

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra ochrany lesa a entomologie



**Letová aktivita *Tomicus piniperda* (Coleoptera:
Curculionidae) ve středních Čechách**

Bakalářská práce

Autor: Miroslav Černý

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

2015

CZECH UNIVERSITY OF LIFE SCIENCES PRAGUE

Faculty of Forestry and Wood Sciences

Department of Forest Protection and Entomology



**Flight activity of *Tomicus piniperda* (Coleoptera:
Curculionidae) in the Central Bohemia**

Bachelor thesis

Author: Miroslav Černý

Supervisor: Mgr. Karolina Lukášová, Ph.D.

2015

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra ochrany lesa a entomologie

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Miroslav Černý

Hospodářská a správní služba v lesním hospodářství

Název práce

Letová aktivita *Tomicus piniperda* (Coleoptera: Curculionidae) ve středních Čechách

Název anglicky

Flight activity of *Tomicus piniperda* (Coleoptera: Curculionidae) in the Central Bohemia

Cíle práce

- stanovit sezónní letovou aktivitu a počet generací *Tomicus piniperda* v oblasti středních Čech

Metodika

Na 5 lokalitách budou instalovány feromonové lapače v 10 m rozestupech od sebe a zhruba 20 m od nejbližšího borového porostu. Odběry budou prováděny pravidelně každý týden od konce března do konce srpna. Materiál bude uskladněn v mrazícím boxu. V každém odběru bude spočítán počet jedinců *Tomicus piniperda* a určeno pohlaví odchycených jedinců. Statistické analýzy a grafické výstupy budou provedeny v programu Statistica 12.

Doporučený rozsah práce

30 stran

Klíčová slova

lýkohub sosnový, letová aktivita, feromonové odporníky, Pinus sp., střední Čechy

Doporučené zdroje informací

- Annala E., Langström B., Varama M., Hiukka R., Niemelä P. 1999: Susceptibility of defoliated Scots pine to spontaneous and induced attack by *Tomicus piniperda* and *Tomicus minor*. *Silva Fennica*, 33: 93-106.
- Borkowski A. 2006: Spatial distribution of losses in growth of trees caused by the feeding of pine shoot beetles *Tomicus piniperda* and *T. minor* (Col., Scolytidae) in Scots pine stands growing within range of the influence of a timber yard in southern Poland. *Journal of Forest Science*, 52: 130-135.
- Cedervind J., Pettersson M., Langström B. 2003: Attack dynamics of the pine shoot beetle, *Tomicus piniperda* (Col.; Scolytinae) in Scots pine stands defoliated by *Bupalus piniaria* (Lep.; Geometridae). *Agricultural and Forest Entomology*, 5: 253-261.
- Faccoli M. 2006: Morphological separation of *Tomicus piniperda* and *T. destruens* (Coleoptera, Curculionidae, Scolytinae): new and old characters. *European Journal of Entomology*, 103: 433-442.
- Kennedy A.A., McCullough D.G. 2002: Phenology of the larger European pine shoot beetle *Tomicus piniperda* (L.) (Coleoptera: Scolytidae) in relation to native bark beetles and natural enemies in pine stands. *Environmental Entomology*, 31: 261-272.
- Poland T.M., Groot P., Haack R.A., Czokajlo D. 2004: Evaluation of semiochemicals potentially synergistic to alpha-pinene for trapping the larger European pine shoot beetle, *Tomicus piniperda* (Col., Scolytidae). *Journal of Applied Entomology*, 128: 639-644.
- Poland T.M., Haack R.A. 2000: Pine shoot beetle, *Tomicus piniperda* (Col., Scolytidae), responses to common green volatiles. *Journal of Applied Entomology – Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, 124: 63-69.
- Ritzerow S., Konrad H., Stauffer C. 2004: Phylogeography of the Eurasian pine shoot beetle *Tomicus piniperda* L. (Coleoptera, Scolytidae). *European Journal of Entomology*, 101: 13-19.
- Saarenmaa H. 1985: The role of temperature in the population dynamics of *Tomicus piniperda* (L.) (Col., Scolytidae) in northern conditions. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, 99: 224-236.
-

Předběžný termín obhajoby

2015/06 (červen)

Vedoucí práce

Mgr. Karolína Lukášová, Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 19. 2. 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 10. 04. 2015

"Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Letová aktivita *Tomicus piniperda* (Coleoptera: Curculionidae) ve středních Čechách vypracoval samostatně pod vedením Mgr. Karoliny Lukášové, Ph.D. a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

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."

Vdne

Podpis autora.....

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucí své bakalářské práce Mgr. Karolině Lukášové, Ph.D. za cenné rady, ochotu a hlavně čas, jenž mi věnovala. Velké poděkování patří také mé rodině za podporu a trpělivost.

Abstrakt

Účelem bakalářská práce Letová aktivita *Tomicus piniperda* (Coleoptera: Curculionidae) ve středních Čechách bylo stanovit sezónní letovou aktivitu a počet generací *T. piniperda* v oblasti středních Čech. Výzkum byl proveden na pěti stanovištích v borovém porostu v oblasti blízko obce Oseček u Poděbrad v roce 2014. K odchytu bylo použito pět lapačů Theysohn s feromonovým odparníkem Tomowit. Odchyt probíhal v době od 2. března 2014 až do 8. června 2014. Kontrola lapačů byla prováděna pravidelně jednou týdně. Odchycení jedinci byli popsáni a zamrazováni pro účely dalšího přezkoumání. Po ukončení odchytu, byly vzorky podrobeny zkoumání v laboratoři ČZU, kde pomocí stereomikroskopu a pitvy bylo zjištěno pohlaví.

Ve středočeském kraji je trend napadení stromů borovými kůrovci v letech 2003 – 2013 viditelně klesající, škody dosahují řádově několik set m³. Letová aktivita *T. piniperda* v roce 2014 začala první týden sledování. Začala dne 8.3.2014 a skončila 26.4.2014, kdy byli z lapačů vybráni poslední jedinci. Od tohoto dne až do konce sledování 8.6.2014 již nebyla pozorována žádná letová aktivita (Graf 1). Celkem bylo chyceno 37 jedinců *Tomicus piniperda* z toho 20 samců a 17 samic. Mezi jednotlivými feromonovými lapači ani pohlavím *T. piniperda* nebyly zjištěny signifikantní rozdíly v odchytu.

Klíčová slova: lýkohub sosnový, letová aktivita, počet generací, feromonové odparníky, *Pinus* sp., střední Čechy

Abstract

The purpose of the thesis Flight activity of *Tomicus piniperda* (Coleoptera: Curculionidae) in the Central Bohemia was to determine the seasonal flight activity and the number of generations of *T. piniperda* in central Bohemia. The research was conducted in pine stands near the village Oseček u Poděbrad in 2014. Five Theysohn traps with Tomowit pheromone lure were used for capture. The capture took place from March 2, 2014 until 8th June 2014. The traps were checked once a week. Also captured specimen were described and frozen for further determination. Upon completion of capture, the samples were examined in a laboratory, where their sex was determined using a stereomicroscope and a dissection.

In the Central Bohemia region, the trend of pine beetle tree infestation is clearly declining between 2003 - 2013. Wood losses are in the order of several hundred m³. Flight activity of *T. piniperda* began on the first week of monitoring in 2014. It began on March 8, 2014 and ended on April 26, 2014, when the last specimens were extracted from the traps. From that day until the end of monitoring June 6, 2014, no more flight activity has been observed (Chart 1). A total of 37 *Tomicus piniperda* specimens were captured - 20 males and 17 females. No significant differences in captures were found among different pheromone traps or *T. piniperda* sex.

Key words: Common Pine Shoot Beetle, flight activity, number of generations pheromone lures, *Pinus* sp., central Bohemia

Obsah

Obsah.....	9
1 Úvod.....	10
2 Cíl práce	11
3 Literární přehled.....	12
3.1 Lesnický význam a rozšíření	12
3.2 Popis vývojových stádií a požitku	12
3.3 Způsob života	13
3.4 Přirození nepřátelé.....	14
3.5 Výživa.....	14
3.6 Kontrolní a obranná opatření	15
4 Metodika.....	17
5 Výsledky.....	20
6 Diskuze.....	26
7 Závěr.....	29
8 Použitá literatura	30

1 Úvod

Lýkohub sosnový – *Tomicus (Myelophilus, Blastophagus) piniperda* (Linné, 1785) patří do řádu brouků (Coleoptera), čeledi nosatcovití (Curculionidae) (Knížek, 1998). Na našem území se vyskytují pouze dva druhy rodu *Tomicus* a to *Tomicus piniperda* a *Tomicus minor* (Hartig, 1834). Borovicoví kůrovci rodu *Tomicus* zahrnují celkem osm druhů po celém světě (Kirkendall et al., 2008).

Tomicus piniperda je považován za nejběžnějšího kůrovcového škůdce na borovicích v Evropě (Thomas a Dixon, 2004). V Evropě jsou pravidelně zaznamenány ztráty meziročního přírůstu mezi 20-45 % (Långström a Hellqvist, 1991). Samice klade vajíčka pod kůru slabých nebo nedávno odumřelých borovic (Morgan et al., 2004). Brzy poté v poslední fázi vývoje, dospělé potomstvo vyletí do koruny stromu a krmí se výhonky zdravých nebo oslabených borovic v rámci úživného žíru. Po tomto poškození následně letorosty odumírají a odpadnou. Bylo prokázáno, že tato ztráta jehlic výrazně snižuje růst stromů (Czokajlo et al., 1997). Kromě zhoršené schopnosti fotosyntézy a viditelného zakrnění růstu, může strom při intenzivním žíru rapidně ztrácet vitalitu (Ye 1991; Annala et al., 1999).

Škody způsobené podkorním hmyzem na borovici se ve středních Čechách pohybují každoročně v rádech několika stovek m³. To je jeden z důvodů, proč se obranná opatření proti většině kůrovců vyskytujících se na borovici v současné době neprovádí. V tomto období latence vedle aktivního vyhledávání napadených stromů a výskytu zralostních žírů nedospělých brouků může být právě monitoring pomocí feromonových lapačů s odparníky velmi efektivní způsob mapování situace v lesních porostech. Především po náhlých kalamitách způsobených abiotickými činiteli (především větrem a suchem) je použití feromonových lapačů kvalitní ukazatel populačních hustot a dynamiky kůrovců a tím i účinný preventivní prostředek proti vzniku rozsáhlejších škod.

Kvůli vysokým doloženým ztrátám na přírůstech borovic v Evropě je nutné testovat nové ochranné metody proti *T. piniperda*. Z tohoto důvodu byl proveden výzkum v rámci této práce. Na zkusných lokalitách byl do lapačů typu Theyson použit v České republice neregistrovaný feromonový odparník Tomowit. Tento odparník je složen hlavně z primárních atraktant borovic a je tedy určen pro účely odchyty borových kůrovců.

2 Cíl práce

- stanovit sezónní letovou aktivitu a počet generací *Tomicus piniperda* v oblasti středních Čech
- určit poměr pohlaví u odchycených jedinců *T. piniperda*
- otestovat účinnost feromonového odparníku Tomowit

3 Literární přehled

3.1 Lesnický význam a rozšíření

V našich podmínkách se vyskytují pouze dva druhy rodu *Tomicus* škodící na borovicích. Tyto druhy zasahují na jihu až do středomoří a na východě na Sibiř. *T. piniperda* se u nás vyskytuje na několika druzích borovic, nejčasněji k nim patří *Pinus sylvestris* L., *Pinus rotundata* (Link) Janchen & Neumayer, *Pinus mugo* Turra, *Pinus strobus* L., *Pinus cembra* L., *Pinus nigra* Arnold a její poddruhy (Knížek, 1998).

Hojně se vyskytující druh *Tomicus piniperda* se množí v kmenech s tlustou rozpraskanou borkou, pokácených nebo velmi oslabených borovicích. Žír pod kůrou může vést k úpadku stanovišť, kde se nachází ohnisko výskytu tohoto hmyzu (Chararas, 1962), nebo stromů rostoucích kolem center jeho rozmnožování (Michalski a Witkowski, 1962).

Životní cyklus *T. piniperda* má dvě fáze, fázi reprodukční a zralostní žír. Během fáze reprodukční se pohlavně dospělí jedinci páří a kladou vajíčka do kůry ve spodní části kmene, do kmenů nedávno odumřelých anebo oslabených hostitelských stromů (Morgan et al., 2004). Larvy a kukly následně dokončí svůj vývoj a vylézají jako dospělci. Poté jedinci opouští chodby a přelétají do koruny hostitelského stromu. Zde probíhá zralostní žír až do doby, kdy jsou jedinci sexuálně zralí (Långström, 1983; Ye, 1991).

Zralostní žír může mít za následek podstatnou ztrátu růstu hostitelského stromu (Långström a Hellqvist, 1991; Eidmann, 1992; Czokajlo et al., 1997). Zralostní žír uskutečňují v jedno až tříletých letorostech, kde vyžírají dřeň výhonů. Letorosty následně odumírají a větrem se odlamují. Toto odlamování se nazývá sestřiháním koruny. Tímto způsobem může strom ztratit až třetinu jehličí a může dojít i k zaschnutí koruny (Knížek, 1998).

3.2 Popis vývojových stádií a požitku

Vajíčko *T. piniperda* je bílé, lesklé a podlouhlé. Je velké přibližně jeden milimetr. (Lekander, 1968). Larva je typická beznohá, bělavá a zakřivená. Hlavová kapsle je hnědá. Zralá larva bývá 4 – 5 mm dlouhá (Lekander, 1968). Hrudní články larvy jsou ztloustlé a směrem k zadečce se postupně zmenšují. Kukla je bílá a velikostí a tvarem připomíná

dospělého jedince.

Dospělý jedinec *T. piniperda* je 3,5 – 4,8 mm dlouhý. Krovky dospělce jsou tmavě hnědé až černé, hlava a štít jsou černé. Oči jsou ledvinovité. Chodidla a tykadla žlutavě hnědé. Čelo je bez chloupků a lesklé, je řídko tečkované. Krovky jsou lesklé, na přední straně hrbovkovité. Na krovkách se vyskytují rýhy s většími tečkami, zadní část krovek je symetricky zaoblený. Celé tělo pokrývají krátké chloupky. Morfologicky se samice a samec nedají odlišit, je potřeba sledovat sekundární pohlavní znaky (Knížek, 1998).

Požerek se skládá ze závrtového otvoru, matečné a larvových chodeb, až tří větracích otvorů a snubní komůrky. Matečná chodba je dlouhá 10 – 25 cm a široká asi 2,5 mm. Její umístění je pod kůrou v lýkové části. Po obou stranách chodby jsou umístěny drobné zářezy, do kterých samice klade vajíčka. V těchto zárezích později vznikají larvové chodby, které jsou kolmé k chodbě matečné (Knížek, 1998).

3.3 Způsob života

Tomicus piniperda je monogamní druh. Dospělí jedinci přezimují v tlusté kůře na živých borovicích. Probouzí se a opouští své zimoviště již koncem února a v březnu (Schroeder, 1987). Vylétnutí imag je silně ovlivněno maximální denní teplotou, vhodná teplota je od 12 °C v Evropě a severovýchodní USA (Bakke, 1968). V roce vylétává pouze jedna generace, nezřídka je pozorována i sesterská generace. Dospělci po prvním kladení od poloviny května zalétávají do korun zdravých nebo již napadených borovic, kde prodělají regenerační žír (Knížek, 1998).

Reprodukce lýkohubů i ostatního hmyzu žijícího v kůře nebo dřevu je obvykle omezena na mrtvé nebo oslabené stromy, v poslední době i pařezy (Schroeder, 1988). Dospělci mohou létat až několik kilometrů než naleznou vhodného hostitele (Ye, 1996). Samice vytvoří závrtový otvor do kůry a dostane se až do lýka stromu. Za krátkou dobu přilétá samec, který reaguje na agregační feromony, páří se a společně budují matečnou chodbu. Chodba je dlouhá 10 až 25 cm a obsahuje až 3 větrací otvory. Každá samice naklade 50 – 80 vajíček po obou stranách matečné chodby do zářezů a přikryje je drtinkami. Larvy spotřebovávají pod kůrou lýko, dokud se nezakuklí. Larvové chodby jsou dlouhé 4 – 9 cm. V půlce června se larvy kuklí.

Od července do srpna opouštějí dospělí jedinci hostitelský strom a nalétávají do korun na borové letorosty ke zralostnímu žíru (Ryall a Smith, 2000). Postižené výhonky vadnou, žloutnou a odpadávají již v létě, ale spíše až na podzim. Za účelem znalostního žíru utočí dospělci na živé borovice všech velikostí a stáří. Tato fáze je nejvíce destruktivní období životního cyklu *T. piniperda*. Na rozdíl od většiny kůrovců, kteří se živí výhradně na vnitřní kůře svých hostitelských dřevin.

S klesající délkou dne a teplotou (konec října až prosinec) hledají imaga místa k přezimování na borovicích u paty stromu, kde vytváření asi 5 cm dlouhé přezimovací prostory (Långström, 1983; Petrice et al., 2002).

3.4 Přírození nepřátelé

Často se stává, že více druhů borových kůrovců napadá stejný hostitelský strom. Dva druhy rodu *Tomicus* byly spatřeny při napadení borovice na stejném lesním stanovišti (Långström, 1983; Ye et al., 1999; Långström et al., 2002). Například, *Tomicus piniperda* a *T. minor* často koexistují na borovici lesní (*Pinus sylvestris*) (Långström, 1983). Mezidruhovává konkurence na stejných hostitelských stromech může být důležitým regulačním faktorem u borových kůrovců, kdy dochází k snížené plodnosti i přežívání (Ye et al., 1999).

Nejčastějším predátorem lýkohubů jsou larvy i imaga pestrokrovečníků *Thanasimus formicarius* (Linnaeus, 1758), *Thanasimus femoralis* (Zetterstedt, 1828), dále lesknáči *Pityophagus ferrugineus* (Linnaeus, 1758) a zástupci rodu *Epurea*, brouci rodu *Rhizophagus*, drabčící rodu *Phloeopora* a mršníci z čeledi *Pythidae*. Nejčastějšími endoparazitoidy jsou Hymenoptera z čeledí lumčíkovitých (Braconidae) a lumkovitých (Ichneumonidae), kteří kladou svá vajíčka přímo do larev lýkohubů pomocí protáhlého kladélka. Dalšími hmyzožravými predátory lýkohubů jsou hlavně mravenci a vosy. Z ostatních druhů jsou to hlavně ptáci, jako datly, strakapoudy a žluny (Knížek, 1998).

3.5 Výživa

Řada druhů kůrovců patří obvykle mezi přenašeče houbových onemocnění a dalších mikroorganismů, pro které dospělý strom slouží jako hostitel (Haack, 2006). *T. piniperda* vytváří své chodby pod kůrou stromu ve vrstvě, kde se nachází lýko stromu (Morgan et al.,

2004). Dospělí brouci *T. piniperda* infikují tyto chodby namodralými houbovými patogeny, které později slouží jako další potrava pro jejich larvální stadia (Haack, 2006). Druhy, kterými lýkohubi nejčastěji nepřímo poškozují hostitelské stromy, jsou *Leptographium wingfieldii* (M. Morelet) a *Ophiostoma minus* (H. & P. Sydow). Jejich výskyt byl zaznamenán v různých oblastech Evropy (Lieutier et al., 1989). *Leptographium wingfieldii* je vysoce fytopatogenní houba, která může zahubit i úplně zdravý strom bez vnější známky poškození (Hausner et al., 2005). Přenašečem těchto hub není navíc celá populace rodu *Tomicus*, ale pouze její část (Lieutier et al., 1989; Gibbs a Inman, 1991; Solheim a Långström, 1991).

3.6 Kontrolní a obranná opatření

Brouci rodu *Tomicus* jsou závislí na vhodném hostitelském materiálu a vhodných nejčastěji oslabených stromech. Tyto faktory značně ovlivňují velikost populace jak lokálně, tak regionálně. Nejlepší prevencí je dodržovat základní porostní hygienu, tedy udržování množství vhodného hostitelského materiálu během letové aktivity na co nejmenší možné úrovni (Escherich, 1923; Speight a Wainhouse, 1989; Dajoz, 2000). To znamená, že při těžbě by se v lesním porostu mělo zanechávat minimální množství hostitelského materiálu – borového dříví. Větrné polomy by měly být odstraněny v co nejkratší době, nebo alespoň před počátkem letové aktivity těchto škůdců (Escherich, 1923; Hanson, 1937, 1940).

Kontrola probíhá dvěma základními způsoby a to buď okulárně, nebo stromovými lapáky. Okulární kontrola probíhá buď pohledem do koruny stromů, nebo v případě *T. piniperda* pohledem na spodní rozpraskanou část kmene stromu. Dalšími způsoby jsou hledání popadaných letorostů ke konci vegetační sezóny a přímou kontrolou skácených napadených stromů.

Prvním ze způsobů okulární kontroly je kontrola spodní části kmene, kde se při napadení po jarním náletu dají sponzorovat závrtky velké asi 1,5 mm a typické drtinky, které mají u *T. piniperda* bílo-hnědou barvu. Bílá barva je odpad ze dřeva a hnědá je zpracovaná část z kůry stromu (<http://www.cabi.org/isc/datasheet/54154>).

Při okulární kontrole korun stromů hledáme takzvané sestřihání koruny. K tomu dochází v důsledku úživného žíru, kdy imaga lýkohubů vykousávají dřeň uvnitř letorostů, ten následně odumírá a odlamuje se. Důvodem preference letorostů v horní a vnější části koruny

stromu může být jejich odlišné nutriční hodnota. Tyto letorosty jsou více vystaveny světlu, a proto je jejich kvalita větší (Långström, 1983).

Odhad velikosti populace borových kůrovců můžeme rovněž provádět podle počtu výhonků poškozených při úživném žíru v korunách napadených stromů. Toho je dosaženo buď počítáním poškozených letorostů v korunách pokácených vzorníkových stromů (Haack et al. 2001; Långström et al., 2002; Lieutier et al., 2003; Borkowski, 2006) nebo sběrem vzorků letorostů, které po napadení odumřely a odpadly na zem (Långström et al., 2001; Borkowski, 2001; Martikainen et al., 2006). První metoda je velmi přesná, ale vyžaduje skácení značného počtu stromů.

Lapáky se připravují ze středně hrubých borovic v zimním období a to nejlépe do konce února. Budují se na slunečných místech a zásadně se neodvětvují. Pro vyšší účinnost je vhodné lapák podložit, tak aby se kmen nedotýkal země, tím se zvýší jeho účinnost. Na čelo lapáku se zaznamená jeho číslo a datum instalace. Lapáky se kontrolují v týdenních až dvoutýdenních intervalech (Vakula et al., 2013). Při kontrole věnujeme zvýšenou pozornost právě rozpraskaným částem, kde *T. piniperda* tvoří závrtý (Knížek, 1998). Doporučené počty položených lapáků jsou v porostech slabě napadených: 1 lapák na 5 ha porostu; v porostech středně napadených: 3 lapáky na 5 ha porostu a v porostech silně napadených: 5 lapáků na 5 ha napadeného porostu.

4 Metodika

S výzkumem pro svou bakalářskou práci na téma Letová aktivita *Tomicus piniperda* jsem začal přebráním pěti lapačů a pěti odparníků. Také jsem si zjistil potřebné informace pro úspěšné provedení instalace lapačů. Poté bylo třeba vybrat vhodnou lokalitu splňující podmínky pro odchyt *Tomicus piniperda*. Na lokalitě Poděbradsko jsem vyhledal borový les s vhodným počtem holin pro umístění lapačů. Lokality se nacházely u obce Oseček ve vzdálenosti asi 10 km od mého bydliště, který patří pod Lesní správu Nymburk (Tab. 1).

Tabulka 1 Nadmořská výška a GPS souřadnice lokalit

Lokalita / Lapač	GPS souřadnice	Nadmořská výška (m. n. m.)
1	50.1151981N, 15.1201192E	200
2	50.1151981N, 15.1201192E	205
3	50.1145428N, 15.1189706E	206
4	50.1120517N, 15.1143492E	198
5	50.1110761N, 15.1093400E	201

Do pěti lapačů měl být použit odparník Tomowit, který není v České Republice povolen (obsažen v Seznamu registrovaných přípravků na ochranu lesa), musel jsem tedy kontaktovat Lesy ČR o udělení individuálního povolení pro použití těchto odparníků pro můj výzkum. Na Ředitelství Lesů ČR Hradec Králové mi bylo uděleno povolení pod podmínkou zaslání výsledků výzkumu.

Pro účel výzkumu byl využit lapač typu Theysohn. Instalaci jsem provedl dne 2. března 2014 na předem vytipovaných lokalitách. Nejprve jsem si odkrokoval vzdálenost od hranice porostu, tedy 15 m a zde začal se stavbou lapače. Nejdříve jsem do země zatloukl svisle první lať a přiložil k ní lapač, abych zjistil přibližnou vzdálenost pro zatlučení druhé latě, zatloukl jsem i druhou lať a mezi latě jsem připevnil lapač vázacím drátem přibližně tak, aby jeho vrchní hrana končila ve výši ramen. Poté jsem do lapače zavěsil feromonový odparník. Postup práce i lokalitu jsem zdokumentoval vyfocením několika fotografií (Obr. 1). Stejně jsem postupoval i u instalace zbylých čtyř lapačů ve vybraných porostech (Obr. 2).

Kontrolu lapačů jsem prováděl každých 7 dní až do 8. června. Odběr vzorků jsem prováděl následně: vždy jsem vytáhl sběrný šuplík ve spodu lapače do strany a zkontroloval

jeho obsah, pokud se zde nacházel jedinec vypadající jako *Tomicus piniperda*, pinzetou jsem ho vyndal a vložil do připravené plastové zkumavky, na kterou jsem nalepil štítek s obyčejnou tužkou napsaným číslem lapače a datem odchyty. Takto jsem postupoval u všech lapačů až do jejich odinstalace. Po skončení kontroly jsem do zkumavek vložil malý kousek vlhké vaty, kvůli zabránění vysychání vzorku, uložil do mrazu a tak zachoval pro další zkoumání.

Zkoumání získaných vzorků bylo provedeno 24. – 25. září ve školní laboratoři na Fakultě lesnické a dřevařské. Nejprve bylo nutné zjistit, zda jsou získané vzorky opravdu druhu *T. piniperda*, což jsem zjistil pod stereomikroskopem Arsenal pozorováním morfologických znaků specifických pro tento druh. Mezi pro mne nejdůležitější pozorované znaky byla shodně tmavá barva štítu a krovek, přerušená druhá řada teček na zadečku a celková velikost jedince tohoto druhu (Pfeffer, 1989). Poté, co jsem se ujistil, že se jedná o správný druh, bylo potřeba určit jejich pohlaví. U tohoto druhu není lehké určit pohlaví podle morfologických znaků, a tak bylo nutné přistoupit k pitvě každého jedince zvlášť.

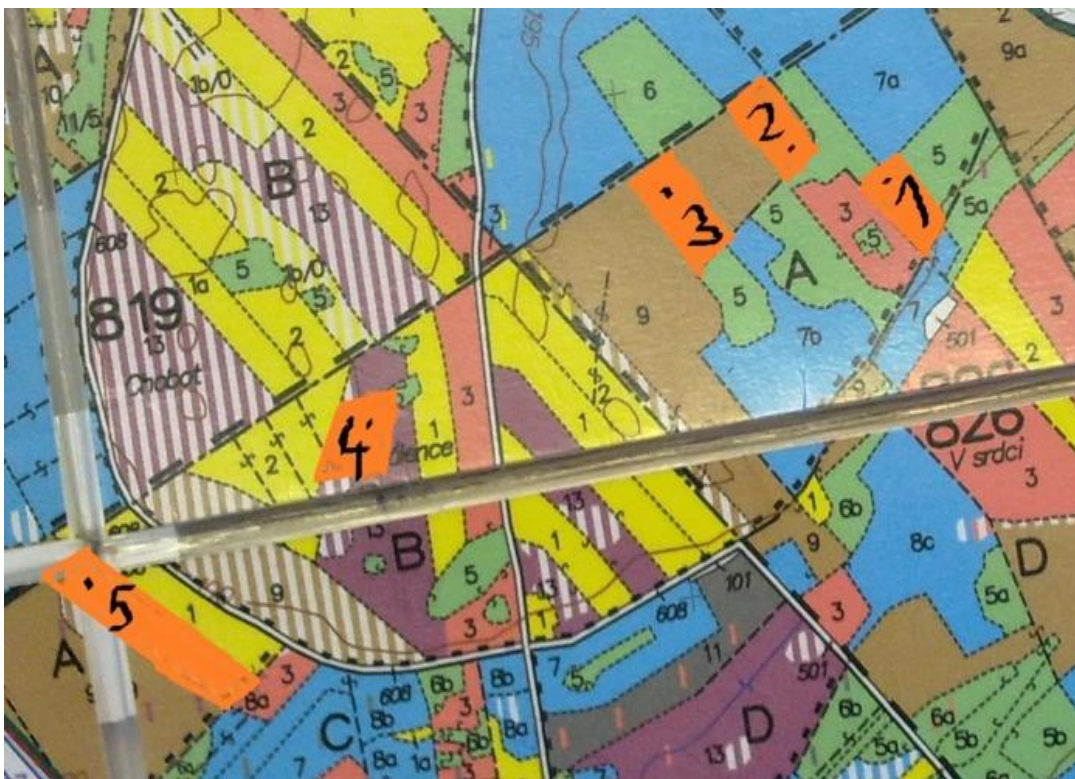
Obr. 1 Studijní lokalita Oseček s instalovaným feromonovým lapačem v roce 2014



Pitvu jsem prováděl pomocí stereomikroskopu, sklíčka, vody v pipetě a dvou ostrých pinzet. Jedince jsem položil na spodní sklíčko, zakápl vodou a otočil ho krovkami nahoru. Pinzetou v levé ruce jsem uchopil dospělce podélně, tak aby štít směřoval doleva. Pinzetou v pravé ruce jsem rozevřel krovky a rozhrnul křídla, abych se dostal až na svrchní měkkou tkáň zadečku. Tkáň jsem tahem doprava odstranil a s ní jsem vytáhl i střeva a pohlavní orgány. Samce jsem poznal podle samčího pohlavního orgánu, který měl naoranžovělou barvu a trojúhelníkový tvar (= aedeagus). Samici jsem poznal podle vaječnicků, pro upřesnění byl u samic několikrát použit mikroskop. Zjištěné údaje byly zapisovány tužkou do tabulky, kde jsem zapisoval pohlaví, číslo lapače a datum odchyty. Později byly údaje přepsány do přehlednější tabulky v softwaru Microsoft Excel 2010, aby mohly být dále vyhodnocovány.

Všechny statistické analýzy (testy normality, neparametrické testy) a většina grafických výstupů byla provedena v softwaru STATISTICA 12.

Obr. 2 Porostní mapa studijní lokality, čísla jsou označeny jednotlivé feromonové lapače a jejich umístění v roce 2014.



5 Výsledky

Ve Středočeském kraji je trend napadení stromů borovými kůrovci v letech 2003 – 2013 viditelně klesající (Tab. 2). Nejvyšší množství napadeného dřeva byl v roce 2004 a nejnižší v roce 2013 (Tab. 2). Celkově se objem borového dříví napadeného podkorními škůdci na borovici pohybuje ve Středočeském kraji v řádech stovek m³ ročně.

Tabulka 2 Objem škod způsobených podkorními škůdci na borovicích ve Středočeském kraji (2003 – 2013) vyjádřené v objemu napadeného dřeva (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)

Rok	Napadené borové dříví (m³)
2003 - 2004	537,63
2004 - 2005	996,00
2005 - 2006	520,00
2006 - 2007	668,00
2007 - 2008	769,00
2008 - 2009	737,00
2009 - 2010	254,00
2010 - 2011	310,00
2011 - 2012	269,00
2012 - 2013	224,00

Výzkum letové aktivity *Tomicus piniperda* byl prováděn na pěti lokalitách. Sledování bylo provedeno pro jarní rojení. V době od 2. března 2014 až do 8. června 2014. Celkově bylo chyceno 37 jedinců druhu *Tomicus piniperda*. Jiný druh rodu *Tomicus*, jako například *Tomicus minor*, nebyl v žádné z lokalit zaznamenán.

Letová aktivita začala první týden sledování. Dne 8.3.2014 bylo z lapačů číslo 2 a 3 vybráno dohromady 10 jedinců *T. piniperda*. Letová aktivita skončila 26.4.2014, kdy byli z lapačů 1 a 4 vybráni celkem 4 poslední jedinci. Od tohoto dne až do konce sledování 8.6.2014 již nebyl pozorován odchyt žádného jedince lýkohuba borového (Graf 1).

Největší počet odchycených jedinců byl na lokalitě 1 (Tab. 3), kde šlo celkem o 14

jedinců z toho 7 samic a 7 samců. Druhý největší počet byl na lokalitě 3 a to 5 samců a 5 samic. Nejméně odchycených bylo na lokalitě 5 a to pouze jedna samice (Tab. 3).

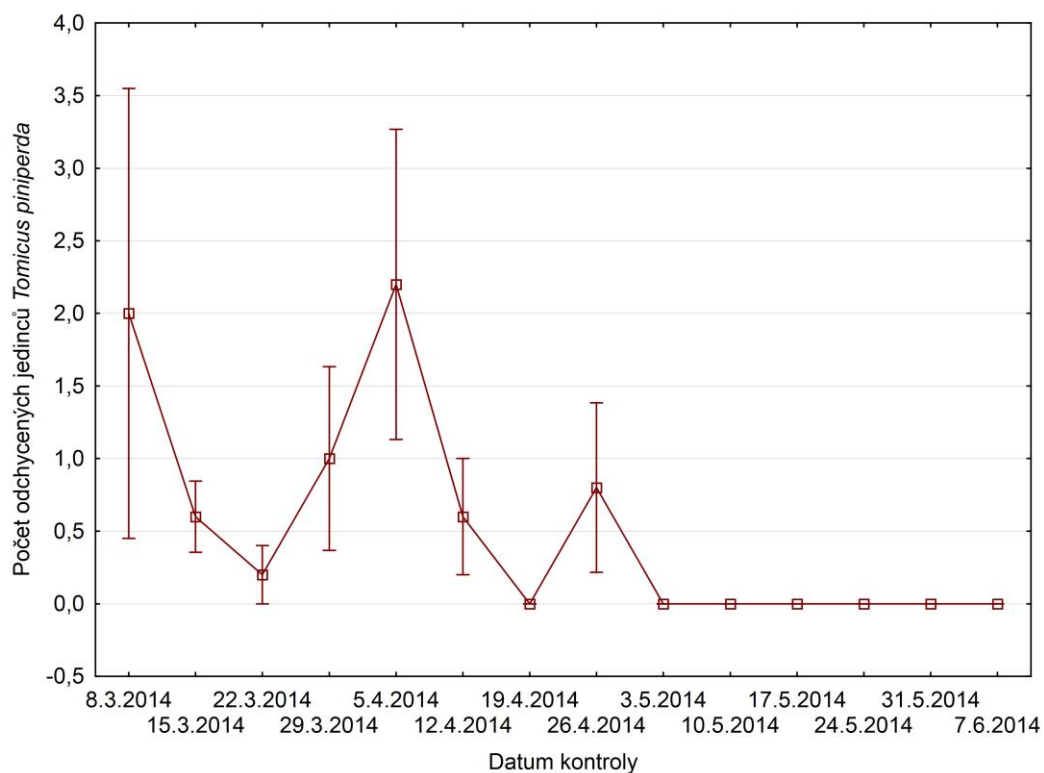
Nejvyšší letová aktivita (součet ze všech lokalit) byla zaznamenána 5.4.2014 v tento den bylo odchyceno 11 jedinců (Tab. 4, Graf). Druhý největší odchyt (součet všech lokalit) byl 8.3.2014 a to 10 jedinců (Tab. 4).

Průměrné teploty v době výzkumu se pohybovaly v rozmezí od 1,5 – 24 °C. Graf 2 by se dal rozdělit na 3 části. První částí je období od 15.2. – 15.3.2014 toto období bylo z oněch tří nejchladnější, průměrná teplota byla 4,8°C. Druhé období od 16.3 – 17.5.2014 byla průměrná teplota 9,7 °C. A poslední zároveň nejteplejší období od 18.5. – 14.6.2014 byla průměrná teplota 15,9 °C. V době nejvyššího odchytu 5.4. 2014 byla průměrná týdenní teplota 10,8 C°. Při druhém nejvyšším odchytu 8.3.2014 byla průměrná týdenní teplota 5°C (Graf 2).

Tabulka 3 Letová aktivita *Tomicus piniperda* na studijní lokalitě Oseček v roce 2014.

Lokalita	Datum	Samec	Samice
1	22.3.2014	1	0
1	5.4.2014	3	3
1	12.4.2014	0	1
1	26.4.2014	2	1
2	8.3.2014	0	2
2	15.3.2014	0	1
2	29.3.2014	1	1
2	5.4.2014	1	0
2	12.4.2014	2	0
3	8.3.2014	4	4
3	15.3.2014	0	1
3	5.4.2014	1	0
4	5.4.2014	3	0
4	26.4.2014	1	0
5	15.3.2014	0	1
Suma		20	17

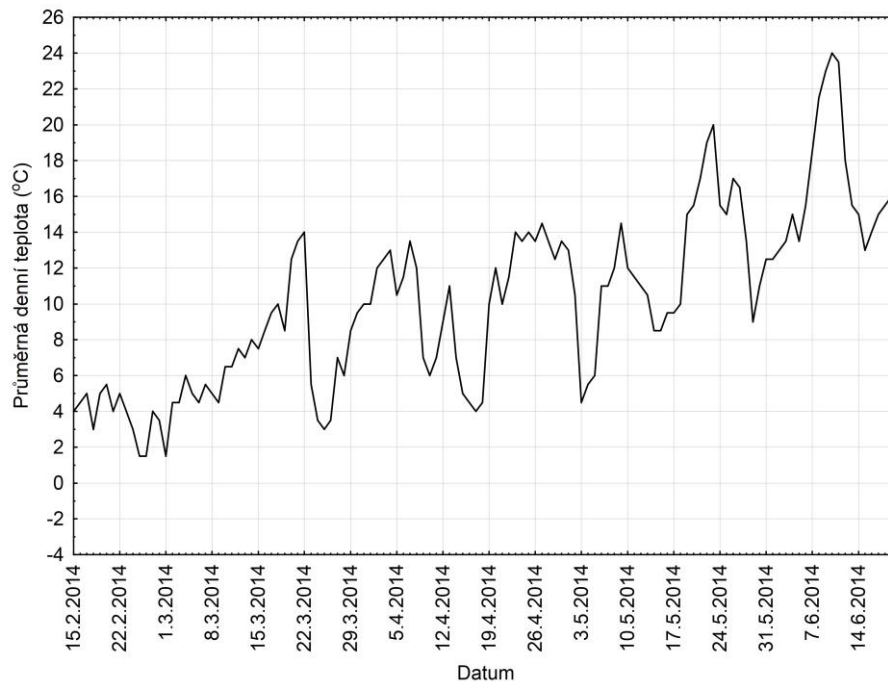
Graf 1 Letová aktivita *Tomicus piniperda* na studijní lokalitě Oseček v roce 2014. Svorku tvoří průměr \pm směrodatná chyba.



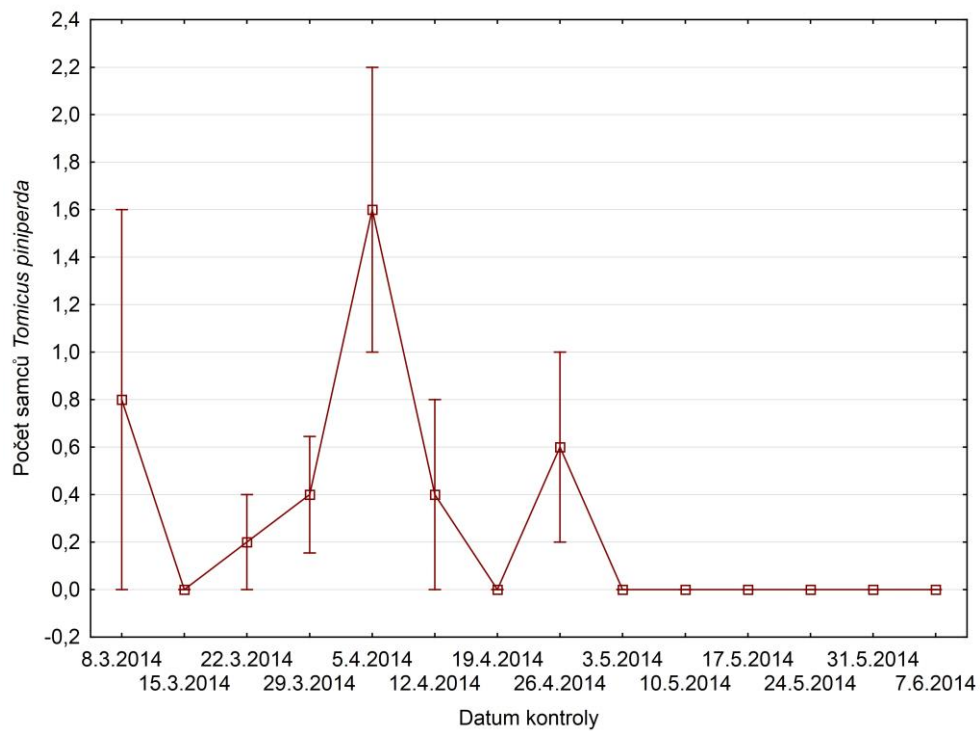
Tabulka 4 Letová aktivita *Tomicus piniperda* na studijní lokalitě Oseček v roce 2014. Součet počtu odchytených na všech lokalitách, rozdělený podle data a pohlaví.

Datum	Součet ze všech lokalit	Součet samci	Součet samice
8.3.2014	10	4	6
15.3.2014	3	0	3
22.3.2014	1	1	0
29.3.2014	5	2	3
5.4.2014	11	8	3
12.4.2014	3	2	1
26.4.2014	4	3	1
Suma	37	20	17

Graf 2 Průměrná denní teplota (°C) od 15.2. – 14.6.2014 v Poděbradech.



Graf 3 Letová aktivita samců *Tomicus piniperda* na studijní lokalitě Oseček v roce 2014. Svorku tvoří průměr \pm směrodatná chyba.

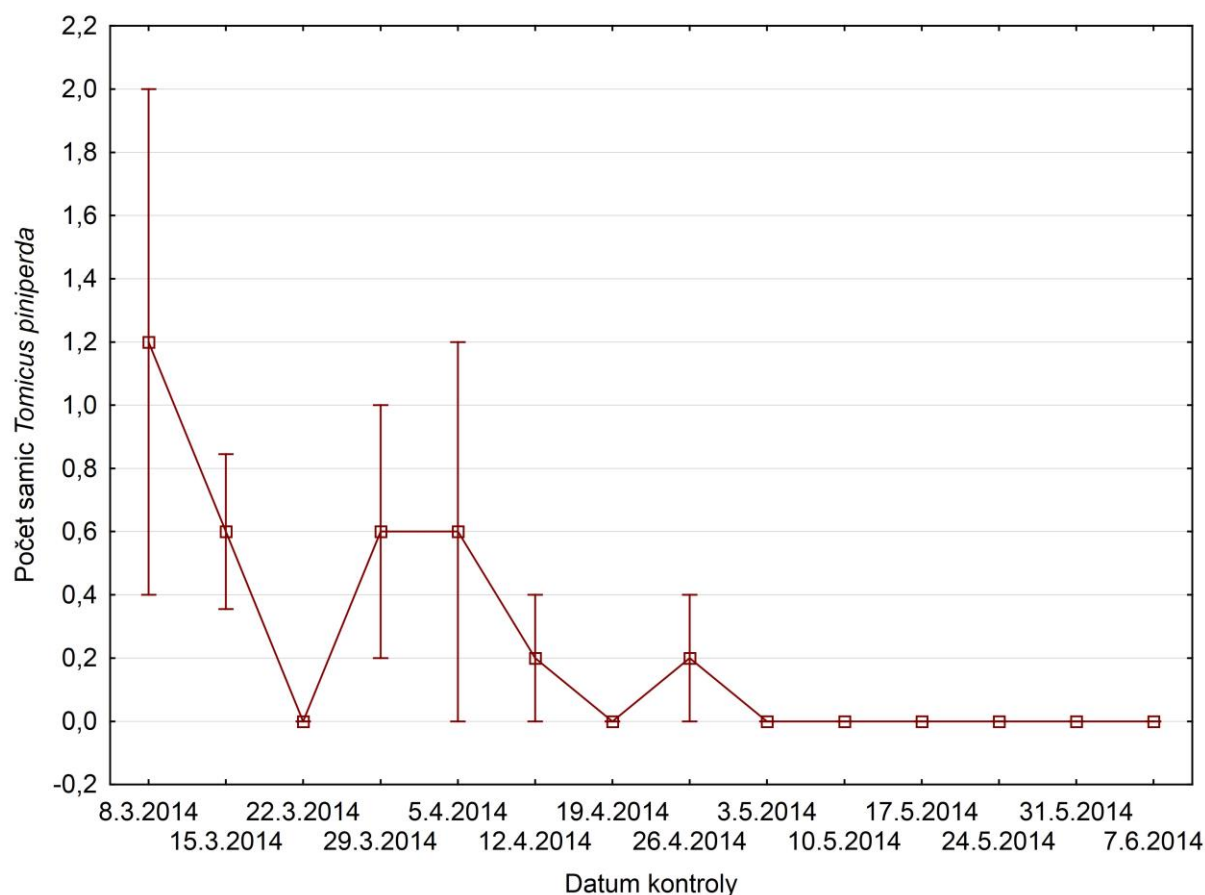


Poměr pohlaví byl v odchytech velmi vyrovnaný, ale převahu měli samci. Celkově je

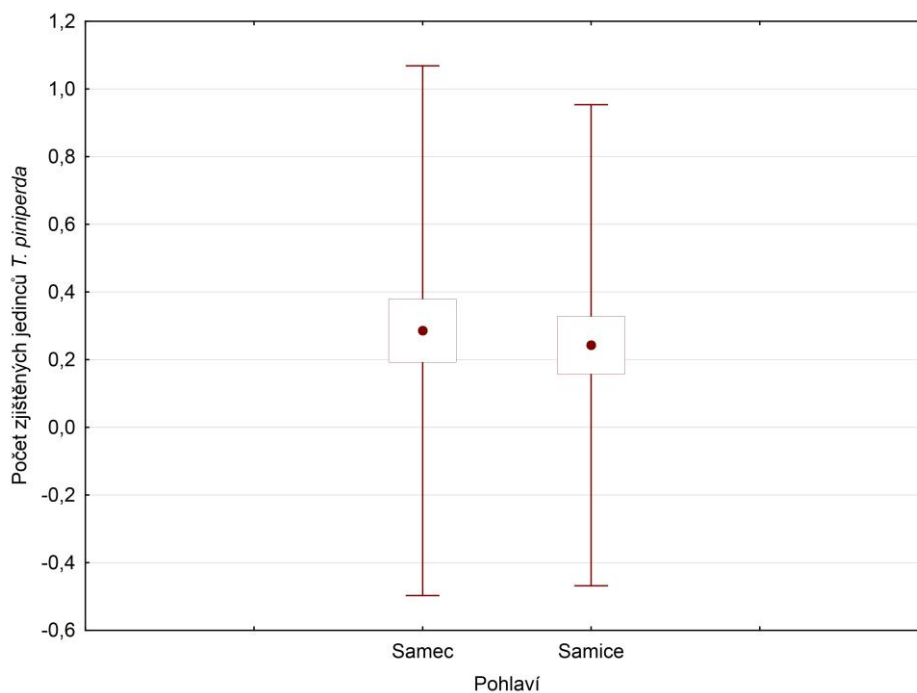
to 20 samců a 17 samic (Tab. 2). Feromonový odparník Tomowit tedy láká přibližně stejné množství samců a samic *T. piniperda*, což bylo prokázáno rovněž i neparametrickým testem srovnání mediánů v odchytech (Shapiro Wilk normality test (samci): $W=0,42398$, $p<0,00001$; Shapiro Wilk normality test (samice): $W=0,39595$, $p<0,0001$; Wilcoxonův párový test: $z=0,4542$; $p>0,05$; Graf 3-5).

Mezi jednotlivými lapači na studijní lokalitě nebyly zjištěny signifikantní rozdíly ve velikosti odchyty a všechny měly zhruba stejnou účinnost, tedy i srovnatelnou velikost odchyty *T. piniperda* (Shapiro Wilk normality test: $W=0,45032$, $p<0,0001$; Kruskal Wallis test: $H(4;70) = 5,3877$; $p>0,05$; Graf 6).

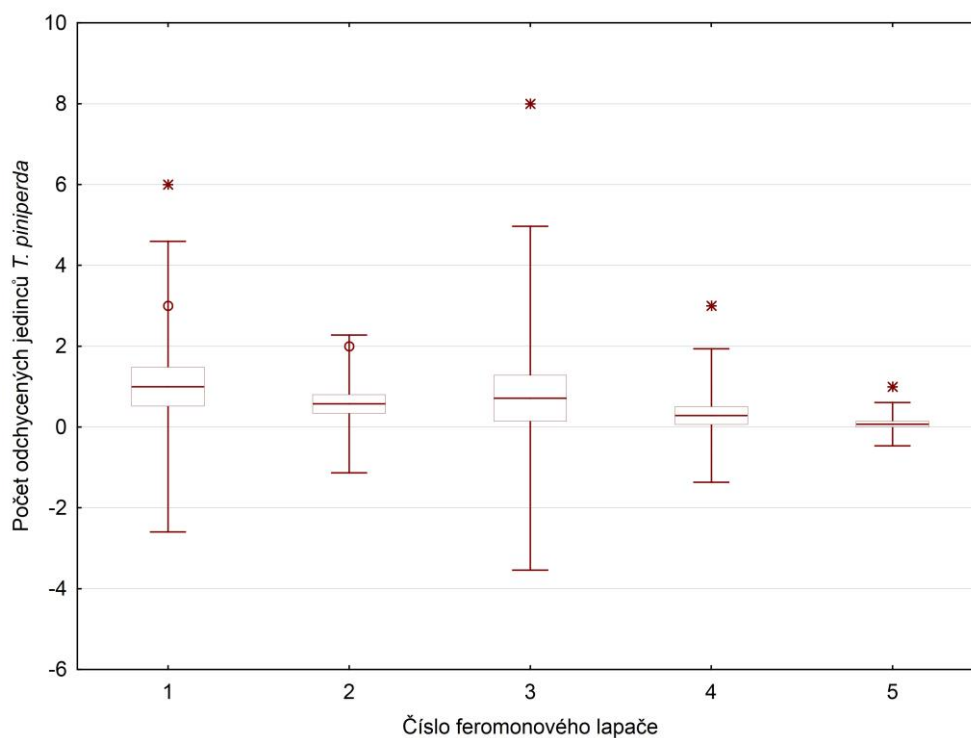
Graf 4 Letová aktivita samic *Tomicus piniperda* na studijní lokalitě Oseček v roce 2014. Svorku tvoří průměr \pm směrodatná chyba.



Graf 5 Srovnání odchyty *T. piniperda* podle pohlaví na lokalitě Oseček v roce 2014. Boxplot tvoří průměr±směrodatná chyba, svorka označuje směrodatnou odchylku.



Graf 6 Srovnání odchyty *T. piniperda* mezi jednotlivými lapači na lokalitě Oseček v roce 2014. Boxplot tvoří průměr±směrodatná chyba, svorka označuje 2*směrodatnou odchylku, kolečka představují odlehlé hodnoty a hvězdičky extrémy.



6 Diskuze

Vyšší výskyt škod způsobených většinou kůrovců na borovici by mohl být očekáván v souvislosti s výskytem škodlivých abiotických činitelů - kalamit a výrazně teplotně nadprůměrných let, které působí negativně na porosty a umožňují lýkohubům po oslabení borovic vyšší úspěšnost při napadání hostitelských dřevin. Aktuálně v období latence a nízkého populačního stavu podkorního hmyzu na borovici preferujeme v rámci ochrany lesa především monitoring populačních hustot, např. okulárně nebo pomocí feromonových lapačů. V současné době není v České republice žádný registrovaný odparník k odchytu a lákání kůrovců na borovici.

Škody v lesích Středočeského kraje způsobené borovými kůrovci mají v posledních letech klesající tendenci. Objemy napadeného dřeva se v letech 2009 – 2013 pohybovaly přibližně v rozmezí 200 – 300 m³ ročně (Tab. 2). Přesný podíl *T. piniperda* na těchto škodách je ale diskutabilní z důvodu, že veškeré tyto údaje jsou souhrnné pro všechny borové kůrovce vyskytující se na našem území. Například zástupce rodu *Ips*: lýkožrout vrcholkový *Ips acuminatus* (Gyllenhal, 1827) a lýkožrout borový *Ips sexdentatus* (Börner, 1776).

Ips acuminatus je lýkožrout, který se vyskytuje převážně na *Pinus sylvestris* (L.). Tento druh má široké rozšíření v Evropě a v Asii (Wood a Bright 1992; Bright a Skidmore 2002). Na rozdíl od *T. piniperda* se jedná o polygamní druh. Dospělí jedinec je schopný oplodnit až 12 samic. *I. acuminatus* běžně vytváří dvě generace během roku (Chararas, 1962; Forster a Zuber, 2001). Na rozdíl od *T. piniperda* žije tento škůdce pod tenkou šupinatou borkou v horních částech kmene hostitele (Hérard a Mercadier, 1996).

Ips sexdentatus patří mezi škůdce vyskytující se rovněž v borových porostech. Jedná se o druh, který za rok vytváří též dvě generace (Chararase, 1962). Usídluje se výhradně pod silnou borkou ve spodních částech kmene hostitele (Kohnle et al., 1988). Druh je polygamní, jeden samec se páří se 2 – 5 samicemi (Ciesla, 2001). Ani jeden z výše uvedených druhů lýkožroutů jsme v našich odchycích nezaznamenali. Na námi použitý odparník reagují především lýkohubi rodu *Tomicus*.

T. minor a *T. piniperda* jsou jediní zástupci tohoto rodu vyskytující se v České republice. Stejně tak jako *T. piniperda* se lýkohub menší – *T. minor* nejčastěji vyskytuje na *Pinus*

sylvestris (L.). Jde o druh polygamní. Samec se páří nejčastěji se dvěma samicemi. Ročně vylétá pouze jedna generace těchto lýkohubů, stejně jako v případě *T. piniperda*. Na rozdíl od *T. piniperda* preferuje pro rozplazovací žír vrchní část kmene hostitelského stromu, kde se nalézají tenčí borka (Lundgren, 2004). Úživný žír prodělávají v letorostech hostitelského stromu podobně jako *T. piniperda*. Závrtky do borky jsou málo patrné, protože výron pryskyřice je vždy velmi slabý. Požerek se od *T. piniperda* výrazně liší a to hlavně hlubokým závrtkem matečné chodby do běle. Larvy se v posledním stádiu vývoje zavrtávají kolmo do svrchní části dřeva, kde se poté kuklí. Tyto závrtky jsou hluboké asi 5 mm (Knížek, 1998).

K monitoringu *T. piniperda* jsme použili feromonový odparník Tomowit odzkoušený v Rakousku. Tento syntetický feromon slouží k odchytnu samců i samic obou druhů lýkohubů vyskytujících se v podmínkách České republiky. V našich odchycích však nebyl vůbec zaznamenán ani jediný dospělec *Tomicus minor*. Jeho absence v odchycích může být vysvětlena rovněž jeho malými počty (nízkým stavem populace) na studijní lokalitě nebo sníženou účinností odparníku na tento druh.

Imaga *T. piniperda* mohou letět až několik kilometrů, než naleznou vhodného hostitele, na kterém se budou moci rozmnožit (Ye, 1996). Vhodnost hostitelských stromů určuje jedinec *T. piniperda* na tuto dlouhou vzdálenost pomocí čichu (Byers et al., 1985). *T. piniperda* využívá k vyhledání hostitele a také samice směs čtyř hostitelových monoterpenů [(+) a (-) a-pinene, A3-carene, a terpinolene] (Byers et al. 1985). *T. piniperda* je monogamní druh (Knížek, 1998). Rovněž do feromonových lapačů jsou dospělci chytáni v poměru pohlaví zhruba 1:1 (celkem 20 samců a 17 samic). Obě pohlaví tedy reagují stejně, ačkoli většinou na feromonový odparník reaguje lépe to pohlaví, které se objevuje na hostitelských stromech až druhé, v našem případě tedy samci.

Dospělí jedinci *T. piniperda* opouští své zimoviště již koncem února a v březnu (Schroeder, 1987). V naší studii začala letová aktivita *T. piniperda* 8.3.2014 a skončila 26.4.2014, kdy byli z lapačů vybráni poslední jedinci. To odpovídá podmínkám výskytu tohoto druhu ve střední Evropě, kdy v jedné vegetační sezóně vylétává pouze jedna přezimující generace. Druhý vrchol letové aktivity v našem výzkumu, který připadá na začátek dubna je zajisté výskyt sesterského pokolení, které bývá v České republice běžně pozorováno (Knížek, 1998).

V době nejvyššího odchytu 5.4.2014 byla průměrná týdenní teplota 10,8°C. Při dru-

hém nejvyšším odchytu 8.3.2014 byla průměrná týdenní teplota 5°C (Graf 2). Vylétnutí imag je silně ovlivněno maximální denní teplotou, vhodná průměrná teplota se pohybuje okolo 12 °C v Evropě a severovýchodní USA (Bakke, 1968). Průměrné denní teploty v našem výzkumu byly při počátku letové aktivity *T. piniperda* mírně nižší.

Cena odparníku Tomowit je v přepočtu zhruba 215 korun za jeden kus. Při výzkumu bylo odchyceno celkem 37 jedinců. To znamená, že při pěti nainstalovaných odparnicích stálo chycení jednoho jedince *T. piniperda* 29 Kč. V této ceně není ale započítána cena lapače a jeho instalace na lokalitě. V poměru ceny odparníků a lapačů oproti počtu chycených škůdců je jeho použití v oblasti středních Čech evidentně neefektivní. Jeho využití by bylo smysluplné až v období po rozsáhlých biotických, nebo abiotických kalamitách, kdy se v porostu objeví značné množství materiálu umožňující vývoj vysokého počtu podkorního hmyzu. V takovém případě je samozřejmě nutné instalovat monitorovací zařízení a provádět intenzivní vyhledávání napadených stromů i pro další druhy kůrovců.

7 Závěr

- letová aktivita *Tomicus piniperda* ve Středních Čechách začala 8.3.2014 a skončila 26.4. 2014. Letová aktivita byla na zkušebních plochách poměrně nízká. Za sledované období bylo odchyceno pouze 37 jedinců. V době výzkumu byla zaznamenána jedna generace *T. piniperda*.
- celkem bylo odchyceno 20 samců a 17 samic. Poměr pohlaví byl relativně vyrovnaný s malou převahou samic. Tento výsledek byl z důvodu monogamie druhu očekáván.
- odparník Tomowit byl účinný pouze na druh *Tomicus piniperda*, na jiný druh jako například *T. minor* nepůsobil. V poměru ceny odparníků a lapačů, oproti počtu chycených škůdců je jeho použití v oblasti středních Čech neefektivní.

8 Použitá literatura

- ANNILA E., LÅNGSTRÖM B., VARAMA M., HIUKKA R., NIEMELÄ P. 1999. Susceptibility of defoliated Scots pine to spontaneous and induced attack by *Tomicus piniperda* and *Tomicus minor*. *Silva Fennica*, 33: 93-106.
- BAKKE A. 1968. Ecological studies on bark beetles (Coleoptera: Scolytidae) associated with Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in Norway with particular references to the influence of temperature. *Meddelelser Norske Skogforsoksvesen*, 21: 443-602.
- BORKOWSKI A. 2001. Threats to pine stands by the pine shoot beetles *Tomicus piniperda* (L.) and *T. minor* (Hart.) around a sawmill in southern Poland. *Journal of Applied Entomology*, 125: 489-492.
- BORKOWSKI A. 2006. Spatial distribution of losses in growth of trees caused by the feeding of pine shoot beetles *Tomicus piniperda* and *T. minor* (Col., Scolytidae) in Scots pine stands growing within range of the influence of a timber yard in southern Poland. *Journal of Forest Science*, 52: 130-135.
- BRIGHT D., SKIDMORE R. E. 2002. A catalog of Scolytidae and Platypodidae (Coleoptera), Supplement 2 (1995–1999). National Research Council Press, Ottawa, 523 pp.
- BYERS J. A., LANNE B. S., LOFQVIST J., SCHLYTER F., BERGSTROM G. 1985. Olfactory recognition of host tree susceptibility by pine shoot beetles. *Naturwissenschaften*, 72: 32-36.
- CIESLA W. M. 2001. Exotic Forest Pest Information System for North America: *Ips sexdentatus*. North American Forestry Commission.
- CZOKAJLO D., WINK R. A., WARREN J. C., TEALE S. A. 1997. Growth reduction of Scots pine, *Pinus sylvestris*, caused by the larger pine shoot beetle, *Tomicus piniperda* (Coleoptera, Scolytidae), in New York State. *Canadian Journal of Forest Research*, 27: 1394-1397

- DAJOZ R. 2000. Insects and forests: the role and diversity of insects in the forest environment. Intercept Ltd., Lavoisier, 668 pp.
- EIDMANN H. 1992. Impact of bark beetles on forests and forestry in Sweden. *Journal of Applied Entomology*, 114: 193-200.
- ESCHERICH K. 1923. Die Forstinsekten Mitteleuropas II. Paul Parey, Berlin, pp. 1-663.
- FORSTER B, ZUBER R. 2001. *Ips acuminatus*: experiences from an outbreak in Southern Switzerland. *Journal of Forest Science*, 47: 80.
- GIBBS J. N., INMAN A. 1991. The pine shoot beetle *Tomicus piniperda* as a vector of blue stain fungi to windblown pine. *Forestry*, 64: 239-249.
- HAACK R. A. 2006. Exotic bark- and wood-boring Coleoptera in the United States: recent establishments and interceptions, *Canadian Journal of Forest Research*, 36: 269-288.
- HAACK R., LAWRENCE R., HEATON G. 2001. *Tomicus piniperda* (Coleoptera: Scolytidae) shoot-feeding characteristics and overwintering behaviour in Scots pine Christmas Trees. *Journal of Economical Entomology*, 94: 422-429.
- HANSON H. 1937. Notes on the ecology and control of pine beetles in Great Britain. *Bulletin of Entomological Research*, 28: 185-236.
- HANSON H. 1940. Further notes on the ecology and control of pine beetles in Great Britain. *Bulletin of Entomological Research*, 30: 483-536.
- HAUSNER G., IRANPOUR M., KIM J. J., BREUIL C., DAVIS C. N., GIBB E. A., REID J., LOEWEN P. C., HOPKIN A. A. 2005. Fungi vectored by the introduced bark beetle *Tomicus piniperda* in Ontario, Canada, and comments on the taxonomy of *Leptographium lundbergii*, *Leptographium terebrantis*, *Leptographium truncatum*, and *Leptographium wingfieldii*. *Canadian Journal of Botany*, 83: 1222-1237.
- 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*, Paul Lechevalier, Paris, 556 pp.

INVASIVE SPECIES COMPENDIUM [online] [cit. 2014-03-12] Dostupné z <http://www.cabi.org/isc/datasheet/54154>.

KIRKENDALL, LAWRENCE R., FACCOLI M., YE H. 2008. Description of the Yunnan shoot borer, *Tomicus yunnanensis* (Curculionidae, Scolytinae), an unusually aggressive pine shoot beetle from southern China, with a key to the species of *Tomicus*. *Zootaxa*, 1819: 25–39

KNÍŽEK M. 1998. Leták LOS - Lýkohub sosnový, l. menší. *Lesnická práce*, 76: Příloha, 4 pp.

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*, 72: 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*, 73: 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*, 76: 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. 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, 75: 20-30.
- 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, 74: 19-31.
- KNÍŽEK M., ZAHRADNÍK P. 2004. Podkorní hmyz. In: Kapitola P., Knížek M., Baňář P. (ed.): Výskyt lesních škodlivých činitelů v roce 2003 a jejich očekávaný stav v roce 2004. Zpravodaj ochrany lesa. Supplementum, VÚLHM Jíloviště – Strnady, 80: 30-39.
- 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.
- LÅNGSTRÖM B. 1983. Life cycles and shoot-feeding of the pine shoot beetles. *Studia Forestalia Suecica*, 163: 1-29.
- LÅNGSTRÖM B., HELLQVIST C. 1991. Effects on growth and sapwood area of different pruning regimes in Scots pine. *Forest Ecology and Management*, 44: 239-254.
- LÅNGSTRÖM B., LI L. S., LIU H. P., CHEN P., LI H. R., HELLQVIST C., LIEUTIER F. 2002. Shoot feeding ecology of *Tomicus piniperda* and *T. minor* (Col., Scolytidae) in southern China. *Journal of Applied Entomology*, 126: 333-342.
- LÅNGSTRÖM B., LISHA L., HONGPIN L., PENG C., HAORAN L., HELLQVIST C., LIEUTIER F. 2002. Shoot feeding ecology of *Tomicus piniperda* and *T. minor* (Col., Scolytidae) in Southern China. *Journal of Applied Entomology*, 126: 333-342.
- LÅNGSTRÖM B., SOLHEIM H., HELLQVIST C., KROKENE P. 2001. Host resistance in defoliated pine: effects of single and mass inoculations using bark beetle-associated blue-stain fungi. *Agricultural and Forest Entomology*, 3: 211-216.
- LEKANDER B. 1968. Scandinavian bark beetle larvae. Royal College of Forestry, Sweden, Research Notes, 4: 1-186.

- LIEUTIER F., YART A., GARCIA J., HAM M. C., MORELET M., LEVIEUX J., 1989. Blue-stain fungi associated with two bark beetle pests of Scots pine (*Pinus sylvestris*): a preliminary study of fungal aggressiveness to the host tree. *Annales des Sciences Forestieres*, 46: 210-216
- LIEUTIER F., YE H., YART A. 2003. Shoot damage by *Tomicus* sp. (Coleoptera: Scolytidae) and effect on *Pinus yunnanensis* resistance to subsequent reproductive attacks in the stem. *Agricultural and Forest Entomology*, 5: 227-233.
- 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, 76: 19-21.
- LUNDGREN, J. G. 2004. Exotic Forest Pest Information System for North America: *Tomicus minor*. North American Forest Commission.
- MARTIKAINEN P., KOUKI J., HEIKKALA O., HYVÄRINEN E., LAPPALAINEN H. 2006. Effect of green tree retention and prescribed burning on the crown damage caused by the pine shoot beetles (*Tomicus* spp.) in pine-dominated timber harvest areas. *Journal of Applied Entomology*, 130: 37-44.
- MICHALSKI J., WITKOWSKI Z. 1962. Untersuchungen über den Einfluss des Regenerations- und Reifungsfrasses von *Blastophagus piniperda* L. (Col., Scolytidae) auf den Zuwachs eines Jungen Kiefernbestandes. In: Proceedings of XI International Congress of Entomology, Wien, 1960, 9: 258-261.
- MORGAN, R. E., DE GROOT P., SMITH S.M. 2004. Susceptibility of pine plantations to attack by the pine shoot beetle (*Tomicus piniperda*) in southern Ontario, *Canadian Journal of Forest Research*, 34: 2528-2540.
- PETRICE R. T., HAACK R. A., POLAND T. M. 2002. Selection of overwintering sites by *Tomicus piniperda* (Coleoptera: Scolytidae) during fall shoot departure. *Journal of Entomological Science*, 37: 48-59.
- PFEFFER A. 1989. Kůrovcovití a jádrohlodovití: Scolytidae, Platypodidae. Academia, Praha, 137 pp.

- RYALL K. L., SMITH S. M. 2000. Brood production and shoot feeding by *Tomicus piniperda* (Coleoptera: Scolytidae), 132: 939-949.
- Schroeder L. M. (1987). Attraction of the bark beetle *Tomicus piniperda* to Scots pine trees in relation to tree vigour and attack density. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 44: 53–58.
- SCHROEDER L. M. 1988. Host recognition in *Tomicus piniperda* (Col: Scolytidae) and other bark beetles attacking Scots pine. Dissertation. Swedish University of Agricultural Sciences, 149 pp.
- SOLHEIM H., LÅNGSTRÖM B. 1991. Blue-stain fungi associated with *Tomicus piniperda* in Sweden and preliminary observations on their pathogenicity. *Annales des Sciences Forestieres*, 48: 149-156.
- SPEIGHT M. R., WAINHOUSE D. 1989. Ecology and management of forest insects. Clarendon Press, Oxford, 374 pp.
- THOMAS M. C., DIXON W. N. 2004. Featured creatures: pine shoot beetle, DPI Entomology Circular 354. University of Florida Institute of Food and Agricultural Sciences, Florida.
- VAKULA J., GALKO J., GUBKA A., KUNCA A. 2013. Usmernenie k príprave, kontrole a vyhodnoteniu účinnosti lapákov na podkôrny hmyz v borovicových porastoch. *Narodné lesnícke centrum. Lesnícky výskumný ústav Zvolen, Banská Štiavnica*, 6 pp.
- WOOD S. L., BRIGHT D. E. 1992. A catalog of Scolytidae and Platypodidae (Coleoptera), Part 2: Taxonomic index. *Great Basin Naturalist Memoirs*, 13, 1553 pp.
- YE HUI 1991. On the bionomy of *Tomicus piniperda* (Col., Scolytidae) in Kunming region of China. *Journal of Applied Entomology*, 112: 366-369.
- YE H. 1996. Studies on the biology of *Tomicus piniperda* (Col. Scolytidae) in the shoot-feeding period. *Acta Entomologica Sinica*, 39: 58-62.
- YE H. 1999. Studies on attacks by *Tomicus piniperda* (Col., Scolytidae) on Yunnan pine trees (*Pinus yunnanensis*), *Acta Entomologica Sinica*, 42: 394-400.