *Ips typographus* and *Ips sexdentatus* (Coleoptera: Scolytidae) in Paris area, and the changes in their populations during the annual cycle. *Bull. Ecol.* 10, 1-13.
- Lieutier, F., 1982. Weight variations of adipose tissue and ovaries and variations in the length of ovocytes in *Ips sexdentatus* Boern. (Coleoptera: Scolytidae); relation to parasitism by nematodes. *Ann. Parasitol. Hum. Comp.* 57(4), 407-418.
- Lieutier, F., 1984. Parasitism of *Ips sexdentatus* (Insecta: Scolytidae) by *Parasitorhabditis ipsophila* (Nematoda: Rhabditidae). *Ann. Parasitol. Hum. Comp.* 59(5), 507-520.
- Luitjes, J., 1974. *Ips cembrae*, a new noxious forest insect in the Netherlands. *Ned. Bosb.-Tijdschr.* 46, 244-246.
- Massey, C.L., 1956. Nematode parasites and associates of the Engelmann spruce beetle (*Dendroctonus engelmanni* Hopk.). *Proc. Helminthol. Soc. Wash.* 23(1), 14-24.
- Massey, C.L., 1960. Nematode parasites and associates of the California five spined engraver, *Ips confusus* (Lec.). *Proc. Helminthol. Soc. Wash.* 27(1), 42-44.
- Massey CL, 1974. Biology and taxonomy of nematode parasites and associates of bark beetles in the United States. US Government Printing office, Washington.
- Meirmans S, Skorpung A, Loyning MK, Kirkendall LR, 2006. On the track of the Red Queen: bark beetles, their nematodes, local climate and geographic parthenogenesis. *J Evol Biol* 19, 1939–1947.
- Neher DA, 2010. Ecology of plant and free-living nematodes in natural and agricultural soil. *Annu Rev Phytopathol* 48, 371–394.
- Oldham, J.N., 1930. On the infestation of elm bark beetle (Scolytidae) by a nematode *Parasitylenchus scouti* n. sp. *J. Helminthol.* 8(4), 239-248.
- Pfeffer A. 1989. Kůrovcovití Scolytidae a jádrohlodovití Platypodidae. Academia, Praha, 140 pp.

- Pfeffer, A., 1955. Fauna ČSR. Svazek 6. Kůrovci Scolytidae. (Řád: Brouci– Coleoptera). Nakladatelství Československé akademie věd, Praha.
- Postner, M., 1974. *Ips cembrae*, in: Schwenke, W., (Eds.), Die Forstschädlinge Europas. II. Band. Kafer. Paul Parey, Hamburg, s. 334-482.
- Reid, R.W., 1958. Nematodes associated with the mountain pine beetle. Bimonthly Progress Report, Canada Department of Agriculture 14(1), 3.
- Rühm W, 1956. Die nematoden der ipiden. Parasitologische schriftenreihe 6. Fischer, Jena.
- Slankis, A.Y., 1972. Parasites of bark beetles, *Parasitylenchus dispar* and *P. aculeatus* n.sp. Nematoda, Sphaerulariidae. Zool. Zh. 51(11), 1731-1733.
- Susoy V, Herrmann M, 2014. Preferential host switching and codivergence shaped radiation of bark beetle symbionts, nematode of *Micoletzkyia* (Nematoda: Diplogastridae). J Evol Biol 27, 889–898.
- Tenkáčová, I., Mituch, J., 1980. Helminthofauna of bark beetles (Scolytidae) from spruce from Mníšek nad Hnilcom area. Závěrečná správa, Helminthologický ústav SAV, Košice.
- Tenkáčová, I., Mituch, J., 1983. Helminthofauna podkornákovitých (Coleoptera: Scolytidae) z Vysokých Tatier. Závěrečná správa. Helminthologický ústav SAV, Košice.
- Tenkáčová I, Mituch J, 1986. A contribution to the knowledge of nematofauna of Scolytidae bark beetles in Norway spruce in forest park in Kosice. For J 32, 381–387.
- Tenkáčová, I., Mituch, J., 1988. Nematofauna of bark beetles (Scolytidae) from silver fir (*Abies alba* Mill.) from Polana area. Lesn. čas. 34(2), 125-131.
- Tenkáčová, I., Mituch, J., 1991. Nematodes of bark beetles (Coleoptera: Scolytidae) from Tatra National Park. Zborník prác o Tatranskom národnom parku 31, 173-182.
- Thong, C.H.S., Webster, J.M., 1975. Effects of the bark beetles nematode, *Contortylenchus reversus* on gallery construction, fecundity and egg viability of the douglas fir beetle *Dendroctonus pseudotsugae* (Coleoptera: Scolytidae). J. Invertebr. Pathol. 26, 235-238.
- Weiser, J., Mráček, Z., 1988. Parazitické hlístice hmyzu. Academia, Praha.

Yatsenkowsky, A.W., 1924. The castration of *Blastophagus* of pines by roundworms and their effect on the activity and life phenomena of the Ipsidae. Publication of Agriculture Institute, Western White Russian 3, 119.

Zitterer, P.M., 2002. Antagonists of *Ips acuminatus* (Gyllenhal) with special consideration of pathogens. Diploma thesis. Department für Wald- und Bodenwissenschaften, Universität für Bodenkultur. Vienna.

Seznam grafů:

Graf 1: Procentuální rozložení hlístic v rámci generací a zkoumaných lokalit. Zdroj: Vlastní zpracování.	19
Graf 2: Procentuální rozložení hlístic v rámci pohlaví a zkoumaných lokalit. Zdroj: Vlastní zpracování.	19
Graf 3: Průměrné množství hlístic parazitujících na jedinci v závislosti na generaci a zkoumané lokalitě. Zdroj: Vlastní zpracování.	20
Graf 4: Průměrné množství hlístic parazitujících na jedinci v závislosti na pohlaví a zkoumané lokalitě. Zdroj: Vlastní zpracování.	20
Graf 5: Procentuální rozložení výskytu hlístic v lokalitě Kostelec n. Č. L. Zdroj: Vlastní zpracování.	21
Graf 6: Procentuální rozložení výskytu hlístic v lokalitě Kostelec n. Č. L. Zdroj: Vlastní zpracování.	22
Graf 7: Průměrné rozložení výskytu hlístic v lokalitě Kostelec n. Č. L. Zdroj: Vlastní zpracování.	22
Graf 8: Průměrné rozložení výskytu hlístic v lokalitě Kostelec n. Č. L. Zdroj: Vlastní zpracování.	23
Graf 9: Množství hlístic v závislosti na generaci v lokalitě Kostelec n. Č. L.	23
Graf 10: Množství hlístic v závislosti na pohlaví v lokalitě Kostelec n. Č. L.	24
Graf 11: Procentuální rozložení výskytu hlístic v lokalitě Havířov. Zdroj: Vlastní zpracování.	25
Graf 12: Procentuální rozložení výskytu hlístic v lokalitě Havířov. Zdroj: Vlastní zpracování.	26
Graf 13: Průměrné množství hlístic parazitujících na jedinci v lokalitě Havířov. Zdroj: Vlastní zpracování.	26
Graf 14: Průměrné množství hlístic parazitujících na jedinci v lokalitě Havířov. Zdroj: Vlastní zpracování.	27
Graf 15: Množství hlístic v závislosti na generaci v lokalitě Havířov. Zdroj: Vlastní zpracování.	27
Graf 16: Množství hlístic v závislosti na pohlaví v lokalitě Havířov. Zdroj: Vlastní zpracování.	28
Graf 17: Procentuální rozložení výskytu hlístic v lokalitě Hradec n. Moravicí. Zdroj: Vlastní zpracování.	29

Graf 18: Procentuální rozložení výskytu hlístic v lokalitě Hradec n. Moravici. Zdroj: Vlastní zpracování..	30
Graf 19: Průměrné množství hlístic parazitujících na jedinci v lokalitě Hradec n. Moravici. Zdroj: Vlastní zpracování.....	30
Graf 20: Průměrné množství hlístic parazitujících na jedinci v lokalitě Hradec n. Moravici. Zdroj: Vlastní zpracování.....	31
Tabulka 1: Rozložení výskytu hlístic v jednotlivých lokalitách. Zdroj: Vlastní zpracování.	18
Tabulka 2 Rozložení výskytu hlístic ve sledované lokalitě. Zdroj: Vlastní zpracování.	24
Tabulka 3 Rozložení výskytu hlístic ve sledované lokalitě. Zdroj: Vlastní zpracování.	24
Tabulka 4 Rozložení výskytu hlístic ve sledované lokalitě. Zdroj: Vlastní zpracování.	28
Tabulka 5 Rozložení výskytu hlístic ve sledované lokalitě. Zdroj: Vlastní zpracování.	28
Tabulka 6 Rozložení výskytu hlístic ve sledované lokalitě. Zdroj: Vlastní zpracování.	31
Tabulka 7 Rozložení výskytu hlístic ve sledované lokalitě. Zdroj: Vlastní zpracování.	31