

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra ochrany lesa a entomologie



Srovnání velikosti odchyту

Ips acuminatus (Coleoptera: Curculionidae)

pomocí dvou typů feromonových odparníků

Bakalářská práce

Autor práce: Václav Balek

Vedoucí práce: Mgr. Karolina Lukášová, Ph.D.

Praha 2015

Czech University of Life Sciences Prague

Faculty of Forestry and Wood Sciences

Department of Forest Protection and Entomology



Comparison of
Ips acuminatus catches (Coleoptera: Curculionidae)
using two pheromone lures

Bachelor thesis

Author: Václav Balek

Supervisor: Mgr. Karolina Lukášová, Ph.D.

Prague 2015

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra ochrany lesa a entomologie

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Václav Balek

Hospodářská a správní služba v lesním hospodářství

Název práce

Srovnání velikosti odchyty *Ips acuminatus* (Coleoptera: Curculionidae) pomocí dvou typů feromonových odparníků

Název anglicky

Comparison of *Ips acuminatus* catches (Coleoptera: Curculionidae) using two pheromone lures

Cíle práce

- na základě odchytů do lapačů srovnat účinnost dvou typů feromonových odparníků určených k odchyty lýkožrouta vrcholkového

Metodika

Na 5 lokalitách budou instalovány dvojice lapačů s dvěma typy feromonových odparníků v 10 m rozstupech od sebe a zhruba 20 m od nejbližšího borového porostu. Odběry budou prováděny pravidelně každý týden od poloviny dubna do konce srpna. Materiál bude uskladněn v mrazícím boxu. V každém odběru bude spočítán počet jedinců *Ips acuminatus* a určeno pohlaví odchycených jedinců. V programu Statistica 12 bude srovnán počet odchycených jedinců *Ips acuminatus* v lapačích s různým typem odparníků a rovněž poměr pohlaví.

Doporučený rozsah práce

30 stran

Klíčová slova

lýkožrout vrcholkový, letová aktivita, feromonové odparníky, Pinus sp., východní Čechy

Doporučené zdroje informací

- Bakke A. 1978: Aggregation pheromone components of the bark beetle *Ips acuminatus*. *Oikos*, 31: 184-188.
- Colombari F., Battisti A., Schroeder L.M., Faccoli M. 2012: Life history traits promoting outbreaks of the pine bark beetle *Ips acuminatus* (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) in the south-eastern Alps. *European Journal of Forest Research*, 131: 553-561.
- Colombari, F., Schroeder L.M., Faccoli M., Battisti A. 2013: Spatio-temporal dynamics of an *Ips acuminatus* outbreak and implications for management. *Agricultural and Forest Entomology*, 15: 34-42.
- Forster B., Zuber R. 2001: *Ips acuminatus*: experiences from an outbreak in Southern Switzerland. *Journal of Forest Science*, 47: 80.
- Gehrken U. 1984: Winter survival of an adult bark beetle *Ips acuminatus* Gyll. *Journal of Insect Physiology*, 30: 421-429.
- Gehrken U. 1985: Physiology of diapause in the adult bark beetle, *Ips acuminatus* Gyll., studied in relation to cold hardiness. *Journal of Insect Physiology*, 31: 909-916.
- Isaia G., Manea A., Paraschiv M. 2010: Study on the effect of pheromones on the bark beetles of the scots pine. *Bulletin of the Transilvania University of Brasov*, 3: 67-72.
- Švestka M., Wiesner C. 1997: Vývoj a využití feromonového odparníku v ochraně lesa před lýkožroutem vrcholkovým – *Ips acuminatus*. *Zprávy lesnického výzkumu*, 42: 23-25.
- Wermelinger B., Rigling A., Schneider Mathis D., Dobbertin M. 2008: Assessing the role of bark- and wood-boring insects in the decline of Scots pine (*Pinus sylvestris*) in the Swiss Rhone valley. *Ecological Entomology*, 33: 239-249.

Předběžný termín obhajoby

2015/06 (červen)

Vedoucí práce

Mgr. Karolína Lukášová, Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 8. 7. 2014

prof. Ing. Jaroslav Holuša, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 1. 8. 2014

prof. Ing. Marek Turčáni, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 12. 04. 2015

Prohlašuji, že bakalářskou práci na téma „Srovnání velikosti odchyty *Ips acuminatus* (Coleoptera: Curculionidae) pomocí dvou typů feromonových odparníků“ jsem vypracoval samostatně pod vedením Mgr. Karoliny Lukášové, Ph.D. a s použitím odborné literatury a dalších zdrojů, které jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Jsem si vědom, že zveřejněním bakalářské 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 dne

Podpis autora.....

Rád bych poděkoval Mgr. Karolině Lukášové, Ph.D. za cenné rady, věcné připomínky a vstřícnost při konzultacích a vypracování bakalářské práce. Společnosti Městské lesy Hradec Králové, a. s. za umožnění provádět výzkum na jejich území a své rodině za podporu v mém studiu.

Abstrakt

Sledování letové aktivity lýkožrouta vrcholkového bylo realizováno v době od 11. dubna do 15. srpna roku 2014. Výzkum probíhal na pěti lokalitách v Městských lesích Hradec Králové. Bylo použito celkem 10 lapačů typu Theyson, které byly rozmístěny ve dvojicích na těchto lokalitách. Do dvojice lapačů byly vloženy dva typy feromonových odparníků (Acuwit a Sexowit), na každé lokalitě po jednom typu do jednoho lapače. Odběr vzorku byl prováděn pravidelně každý týden. Celkem bylo odchyceno 749 zástupců podčeledi Scolytinae. *Ips acuminatus* byl zastoupen 555 jedinci. Z toho bylo 522 samic a 33 samců. Poměr byl tedy výrazně ve prospěch samic a to 94% ku 6%. Letová aktivita lýkožrouta vrcholkového započala v týdnu po 11. 4. 2014 a pokračovala až do týdne mezi 27. 6. 2014 a 4. 7. 2014. Mezi jednotlivými lokalitami nebyly zaznamenány statisticky signifikantní rozdíly. Jako výrazně a statisticky signifikantně účinnější se ukázal feromonový odparník Acuwit, který předčil Sexowit jak v počtu odchycených *I. acuminatus*, tak v počtu lapených *T. piniperda*. Zároveň byl Acuwit statisticky signifikantně účinnější pro obě pohlaví *I. acuminatus*, a samce *Tomicus piniperda*, u samic tomu tak nebylo. *T. piniperda* byl zastoupen 91 jedinci ve vyrovnaném poměru pohlaví 42 samců ku 49 samicím. Výsledky této práce indikují, že pro výzkum letové aktivity lýkožrouta vrcholkového a případné hospodářské využití je bezesporu vhodnější feromonový odparník Acuwit.

Klíčová slova: lýkožrout vrcholkový, feromonové odparníky, letová aktivita, poměr pohlaví, *Pinus* sp., východní Čechy

Abstract

Monitoring of *Ips acuminatus* flight activity was realized in the period from 11 April to 15 August 2014. The research was conducted at five locations around Hradec Králové. We used a total of 10 pheromone traps type Theyson that were deployed in pairs at these locations. Two types of pheromone lures (Acuwit and Sexowit) were inserted into one trap of this pair at each location, one type in one pheromone trap. Sampling was conducted on a weekly basis. A total of 749 samples were captured and belong to the subfamily Scolytinae. *Ips acuminatus* was represented by 555 individuals. Of these, 522 females and 33 males were recorded. Sex ratio was therefore with dominance of females, 94 % of females to 6 % of males. Flight activity of *Ips acuminatus* began a week after 11. 4. 2014, and continued until the week of 27. 6. 2014 and 4. 7. 2014. All study locations were not statistically significantly different in abundance of bark beetles. Significantly better catches were recorded in traps with Acuwit lures, which surpassed Sexowit both in the number of captured *Ips acuminatus* and the number of trapped *T. piniperda* individuals. At the same time Acuwit was a statistically significant more effective for both sexes of *Ips acuminatus* and for the males of *Tomicus piniperda*, but not for females. *T. piniperda* was represented by 91 individuals in nearly equal sex ratio of males 42 to 49 females. The results of this study indicate that for the monitoring of *I. acuminatus* flight activity and a possible economic recovery is undoubtedly preferable pheromone lure Acuwit.

Key words: the pine bark beetle, pheromone lures, flight activity, sex ratio, *Pinus* sp., eastern Bohemia

Obsah

Úvod	10
Cíl práce	12
Literární přehled.....	13
Popis vývojových stádií <i>I. acuminatus</i>	13
Výskyt	13
Vývoj pošerku	13
Životní cyklus	14
Monitoring a obranná opatření.....	15
Metodika	17
Výsledky.....	20
Objem borového dřeva napadeného podkorním hmyzem v okrese Hradec Králové.....	20
Terénní studie.....	21
Diskuze	26
Závěr	29
Použitá literatura.....	30

Úvod

Lýkožrout vrcholkový, *Ips acuminatus* (Gyllenhal, 1827) náleží do řádu brouků (Coleoptera), čeledi nosatcovitých (Curculionidae), která zahrnuje více než 60 000 druhů, a podčeledi Kůrovci (Scolytinae). Patří mezi šest u nás se vyskytujících zástupců rodu *Ips*, který je rozšířen v Evropě, Asii a Severní Americe (Zahradník, 1999).

Lýkožrouti rodu *Ips* patří mezi nejvýznamnější hmyzí škůdce v lesích, a to ne pouze na území Evropy, ale také v Severní Americe. U jedinců tohoto rodu dochází často k přemnožení na rozsáhlém území, kde způsobují obrovské škody na lesním porostu (Zahradník, 1995). Jedinci v první řadě napadají poškozené a vadnoucí stromy. Zdravé stromy napadají až po případném přemnožení. Z toho se také odvíjí způsob ochrany proti jejich kalamitnímu stavu. Jejich sběr je odlišný od způsobu sběru jiného hmyzu. Je to způsobeno stylem života kůrovců, kdy dospělci tráví většinu svého života v pletivech živých dřevin. Venku odchyťujeme kůrovce pouze při jejich rojení, které je velmi krátké. V tento čas vylétají dospělci a vyhledávají poškozené či vadnoucí stromy (Pfeffer, 1989).

Lýkožrout vrcholkový patří mezi druhy, které nalézají příhodné podmínky pro množení v oslabených nebo odumírajících stromech, ale také ve zbytcích po těžbě, to znamená odříznuté vršky a větve borovice. Pokud dojde k jeho přemnožení, začíná napadat i zdravý porost. Dle zkušeností, získaných v devadesátých letech, je tento *Ips* velmi závislý na oslabení borovic. Díky značnému úbytku srážek na počátku devadesátých let došlo k výrazné gradaci populace lýkožrouta vrcholkového spolu s krascem borovým [*Phaenops cyanea* (Fabricius, 1775)]. Vznikly velké škody v borových lesech. Po dvou letech (1996-1997), kdy byly srážky vyšší než dlouhodobý průměr, gradace uvedených škůdců rychle odezněla (Švestka, 2001).

Jednou z metod, které jsou efektivní k monitorování populace *I. acuminatus*, je použití feromonových odparníků pro odchyt do bariérových lapačů. V současné době v České republice není registrován žádný feromonový odparník, určený k odchytu lýkožrouta vrcholkového. V naší studii jsme se pokusili otestovat dva odparníky [na *I. acuminatus* a *Ips sexdentatus* (Börner, 1776)], abychom zjistili, který z odparníků je nejefektivnější pro podmínky v ČR a poskytuje nám co nejvěrnější posouzení početnosti a doby rojení tohoto škůdce. Zejména nám šlo o zhodnocení jejich účinnosti pro potenciální využití lesními hospodáři.

K tomuto výzkumu jsme vybrali lesy v okolí statutárního města Hradec Králové, kde po domluvě se společností Městské lesy Hradec Králové, a. s., jakožto správcem lesů, byly umístěny odparníky s příslušnými feromonovými odparníky. Oblast těchto lesů je pro výzkum borových škůdců výhodná, zejména díky svému zastoupení *Pinus sylvestris* L. (borovice lesní), které činí více než 56% z celkové plochy porostu.

Cíl práce

- určení letové aktivity *Ips acuminatus* na území Městských lesů Hradec Králové
- porovnání odchyty na feromonový odparník Acuwit® a Sexowit® u *Ips acuminatus*
- analýza poměru pohlaví u odchycených jedinců *I. acuminatus*

Literární přehled

Popis vývojových stádií *I. acuminatus*

Vajíčka lýkožrouta vrcholkového jsou malá a bělavá, později se objevuje stín embrya na povrchu. Larvy jsou bílé barvy, beznohé, s hnědou hlavou, která mírně vystupuje z kontury těla. Jejich tělo je mírně obloukovitě zahnuté (Pfeffer, 1955). Larvy procházejí třemi stádii vývoje (Zahradník, 1999). Kukla je bílá a tvarem připomíná velmi zřetelně tělo dospělého (Pfeffer, 1955).

Dospělec patří mezi nejmenší zástupce rodu *Ips*. Měří 2,2 až 3,9 mm. Jeho tělo je podlouhlého válcovitého tvaru (Zahradník, 1999). Mladí jedinci jsou světle hnědí a postupně tmavnou. Na zadečku mají imaga čtyři výrůstky, podle kterých se dá poznat pohlaví jedince. Samci mají tyto výrůstky výraznější a poslední výrůstek je zdvojený.

Štít je vůči tělu nápadně velký s výrazně hrbokatou přední částí. Krovky jsou krátké, 1,17-1,2 krát delší než štít. Mají velmi jemné tečky v řádcích. Mezirýží je pouze řídce tečkované. Tělo je mírně ochlupené. (Pfeffer, 1989). Má žlutá lomená tykadla zakončená tupě oválnou špičkou (Zahradník, 1999).

Výskyt

Oblastí výskytu lýkožrouta vrcholkového je zejména střední a severní Evropa. Ojedinele se může vyskytovat také v nížinách západní Evropy, evropské části Ruska a Balkánském poloostrově. Byl zaznamenán i na Krymu, v Turecku, severní Asii, Japonsku a Severní Americe. Čím se pohybujeme severněji, tím je výskyt lýkožrouta vrcholkového větší (Pfeffer, 1955). U nás je jeho výskyt vázán na lesy borové. Vyhledává teplejší oblasti, jako jsou svahy směřující na jihozápad, okraje lesního porostu nebo porost prořídlý.

Vývoj požitku

Lýkožrout vrcholkový hlodá pod tenkou kůrou ve vrcholové části stromu a také na větvích. Samec vytváří snubní komůrku 3-6 milimetrů velkou, ve které produkuje agregační feromon (Hérard a Mercadier, 1996). Feromon nepřitahuje pouze samice, s nimiž se bude poté samec pářit, ale také další samce, kteří v napadeném stromě vytvářejí své vlastní požitky a do nich lákají další samice (Zahradník, 1999). Z komůrky vybíhá tři až pět celkem rovných nebo mírně zahnutých matečných chodeb, připomínajících svým tvarem hvězdu

(Francke-Grosmann, 1952). Požerek je dvacet až čtyřicet centimetrů dlouhý a matečné chodby jsou okolo 2 mm široké. Na rozdíl od ostatních zástupců rodu *Ips* jsou chodby za samicemi pevně uzavřené drtí. Chodby larev jsou od sebe vzdálené průměrně dva centimetry, tedy velice řídké a také docela krátké. Pro larvy není potravou pouze lýko, ale také některé druhy ambróziových hub, to jsou houby, které zavléká pod kůru samice a ty poté prorůstají požerky (Pfeffer, 1955). U tohoto lýkožrouta se jedná především o houbu *Ophiostoma clavatum* Mathiesen-Käärik (Villari et al., 2013), jež je příčinou rychlého a silného modráni dřeva. Ovšem samotný dospělec, *I acuminatus*, není považován za agresivní a stromy zabíjející druh kůrovce, to je zmíněno zejména v dříve publikované literatuře o tomto zástupci hmyzu, ale pouze za druh, způsobující ekonomickou újmu na dřevě (Saalas, 1949; Bakke, 1968; Schwenke, 1974).

Životní cyklus

Lýkožrout vrcholkový obvykle přezimuje ve stádiu dospělého v požercích. Méně obvyklé je přezimování ve stádiu kukly nebo larvy (Zahradník, 1999). Proti mrazu je velmi odolný, dokáže přežít až -35°C . Toto je umožněno látkou, obsahující etylenglykol a jiné polyoly, podobnou „fridexu“, která chrání tkáň před poškozením mrazem (Švestka et al., 2005).

Přezimující imago začíná být aktivní na začátku jara, kdy teploty překročí 14°C (Colombari et al., 2012). Ve střední Evropě má dvě pokolení, v severní pouze jedno. Na konci dubna a začátku května probíhá jeho jarní rojení. Letní, v závislosti na počasí, nadmořské výšce a geografické poloze začíná během července. Samci vylétají jako první, aby hledali vhodné stromy, na kterých přistávají a vyhledávají snubní komůrky. Jedinci lýkožrouta vrcholkového jsou polygamní, v jednom požerku je 2-12 samic. Zpravidla není tento počet tak vysoký a v jednom požerku je 3-5 samic.

Na území České republiky je vývoj *I. acuminatus* poměrně rychlý. To je především zapříčiněno výskytem v teplejších oblastech. Klazení vajíček trvá 1-2 týdny. Líhnutí prvních larev se překrývá s dobou klazení posledních vajíček. Období larvy je, v závislosti na počasí, dlouhé zhruba 4 týdny. Při nižších teplotách se prodlužuje. Období kukly je dlouhé 7-10 dní. Celková doba vývoje od vajíčka po dospělého jedince trvá přibližně 6-7 týdnů (Zahradník, 1999).

Poměr pohlaví v populaci lýkožrouta vrcholkového je závislý na jeho populační hustotě. Existují dva klony samic. První se nazývá sexuální a druhý pseudogamní. Pseudogamie je zvláštní formou rozmnožování, při kterém klonální samice nemohou produkovat potomstvo, dokud nezískají sperma od samců, ale k přímému oplození nedojde. Pseudogamní samice produkují potomstvo - pouze samice, které je geneticky shodné s matkou (Løyning a Kirkendall, 1996).

Monitoring a obranná opatření

Prevence spočívá v celoroční likvidaci těžebního odpadu a vyhledáváním poškozených, chřadnoucích nebo napadených stromů. Pomůže také kontrola vršků vývratů a větví stromů (Zahradník, 1999). Stromy napadené kůrovcem se odváží na sklady a tam se provádí odkornění, pokud jsou pod kůrou larvy. Když jsou pod kůrou kukly a imaga, asanace probíhá chemickou cestou přímo v lese. Ošetření můžeme provádět pouze přípravky uvedenými v Seznamu povolených přípravků na ochranu lesa.

Kontrola se provádí pochůzkami v ohrožených porostech. Především v poškozených porostech a porostech se sníženým zakmeněním. Nejlépe poznáme napadené stromy podle barevných změn jehličí. Po napadení jehličí začíná šednout a posléze rezavět. Napadené stromy se vyhledávají dle těchto barevných změn jehlic. Protože letní rojení začíná na přelomu června a července, napadené stromy můžeme asanovat již v průběhu června, ihned po jejich určení. Tím zahubíme novou generaci (Švestka 2001). Naneštěstí hodnocení výsledků naší činnosti se provádí jen těžko, jelikož odlišit, co má vliv na populaci škůdce - jestli naše prevence nebo přirozené faktory, je de facto nemožné (Foltz, 1979).

Jako obrana proti lýkožroutu vrcholkovému se používají feromonové lapače s odparníky. Tyto odparníky se vkládají do bariérových (narázových) lapačů, na stromové či otrávené lapáky. Lapáky i lapače představují hlavní nástroje určené ke snižování úmrtnosti stromů, spolu s asanací a odvozem napadeného dříví (Niemeyer, 1997). Lapače současně slouží k monitoringu početnosti a doby rojení. Umisťují se na okraje porostu, v porostních mezerách a světlinách ve vzdálenosti 15-20 m od živých stromů. Pro sledování stavů při rojení se lapače rozmisťují v rozestupu 50 m, v případě využití lapačů i pro snižování stavu se jejich rozstup snižuje dle okolností až na 10-20 m. Důležitá je včasná instalace feromonových odparníků ještě před počátkem rojení s typickým výrazným vrcholem během

3-5-ti dnů (Zahradník, 1999). Agregáčn  feromony obsažené v odparn c ch p tahuji jak samice, tak samce, to umořňuje intenzivn  odchyt do lapačů (Koul et al., 2004).

Lap ky urcen  na odchyt *I. acuminatus* se neodv tvuji (řvestka, 2001). Stromy instalovan  jako lap ky se p ipravuji t sn  p ed ocek van m rojen m. Na konci b rezna ař zaat ku dubna a um st uji se na proslun n  m sta tak, aby byly v tř n  část dne na p r m m slunci (Zahradn k, 1999).

Metodika

Pro výzkum bylo vybráno území lesů v okolí krajského města Hradec Králové, ve kterých hospodaří společnost Městské lesy Hradec Králové, a. s. (GPS souřadnice porostu: 50.177516 N, 15.902453 E). Porost těchto lesů se vyznačuje 56,23% zastoupením borovice lesní. Stromy rostou na chudých, štěrkopískových nánosech řeky Orlice, v průměrné nadmořské výšce 275 metrů. Oblast královehradeckých lesů je chudá na dešťové srážky, ročně zde naprší jen kolem 550 mm vodního sloupce (MLHK, 2014).

Po nahlédnutí do porostních map bylo vybráno 5 lokalit s co nejvyšším zastoupením borovice lesní, ve kterých byly rozmístěny dvojice lapačů (viz. Obr. 1). Jelikož se v roce 2012 prohnala hradeckými lesy vichřice a způsobila škody na téměř 200 hektarech porostu, byly využity dvě lokality takto postižené. Jednalo se o lokalitu číslo 4 a 5. To vycházelo zejména z předpokladu, že okolní stromy budou poškozené a tím vytvoří příhodné prostředí pro vývoj kůrovce.

Jedna z lokalit, číslo 1, se nacházela nedaleko Mazurových chalup. Zde byly lapače umístěny na zalesněné holiny se zhruba čtyřletým porostem. Další dvě lokality, 2 a 3, byly na čerstvě zalesněných holinách, jež jsou pozůstatkem po mýtní těžbě, která proběhla dva roky před výzkumem.

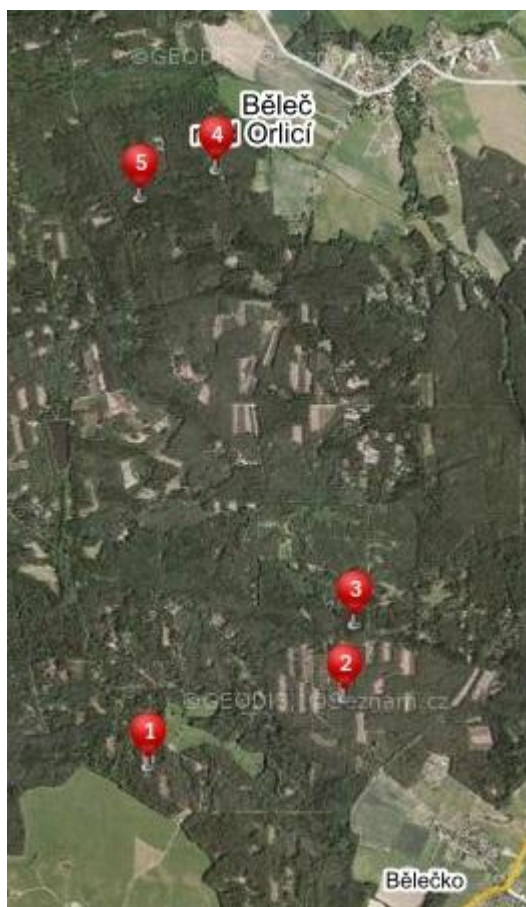
Před samotnou instalací feromonových lapačů bylo připraveno 20 dřevěných hranolů s délkami mezi dvěma až dvěma a půl metry. Tyto hranoly byly na jednom konci pomocí kotoučové pily upraveny do tvaru V a případně zkráceny, kvůli snazšímu zatlukání do země.

Lapače byly umístěny na dva takovéto hranoly. Jednalo se o štěrbinové lapače typu Theyson. Jsou zhotoveny z černého plastu a na obou stranách disponují průduchy pro zachytávání dospělců takzvanými vletovými štěrbinami. Ve spodní části je výsuvná vanička, do které kůrovci padají. Tato vanička je vybavena odtokovými otvory, aby se neplnila dešťovou vodou a je překryta víkem ve tvaru trychtýře s dírou v jeho spodní části. Toto řešení zabraňuje lýkožroutům v možném útěku z lapače.

Hranoly byly umístěné ve stejné vzdálenosti, jako je šířka lapačů, do výšky okolo 1,5 metru, do tzv. prsní výšky, pomocí měděných drátků a hřebíků, v minimálním odstupu 10 metrů od sebe a přibližně 20 metrů od porostu.

Byly použity 2 typy feromonových odparníků od rakouského výrobce WITASEK PflanzenSchutz, GmbH: Sexowit a Acuwit. Jak již název napovídá, Acuwit je odparník

primárně vyvinut pro odchyt zkoumaného druhu, lýkožrouta vrcholkového. Sexowit je určen pro odchyt druhu *Ips sexdentatus* (lýkožrout borový).



Obr. 1 Mapa rozmístění lokalit ve studijní oblasti v roce 2014.

Do jednoho lapače byl tedy vložen přípravek Sexowit, do druhého, na stejné lokalitě, přípravek Acuwit. Instalace na všech pěti lokalitách proběhla v pátek, 11. dubna, v odpoledních hodinách.

Odchyt započal dnem instalace, to znamená 11. 4. 2014, první sběr vzorků byl po týdnu, v pátek 18.4. Vzorky byly shromažďovány až do 15. 8. 2014 tedy 4 měsíce. Dne 6. 6. 2014 došlo k výměně původních feromonových odparníků za nové, z důvodu trvanlivosti a jejich účinnosti. Vzorky byly odebírány do malých plastových nádobek (objem 2,5 ml) typu Eppendorf s víčkem, které byly popsány čísly lokalit (1-5) a písmeny, poukazujícími na jednotlivé feromonové odparníky, A jako Acuwit a S jako Sexowit. Vzorky byly očištěny a vybráni pouze zástupci podčeledi Scolytinae. Po vytřídění byli dospělci umístěni

do zkumavek s vatou a příslušným popiskem a zamražení při teplotě -5°C , z důvodu jejich zachování v původním stavu.

Samotný výzkum vzorků získaných z odchyťů byl proveden 24. – 25. září v prostorách fakulty. Pomocí stereomikroskopu Arsenal byli všichni získaní jedinci determinováni podle Pffefera (1989). Pohlaví u *Ips acuminatus* bylo určeno pomocí morfologických znaků, především v rozdílech postavení zoubků na krovkách. Samice má všechny 4 výrůstky špičaté, kdežto samec má druhý a třetí výrůstek srostlý v „paličku“. Záznam výsledků byl prováděn do předpřipravené tabulky.

Získaná data byla dána do tabulkového softwaru Microsoft Excel 2010 a poté graficky a statisticky zpracována v programu Statistica 12. Teploty z meteorologické stanice Nový Hradec Králové za dané období byly získány od Českého hydrometeorologického ústavu.

Výsledky

Objem borového dřeva napadeného podkorním hmyzem v okrese Hradec Králové

Objem dřeva (m³) napadeného škůdci na borovici, v průběhu posledních 15 evidovaných let v okrese Hradec Králové velmi kolísal (Tab. 1). Je nutno podotknout, že tato data se netýkají pouze lýkožrouta vrcholkového (*I. acuminatus*) a lýkohuba sosnového (*T. piniperda*), ale vztahují se na všechny podkorní škůdce borového porostu, kromě klikoroha borového, pro kterého se tato čísla evidují samostatně. Z Tab. 1 je patrné, že největší zaznamenaný objem napadeného dřeva je z roku 2011. Tehdy bylo škůdci dotčeno 286 m³ borového dřeva. Na druhou stranu jsou dva záznamy s nulovými hodnotami (rok 1999 a 2008).

Tab. 1 Objem borového dřeva napadeného podkorním hmyzem v okrese Hradec Králové mezi lety 1998 a 2012 (Zahradník a Knížek, 1999; Zahradník a Knížek, 2000; Knížek, 2001; Knížek, 2002; Knížek, 2003; Knížek a Zahradník, 2004; Knížek, 2005; Knížek a Holuša, 2006; Knížek a Holuša, 2007; Knížek, 2008; Knížek, 2009; Knížek, 2010; Knížek a Lubojacký, 2011; Knížek a Lubojacký, 2012; Lubojacký a Knížek, 2013).

Podkorní hmyz na borovici v okrese Hradec Králové	
Rok	Objem napadeného dříví (m³)
1998	31,00
1999	0,00
2000	20,00
2001	30,72
2002	1,92
2003	103,72
2004	27,00
2005	36,00
2006	4,00
2007	8,00
2008	0,00
2009	129,00
2010	67,00
2011	286,00
2012	100,00

Terénní studie

V našem výzkumu bylo do deseti lapačů celkem chyceno 742 zástupců čeledi Curculionidae. Mimo 555 jedinců druhu *Ips acuminatus*, také 91 jedinců *Tomicus piniperda* (Linnaeus, 1758) (lýkohub sosnový) a 96 jedinců dalšího zástupce z rodu *Ips* – *Ips typographus*.

Tabulka č. 2 se zaměřuje na borové škůdce, lýkohuba sosnového a lýkožrouta vrcholkového. Předkládá nám celkové počty odchyty z jednotlivých lokalit v porostu.

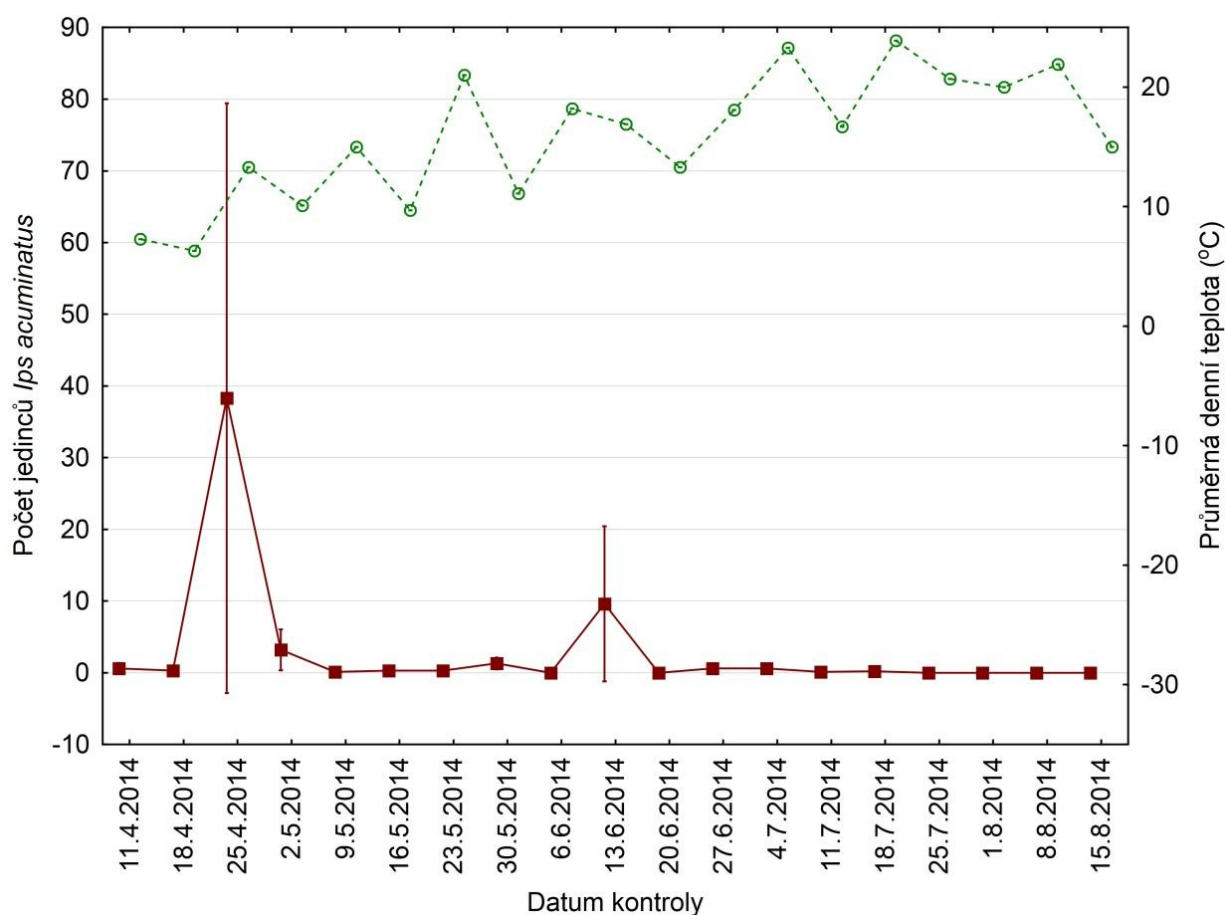
Tab. 2 Celkové odchyty *I. acuminatus* a *T. piniperda* za jednotlivé lokality a typ feromonového odparníku ve studijní oblasti Hradec Králové v roce 2014.

Celkový odchyt		<i>Ips acuminatus</i>		<i>Tomicus piniperda</i>		Celkem za lokalitu
Lokalita	Odparník	Samec	Samice	Samec	Samice	
1	Acuwit	8	170	1	0	198
	Sexowit	0	18	0	1	
2	Acuwit	4	50	10	8	92
	Sexowit	0	18	0	2	
3	Acuwit	4	88	21	25	146
	Sexowit	0	5	2	1	
4	Acuwit	17	158	3	1	183
	Sexowit	0	4	0	0	
5	Acuwit	0	10	4	10	27
	Sexowit	0	1	1	1	
Celkem		33	522	42	49	646

U lýkožrouta vrcholkového bylo odchyceno 522 samic a 33 sameců. Rojení započalo mezi 11. a 18. dubnem. Letová aktivita *I. acuminatus* měla 2 vrcholy letové aktivity, tedy dvě generace dospělců během výzkumu. První generace dospělců vylétla v druhé polovině dubna, v týdnu mezi 18. a 25. 4. 2014. V tento týden bylo odchyceno celkem 383 jedinců. Druhý vrchol a zároveň druhá generace se objevila v první polovině června mezi 6. a 13. 6. 2014. Počet dospělců v druhé generaci byl o poznání nižší než u jedinců první generace a jejich výlet nebyl tak intenzivní. Jednalo se o 96 jedinců. Rojení tohoto druhu skončilo v týdnu mezi 11. a 18. červencem 2014 (Graf 1).

Počet samců byl vůči samicím mnohonásobně a statisticky průkazně nižší (Shapiro Wilk normality test (samci): $W=0,13418$, $p=0,00001$; Shapiro Wilk normality test (samice): $W=0,17826$, $p=0,0001$; Wilcoxonův párový test: $z= 6,21$; $p<0,05$; Graf 2). V procentuálním vyjádření se jedná o poměr 6 % u samců ku 94 % u samic.

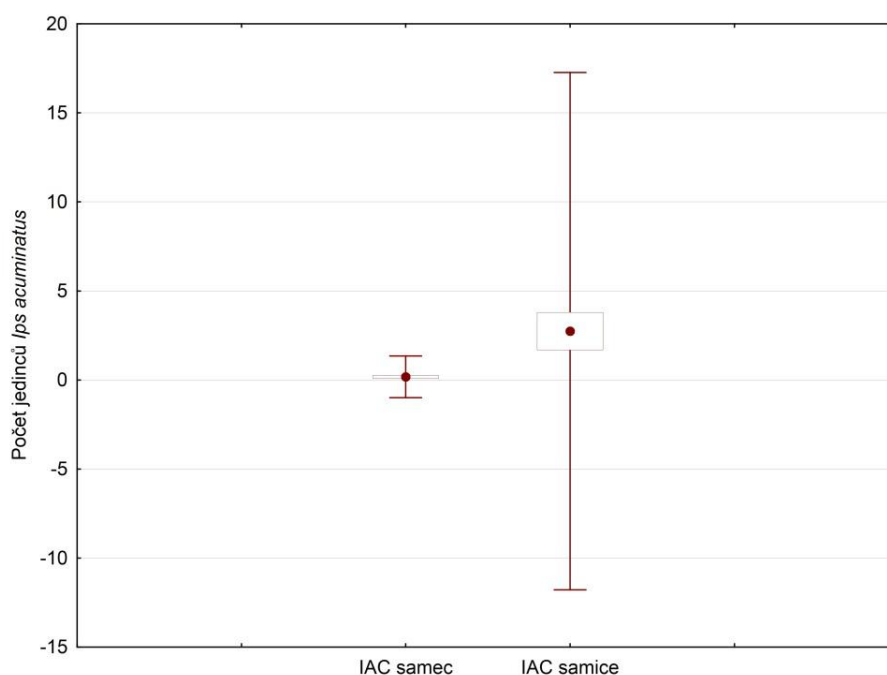
Graf 1 Letová aktivita *Ips acuminatus* (levá osa y) a průběh průměrných denních teplot (pravá osa y) na studijní lokalitě v okolí Hradce Králové v roce 2014. Svorku tvoří průměr \pm 0,95 interval spolehlivosti.



Letová aktivita lýkohuba sosnového začala o týden později než v případě lýkožrouta vrcholkového. To znamená v týdnu mezi 18. a 25. dubnem 2014. Trvala až do druhého červencového týdne, do 11. 7. 2014, kdy byla ukončena. *T. piniperda* měl pouze jednu generaci v průběhu rojení (Graf 3). Poměr samců a samic byl vyrovnaný: 42 oproti 49 dospělcům ve prospěch samic, rozdíly mezi pohlavími nebyly v odchycích signifikantní

(Shapiro Wilk normality test (samci): $W=0,21622$, $p=0,0001$; Shapiro Wilk normality test (samice): $W=0,18317$, $p=0,0001$; Wilcoxonův párový test: $z=0,23$; $p>0,05$; Graf 4).

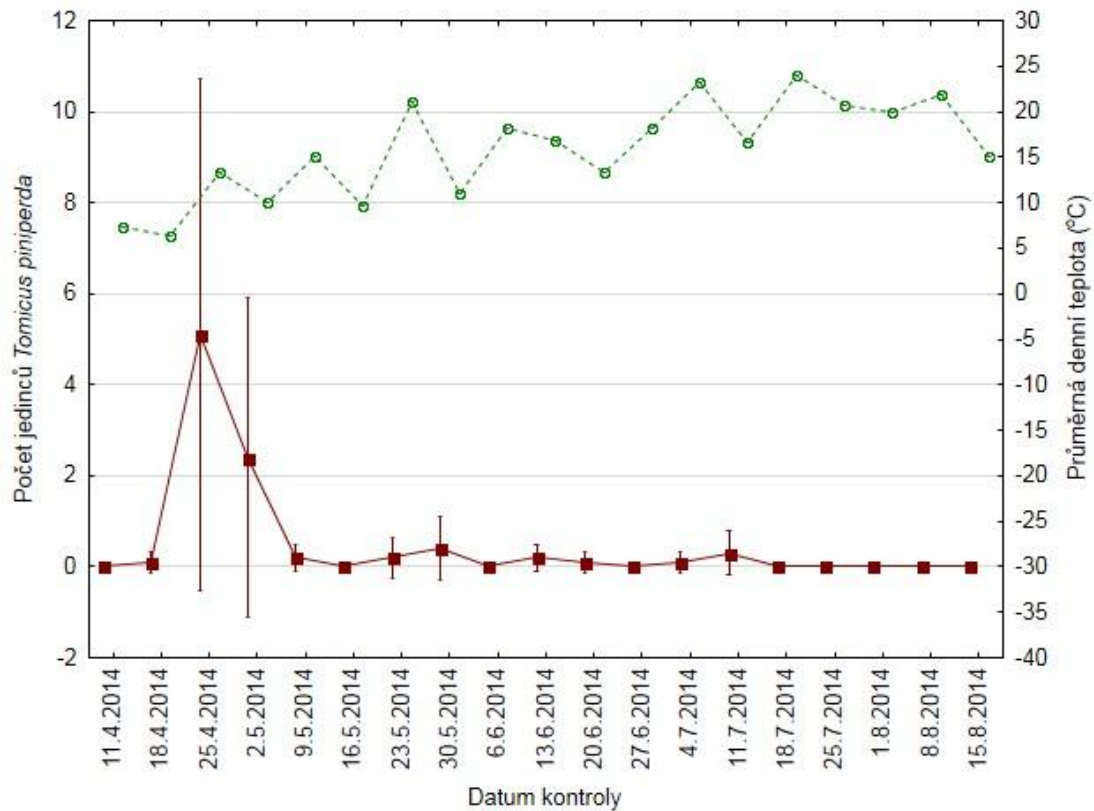
Graf 2 Srovnání odchyty *I. acuminatus* mezi pohlavími na lokalitě Hradec Králové v roce 2014. Boxplot tvoří průměr \pm směrodatná chyba, svorka označuje 2*směrodatnou odchylku. IAC...*Ips acuminatus*.



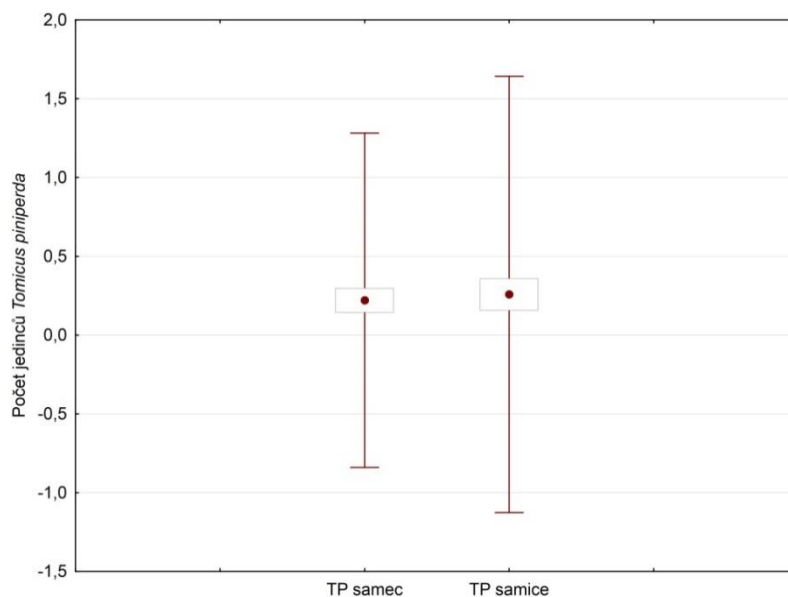
Mezi lokalitami výzkumu nebyly zjištěny signifikantní rozdíly v odchytech *I. acuminatus* (Shapiro Wilk normality test: $W=0,7571$, $p=0,0001$; Kruskal Wallis test: $H(9;190)=16,4343$; $p>0,05$) ani *T. piniperda* (Shapiro Wilk normality test: $W=0,20278$, $p=0,0001$; Kruskal Wallis test: $H(5;180)=1,9827$; $p>0,05$).

U obou zjištěných druhů kůrovců na borovici byl však průkazně efektivnější feromonový odparník Acuwit. Tyto rozdíly byly vždy statisticky signifikantní, a to jak pro celkový odchyt v rámci druhu (*Ips acuminatus*: Kruskal Wallis test: $H(1;190)=10,5444$; $p<0,01$; *Tomicus piniperda*: Kruskal Wallis test: $H(1;190)=4,4847$; $p<0,05$; Graf 5 a 6), tak i pro jednotlivé pohlaví (*Ips acuminatus*: samci: Kruskal Wallis test: $H(1;190)=11,6044$; $p<0,001$; samice: Kruskal Wallis test: $H(1;190)=10,0675$; $p<0,01$; *Tomicus piniperda*: samci: Kruskal Wallis test: $H(1;190)=6,1517$; $p<0,05$), kromě samic *T. piniperda*, kde signifikantní rozdíl v odchytech prokázán nebyl (*Tomicus piniperda*: samice: Kruskal Wallis test: $H(1;190)=3,3837$; $p>0,05$). Rozdíl v odchytech byl nejvýznamnější u samců *I. acuminatus*, protože se během celé sezóny na odparník Sexowit nezachytil ani jeden jedinec.

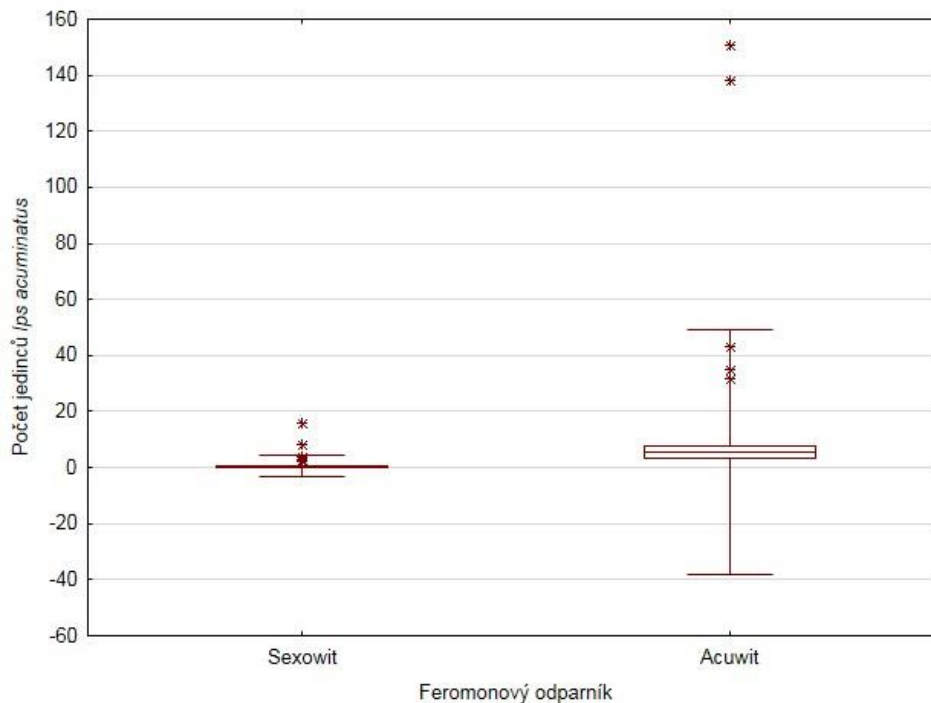
Graf 3 Letová aktivita *Tomicus piniperda* (levá osa y) a průběh průměrných denních teplot (pravá osa y) na studijní lokalitě v okolí Hradce Králové v roce 2014. Svorku tvoří průměr \pm 0,95 interval spolehlivosti.



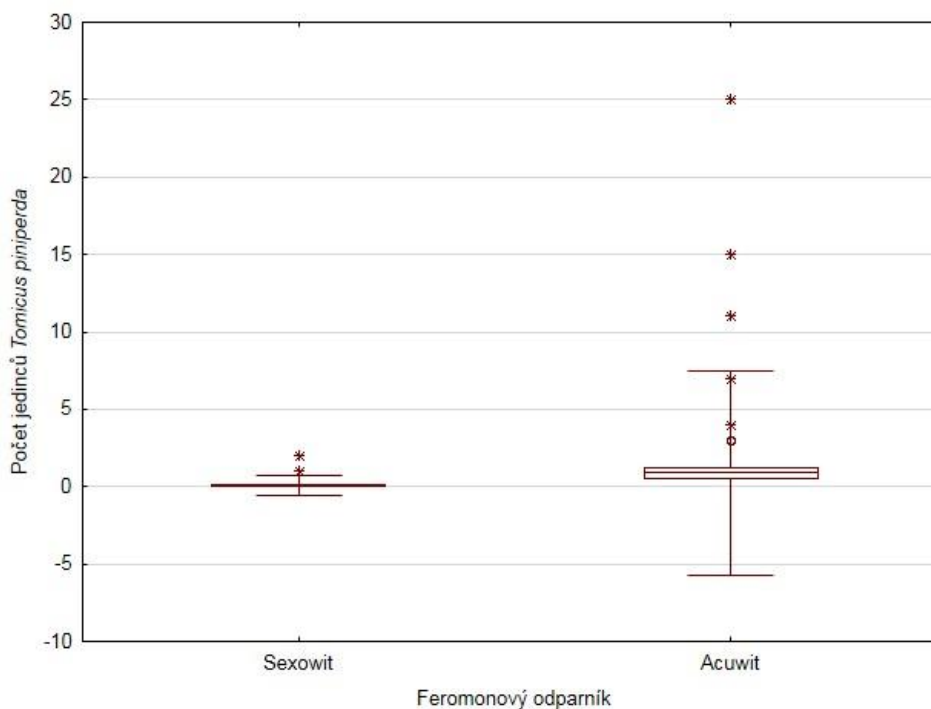
Graf 4 Srovnání odchytu *T. piniperda* mezi pohlavími na lokalitě Hradec Králové v roce 2014. Boxplot tvoří průměr \pm směrodatná chyba, svorka označuje 2*směrodatnou odchylku. TP...*Tomicus piniperda*.



Graf 5 Srovnání odchyty *Ips acuminatus* mezi různými druhy feromonového odparníku na lokalitě Hradec Králové v roce 2014. Boxplot tvoří průměr±směrodatná chyba, svorka označuje 2*směrodatnou odchylku, kolečka představují odlehlé hodnoty a hvězdičky extrémní.



Graf 6 Srovnání odchyty *T. piniperda* mezi různými druhy feromonového odparníku na lokalitě Hradec Králové v roce 2014. Boxplot tvoří průměr±směrodatná chyba, svorka označuje 2*směrodatnou odchylku, kolečka představují odlehlé hodnoty a hvězdičky extrémní.



Diskuze

Objem borového dříví napadeného v okrese Hradec Králové biotickými škůdci nebyl od roku 1998 do roku 2012, o kterých máme informace, vysoký. Jednalo se o desítky, maximálně stovky m³ borového dříví. Největší objem napadeného dřeva byl zaznamenán v roce 2011, jednalo se o 286 m³ (Knížek a Lubojacký, 2012). Tento jev mohl být způsoben jak v průměru o 3,8 °C vyšší průměrnou teplotou měsíce dubna na území královéhradeckého kraje (ČHMÚ, 2015) umožňující rychlejší vývoj přezimující generace, případně byla jeho příčinou vichřice Emma, která se prohnala střední Evropou v roce 2008 a napáchala velké škody na porostech.

Výzkum a porovnávání účinnosti feromonových odparníků určených k odchytu lýkožroutů na borovici byl proveden v roce 2014 na území městských lesů v Hradci Králové. K odchytu byly použity lapače typu Theyson s vloženými feromonovými odparníky Acuwit a Sexowit. Lapače byly rozmístěny na pěti lokalitách vždy v páru minimálně 10 metrů od sebe.

Rojení započalo po sérii teplejších dnů, v týdnu mezi 11. a 18. dubnem. V tyto dny maximální teplota v lokalitě překročila 14°C, což potvrzuje závěry z práce Bakkeho (1968), podle které první jedinci vylétávají při teplotě mezi 14°C a 16°C. Dle odchyťů můžeme usoudit, že výlet přezimující generace proběhl v druhé polovině dubna a výlet dceřiné generace proběhl v první polovině měsíce června. S tím, že červnové rojení bylo méně intenzivní. Jak uvádí Zahradník (1999), ve střední Evropě má *I. acuminatus* dvě pokolení během jednoho roku, to se nám potvrdilo, neboť naše studijní lokality se nacházely v nízkých nadmořských výškách. Jinými slovy je ve střední Evropě bivoltinní. Se zvyšující se nadmořskou výškou a zeměpisnou šířkou se však populace *I. acuminatus* stávají monovoltinní s případným výskytem sesterského rojení (Chararas, 1962; Forster a Zuber, 2001).

Zároveň bylo během odchyťů zaznamenáno podstatně méně samců než samic. Celkový poměr byl téměř 17:1 ve prospěch samic. To může být zapříčiněno zejména zvýšeným výskytem pseudogamních samic, které produkují potomstvo pouze samičího pohlaví. Toto potomstvo je klonem své matky (Løyning a Kirkendall, 1996). Na druhou stranu však na tento jev může mít vliv situace popsána v Byersově (1983) publikaci. Samci se sice přiblíží k lapači lákání feromonovým odparníkem, jenže v závěru pouze proletí kolem pasti a napadnou okolní

stromy, čímž nedojde k jejich zachycení. Procento výskytu samců ve feromonových lapačích tak může být podhodnoceno.

V lapačích se objevil v počtu 91 jedinců s téměř vyrovnaným poměrem mezi samci a samicemi také lýkohub sosnový, náležící do stejné podčeledi, jako *I. acuminatus*. Jedná se, jak již jeho název napovídá, o dalšího z významného škůdce na borovicových porostech. Na našem území se jedná především o *Pinus sylvestris*. Na rozdíl od lýkožrouta vrcholkového žije lýkohub v částech s hrubou rozpraskanou borkou především silně poškozených a odumírajících stromů (Chararas, 1962). Po naklazení vajíček dospělci přelétají do korun stromů, kde probíhá regenerační žír (Knížek, 1998). Stejně tak jedinci těsně po vylíhnutí vylétávají z kmene hostitelského stromu a přesunují se do jeho koruny, kde probíhá zralostní žír (Långström, 1983). *T. piniperda* je typický tím, že má pouze jednu generaci v průběhu roku, je tedy monovoltinním druhem. Často však vytváří sesterskou generaci (Kerdelhué et al., 2002), kterou jsme zřejmě zachytili i v naší studii, neboť počátek letové aktivity tohoto druhu je již v březnu (Schroeder, 1988).

Dalším z odchycených necílových druhů kůrovců byl lýkožrout smrkový (*I. typographus*). Jedná se o dlouhodobě nejvýznamnějšího škůdce smrku a představuje velké nebezpečí pro smrkové monokultury starší 60-ti let (Skuhrový, 2002). Ve střední Evropě má zpravidla jednu generaci během roku ve vyšších polohách, stejně tak v severní Evropě. V jižní Evropě a při příznivém počasí ve střední Evropě (nižší polohy) je schopna se plně vyvinout i druhá či třetí generace (Faccoli a Buffo, 2004). Podle Birgersson et al. (1988) jsou stopy ipsdienolu a ipsenolu v agregačních feromonech *I. typographus* velmi nízké, a to pouze u samců. Dle Bakkeho (1978) jsou však tyto látky hlavní součástí feromonů u *I. acuminatus*. To by mohlo znamenat, že lýkožrout smrkový by neměl přímo reagovat na agregační feromony lýkožrouta vrcholkového. Což vysvětluje náhodný a ne příliš vysoký odchyt (96 jedinců) *I. typographus* do feromonových lapačů v rámci naší studie.

Na druhou stranu může být zajímavé, že ačkoliv byl použit feromonový odparník určený k odchytu lýkožrouta borového (*I. sexdentatus*) a výzkum probíhal v lokalitě s borovým porostem, nebyl za celou dobu výzkumu zaznamenán ani jeden zástupce tohoto druhu. Příčinou je zřejmě úbytek starých a silných kmenů borovic na území České republiky, které tento lýkožrout vyhledává. Dá se tedy říci, že je na našem území vzácným zástupcem rodu *Ips* (Pfeffer, 1955). Dle Chararase (1962) je to druh bivoltinní, během jednoho roku má dvě generace. První vrchol rojení bývá koncem dubna či začátkem května, druhý poté

v červenci. Vývoj probíhá pod silnou borkou ve spodních částech kmene a nezřídka sdílí hostitele s ostatními zástupci rodů *Ips*, včetně *I. acuminatus* (Gil a Pajares, 1986; Kohnle et al., 1988).

Feromony tohoto druhu jsou obdobné jako u lýkožrouta vrcholkového. Dospělý samec, který úspěšně najde hostitelský strom, začne vypouštět směs myrtenolu, spolu ipsdienonem a ipsdienolem, posledně jmenovaný v největším množství (Vité et al., 1974; Francke et al., 1995). Hlavními sloučeninami agregačního feromonu *I. acuminatus* jsou 95%(+)/5%(-) ipsdienol, 5%(+)/95%(-) ipsenol and cis-verbenol (Bakke, 1978). To nám dokazuje, že tito lýkožrouti reagují na stejné feromony a jsou tak lákáni na stejné hostitelské stromy. To zřejmě znamená, že se na studijní lokalitě vyskytuje *I. sexdentatus* pouze sporadicky ve velmi nízkých populačních hustotách, které nebyly pomocí feromonových lapačů zachyceny.

Závěr

- Letová aktivita *Ips acuminatus* na území Městských lesů Hradec Králové měla dva vrcholy - v dubnu a v červnu. První vrchol byl mezi 18. a 25. dubnem roku 2014 druhý pak mezi 6. a 13. červnem 2014. Rojení započalo v týdnu mezi 11. a 18. dubnem a trvalo až do července, respektive do týdne mezi 11. a 18. červencem 2014. V prvním vrcholu bylo odchyceno 383 jedinců a v druhém 96. Celkově bylo od dubna do července odchyceno 555 jedinců *I. acuminatus*.

- Odparník Acuwit byl signifikantně účinnější než Sexowit, co se týká odchyty lýkožrouta vrcholkového. Do lapačů navnazených odparníkem Acuwit se celkem chytilo 509 jedinců *I. acuminatus*, kdežto na Sexowit to bylo pouze 46 dospělců.

- Poměr pohlaví *I. acuminatus* byl výrazně ve prospěch samic. To může být způsobeno jak chováním samců, tak zvýšeným zastoupením potomstva pseudogamních samic, které produkují jen samičí potomky.

Použitá literatura

- BAKKE A. 1968. Ecological studies on bark beetles (Coleoptera: Scolytidae) associated with Scot spine (*Pinus sylvestris* L.) in Norway with particular reference to the influence of temperature. *Meddelelser fra det Norske skogforsøksvesen*, 21: 443-602.
- BAKKE A. 1978. Aggregation pheromone components of the bark beetle *Ips acuminatus*. *Oikos*, 31: 184-188.
- BIRGERSSON G., SCHLYTER F., BERGSTRÖM G., LÖFQVIST J. 1988. Individual variation in aggregation pheromone content of the bark beetle, *Ips typographus*. *Journal of Chemical Ecology*, 14: 1737-1761.
- BYERS J. A. 1983. Sex-specific responses to aggregation pheromone: Regulation of colonization density in the bark beetle *Ips paraconfusus*. *Journal of Chemical Ecology*, 9: 129-142.
- COLOMBARI F., BATTISTI A., SCHROEDER L. M., FACOLI M. 2012. Life history traits promoting outbreaks of the pine bark beetle *Ips acuminatus* (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) in the south-eastern Alps. *European Journal of Forest Research*, 131: 553-561.
- ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV. [online]. [cit. 2015-04-01]. Dostupné z: http://portal.chmi.cz/portal/dt?action=content&provider=JSPTabContainer&menu=JSPTabContainer/P4_Historicka_data/P4_1_Pocasi/P4_1_4_Uzemni_teploty&nc=1&portal_lang=cs#PP_Uzemni_teploty
- FACCOLI M., BUFFO E. 2004. Seasonal variability of sex-ratio in *Ips typographus* (L.) pheromone traps in a multivoltine population in the Southern Alps. *Journal of Pest Science*, 77: 123-129.
- FOLTZ J. L. 1979. Posttreatment tree mortality in Southern Pine Beetle spots as a measure of treatment effectiveness: 14-17. In: Coster J.E., Searcy J.L., (eds.): *Evaluating Control Tactics for the Southern Pine Beetle*. Technical Bulletin 1613. USDA, Washington, DC.
- FORSTER B., ZUBER R. 2001. *Ips acuminatus*: experiences from an outbreak in Southern Switzerland. *Journal of Forest Science*, 47: 80.

- 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.
- FRANCKE W., GROSMANN H. 1952. Über die Ambrosiazucht der beiden Kiefernborckenkäfer *Myelophilus minor* Htg. und *Ips acuminatus* Gyll. Meddenlanden från Statens Skogsforskningsinstitut, Stockholm, 41: 152.
- GIL L. A., PAJARES J. A. 1986. Los Escolítidos de las Coníferas en la Península Ibérica. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias, Madrid.
- HÉRARD F., MERCADIER G. 1996. Natural enemies of *Tomicus piniperda* and *Ips acuminatus* (Col., Scolytidae) on *Pinus sylvestris* near Orléans, France: Temporal occurrence and relative abundance, and notes on eight predatory species. *Entomophaga*, 41: 18.
- CHARARAS C. 1962. Étude biologique des Scolytides des Conifères. Encyclopédie Entomologique, Série A, XXXVIII, Lechevalier, Paris.
- KERDELHUÉ C, ROUX-MORABITO G, FORICHON J, CHAMBON J-M, ROBERT A, LIEUTIER F. 2002. Population genetic structure of *Tomicus piniperda* L. (Curculionidae: Scolytinae) on different pine species and validation of *T. destruens* (Woll.). *Molecular Ecology*, 11: 483-494.
- KNÍŽEK M. 2001. Podkorní hmyz. In: Kapitola, P., Knížek, M., (ed.): Výskyt lesních škodlivých činitelů v roce 2000 a jejich očekávaný stav v roce 2001. Zpravodaj ochrany lesa. Supplementum, VÚLHM Jíloviště – Strnady, 67: 17-27.
- KNÍŽEK M. 2002. Podkorní hmyz. In: Kapitola, P., Knížek, M., (ed.): Výskyt lesních škodlivých činitelů v roce 2001 a jejich očekávaný stav v roce 2002. Zpravodaj ochrany lesa. Supplementum, VÚLHM Jíloviště – Strnady, 68: 15-24.
- KNÍŽEK M. 2003. Podkorní hmyz. In: Kapitola, P., Knížek, M., (ed.): Výskyt lesních škodlivých činitelů v roce 2002 a jejich očekávaný stav v roce 2003. Zpravodaj ochrany lesa. Supplementum, VÚLHM Jíloviště – Strnady, 64: 15-24.
- KNÍŽEK M. 2005. Podkorní hmyz. In: Kapitola, P., Baňář, P., (ed.): Výskyt lesních škodlivých činitelů v roce 2004 a jejich očekávaný stav v roce 2005. Zpravodaj ochrany lesa. Supplementum, VÚLHM Jíloviště – Strnady, 72: 18-26.

- KNÍŽEK M. 2008. Podkorní hmyz. In: Knížek, M., Pešková, V., (ed.): Výskyt lesních škodlivých činitelů v roce 2007 a jejich očekávaný stav v roce 2008. Zpravodaj ochrany lesa. Supplementum, VÚLHM Jíloviště – Strnady, 74: 21-33.
- KNÍŽEK M. 2009. Podkorní hmyz. In: Knížek, M., (ed.): Výskyt lesních škodlivých činitelů v roce 2008 a jejich očekávaný stav v roce 2009. Zpravodaj ochrany lesa. Supplementum, VÚLHM Jíloviště - Strnady, 75: 20-31.
- KNÍŽEK M. 2010. Podkorní hmyz. In: Knížek, M., (ed.): Výskyt lesních škodlivých činitelů v roce 2009 a jejich očekávaný stav v roce 2010. Zpravodaj ochrany lesa. Supplementum, VÚLHM Jíloviště – Strnady, 76: 18-29.
- KNÍŽEK M., HOLUŠA J. 2006. Podkorní hmyz. In: Kapitola, P., (ed.): Výskyt lesních škodlivých činitelů v roce 2005 a jejich očekávaný stav v roce 2006: Zpravodaj ochrany lesa. Supplementum, VÚLHM Jíloviště – Strnady, 73: 20-31.
- KNÍŽEK M., HOLUŠA J. 2007. Podkorní hmyz. In: Knížek, M., (ed.): Výskyt lesních škodlivých činitelů v roce 2006 a jejich očekávaný stav v roce 2007. Zpravodaj ochrany lesa. Supplementum, VÚLHM Jíloviště – Strnady, 74: 21-32.
- KNÍŽEK M., LUBOJACKÝ J. 2011. Podkorní hmyz. In: Knížek, M., (ed.): Výskyt lesních škodlivých činitelů v roce 2010 a jejich očekávaný stav v roce 2011: Zpravodaj ochrany lesa. Supplementum, VÚLHM Jíloviště - Strnady, 77: 19-31.
- KNÍŽEK M., LUBOJACKÝ J. 2012. Podkorní hmyz. In: Knížek, M., Modlinger, R. (ed.): Výskyt lesních škodlivých činitelů v roce 2011 a jejich očekávaný stav v roce 2012: Zpravodaj ochrany lesa. Supplementum, VÚLHM Jíloviště - Strnady, 78: 20-30.
- KNÍŽEK M., ZAHRADNÍK P. 2004. Podkorní hmyz. In: Kapitola, P., Knížek, M., Baňar, P., (ed.): Výskyt lesních škodlivých činitelů v roce 2003 a jejich očekávaný stav v roce 2004. Zpravodaj ochrany lesa. Supplementum, VÚLHM Jíloviště – Strnady, 71: 30-39.
- KNÍŽEK, M. 1998. Leták LOS - Lýkohub sosnový, l. menší. Lesnická práce, 76: Příloha, I-IV.
- KOHNLE U., VITÉ J. P., ERBACHER C., BARTELS J., FRANCKE W. 1988. Aggregation response of European engraver beetles of the genus *Ips* mediated by terpenoid pheromones. Entomologia Experimentalis et Applicata, 49: 43-53.
- KOUL O., DHALIVAL G. S., CUPERUS G. V. 2004. Integrated pest management: potential, constraints and challenges. CABI Publishing, Wallingford.

- LÅNGSTRÖM B. 1983. Life cycles and shoot-feeding of the pine shoot beetles. *Studia Forestalia Suecica*, 163: 1-29.
- LØYNING M. K., KIRKENDALL L. R. 1996. Mate discrimination in a pseudogamous bark beetle (Coleoptera: Scolytidae): male *Ips acuminatus* prefer sexual to clonal females, *Oikos*, 77: 336-344.
- LUBOJACKÝ J., KNÍŽEK M. 2013. Podkorní hmyz. In: Knížek, M., Modlinger, R., (ed.): Výskyt lesních škodlivých činitelů v roce 2012 a jejich očekávaný stav v roce 2013. Zpravodaj Ochrany Lesa. Supplementum, VÚLHM Jíloviště - Strnady, 79: 19-21.
- MĚSTSKÉ LESY HRADEC KRÁLOVÉ. 2014. Výroční zpráva 2013. Hradec Králové.
- NIEMEYER H. 1997. Integrated bark beetle kontrol: experiences and problems in Northern Germany. In: Grégoire, J.C., Liebhold, A.M., Stephen, F.M., Day, K.R. & Salom, S.M., (eds.): Proceedings: integrating cultural tactics into the management of bark beetle and reforestation pests. USDA Forest Service, General Technical Report NE-236, pp. 80-86.
- PFEFFER A. 1955. Fauna ČSR svazek 6, Kůrovci – Scolytoidea (řád: brouci – coleoptera), Nakladatelství Československé akademie věd, Praha, 317 pp.
- PFEFFER A. 1989. Kůrovcovití a jádrohlodovití: Scolytidae, Platypodidae. Academia, Praha, 137 pp.
- SAALAS U. 1949. Suomen metsähyönteiset. Werner Söderström Oy, Porvoo, 719 pp.
- SCHROEDER L. M. 1988. Host recognition in *Tomicus piniperda* (Col: Scolytidae) and other bark beetles attacking Scots pine. Dissertation. Swedish University of Agricultural Sciences.
- SCHWENKE W. 1974. Die Forstschädlinge Europas. Band 2, Käfer. Parey, 500 pp.
- SKUHRAVÝ V. 2002. Lýkožrout smrkový (*Ips typographus* L.) a jeho kalamity. Agrospoj, Praha, 196 pp.
- ŠVESTKA M. 2001. Vývoj a využití feromonu lýkožrouta vrcholkového – *Ips acuminatus*, Thayensia, Znojmo.
- ŠVESTKA M., DRAŠAR L., JANAUER V., DRAŠAR P. 2005. Využití agregačního feromonu lýkožrouta vrcholkového. *Lesnická práce*, 86: 308-309.

- VILLARI C., TOMLINSON J. A., BATTISTI A., BOONHAM N., CAPRETTI P., FACCOLI M. 2013. Use of loop mediated isothermal amplification for detection of *Ophiostoma clavatum*, the primary blue stain fungus associated with *Ips acuminatus*. *Applied and Environmental Microbiology*, 79, 8: 2527-2533
- VITÉ J. P., BAKKE A., HUGHES P. R. 1974. A Population Attractant of *Ips Sexdentatus*. *Naturwissenschaften*, 61: 365-366.
- ZAHRADNÍK P. 1995. Kůrovci a jejich feromony v ochraně lesa. CYANAMID, Praha.
- ZAHRADNÍK P., KNÍŽEK M. 1999. Lýkožrout vrcholkový. *Lesnická Práce*, 80: Příloha, I-IV.
- ZAHRADNÍK P., KNÍŽEK M. 1999. Podkorní hmyz. In: Knížek, M., Kapitola, P., (ed.): Výskyt lesních škodlivých činitelů v roce 1998 a jejich očekávaný stav v roce 1999. Zpravodaj ochrany lesa. Supplementum, VÚLHM Jíloviště - Strnady, 65: 13-21.
- ZAHRADNÍK P., KNÍŽEK M. 2000. Podkorní hmyz. In: Knížek, M., Kapitola, P., (ed.): Výskyt lesních škodlivých činitelů v roce 1999 a jejich očekávaný stav v roce 2000. Zpravodaj ochrany lesa. Supplementum, VÚLHM Jíloviště - Strnady, 66: 16-23.