

PREDSTAVENIE PROJEKTU APVV „VÝSKUM ALTERNATÍVNYCH METÓD OCHRANY IHLIČNATÝCH SADENÍC PRED HMYZÍMI ŠKODCAMI“

Juraj Galko • Marek Barta • Ján Ferenčík • Slavomír Rell • Andrej Kunca
Milan Zúbrik • Jozef Vakula • Andrej Gubka • Roman Leontovyč • Christo Nikolov
Michal Lalík

Anotácia

Problematika ochrany ihličnatých výsadiieb pred zrelostným žerom tvrdoňa smrekového (*Hylobius abietis*) a lykokazov rodu *Hylastes* je v posledných rokoch na Slovensku mimoriadne aktuálna. Škody spôsobujú imága svojim žerom na kmienku a koreni sadeníc, čím výrazne zvyšujú ich mortalitu. Uvedení škodcovia majú v niektorých krajinách Európy status najvýznamnejšieho ekonomického škodcu. U nás poškodia ročne stovky hektárov zalesnených holín, ktoré sa musia opakovane zalesniť. Nakoľko v posledných rokoch sa vyskytli nové vetrové a následné podkôrníkové kalamity, po ktorých vzniká obrovské množstvo ihličnatých pňov, v ktorých sa tieto škodcovia vyvíjajú, ich množenie a poškodenie sadeníc sa radikálne zvýšilo. Škody sa nachádzajú najmä v chránených územiach (národné parky), kde chemická ochrana neprichádza do úvahy a navyše aj snahou Európskej únie je postupne eliminovať používanie pesticídov v lesníctve. Preto hlavným cieľom projektu je výskum iných alternatívnych metód ochrany ihličnatých sadeníc pred uvedenými škodcami a nahraďiť tak pesticídy ekologickými a účinnými metódami. Splnenie hlavného cieľa si bude vyžadovať riešenie nasledovných úloh: výskum aplikačných metód fyzikálnej ochrany sadeníc pred škodlivým pôsobením tvrdoňa smrekového a lykokazov rodu *Hylastes*; výskum metód biologickej ochrany sadeníc pred škodlivým pôsobením tvrdoňa smrekového a lykokazov rodu *Hylastes*; výskum nových metód monitoringu a odchyту uvedených škodcov a experimentálny laboratórny chov cieľových druhov škodcov. Podrobným výskumom chceme testovať uvedené technológie v terénnych a laboratórnych podmienkach. Žiadateľská organizácia rozpracovala v posledných rokoch niekoľko výskumných aktivít k tejto téme, ďalší výskum a financovanie je však nevyhnutné. Samotná lesnícka prax sa neustále dožaduje nových a ekologických foriem ochrany ihličnatých výsadiieb pred spomínanými škodcami.

Riešenie projektu

- Začiatok 1. 7. 2017
- Koniec 30. 6. 2020

Riešiteľský tím

Riešiteľský tím tvoria tri partnerské organizácie:

- Národné lesnícke centrum, Lesnícky výskumný ústav Zvolen, Lesnícka ochranárska služba (žiadateľská organizácia)
- Slovenská akadémia vied, Ústav ekológie lesa (spoluriešiteľ)
- Štátne lesy TANAPu, Výskumná stanica ŠL TANAPu (spoluriešiteľ)

Vedúci projektu je Ing. Juraj Galko, PhD. (LOS). Zvolený riešiteľský tím a partnerské organizácie už spolupracovali na viacerých výskumných projektoch zameraných na ochranu lesa. V riešení popísanej problematiky boja proti hmyzím škodcom na sadenicích má riešiteľský tím dlhoročné skúsenosti. Pri riešení projektu využijeme naše poznatky, vedomosti a skúsenosti na naplnenie stanovených cieľov. Zvolené postupy riešenia projektu a zvolené metodiky budú navyše konzultované a diskutované so svetovými odborníkmi v tejto problematike (napr. Prof. Göran Nordlander, SLU).

Problematika

Tvrdoň smrekový *Hyllobius abietis* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) je najzávažnejší škodca na novovysadených plochách ihličnatými drevinami v Európe (Orlander & Nilsson 1999; Moreira et al. 2008) a spôsobuje škody v miliónoch EUR ročne (Ansari & Butt 2012). Imága vykonávajú svoj žer na kmienkoch ihličnatých sadeníc (Nordlander et al. 2011). Toto nazývame zrelostný žer (Galko et al. 2014, 2016). Larvy tvrdoňov sú neškodné, pretože sa vyvíjajú v pňoch ihličnatých drevín a teda napomáhajú k ich urýchlenému rozkladu.

Tvrdoň smrekový spôsobuje veľké škody najmä v severnej a východnej časti Európy (Langström & Day 2004), najmä v Škandinávií (Nordlander et al. 2003, 2011), ale aj vo Veľkej Británii (Wainhouse et al. 2008). Napríklad len vo Švédsku spôsobí škody na ploche 200 000 ha (Langström & Day 2004). V Čechách poškodí tvrdoň ročne približne 2 000 ha (Modlinger 2015), v Poľsku je to ročne takmer 8 000 ha (www.bdl.lasy.gov.pl) a v Rakúsku až 16 000 ha ročne (www.zidapps.boku.ac.at).

Lykokazy rodu *Hylastes* taktiež škodia na ihličnatých výsadbách, častokrát spolu v tvrdoňom smrekovom. Svojim zrelostným žerom poškodzujú hlavný koreň sadenice, čo vedie často k uhynú celej sadenice. Tento druh škodcu sa veľmi ťažko kontroluje a monitoruje. Do dnešnej doby nebol vyvinutý účinný feromónový prípravok na jeho monitoring napríklad experimentom na Novom Zélande (Reay & Walsh 2002), kde bol tento rod introdukovaný a spôsobuje obrovské škody na borovicových sadeniciach. Výskum v tejto oblasti v posledných desaťročiach v Európe stagnuje. Larvy týchto druhov lykokazov sú neškodné, nakoľko sa vyvíjajú v ihličnatých pňoch a ťažbových zvyškoch s vysokou vlhkosťou.

Na Slovensku sa uvedení škodcovia opäť aktivizovali najmä od roku 2010 (Galko et al. 2014). Po rozsiahlych vetrových a následných podkôrníkových kalamiach vzniklo obrovské množstvo rúbanísk, kde našli vhodné podmienky na rozmnoženie (dostatok čerstvých pňov a ťažbových zvyškov).

V máji roku 2014 postihla Slovensko ďalšia obrovská vetrová kalamita Žofia (Gubka et al. 2015), čím vzniklo ďalšie obrovské množstvo čerstvých pňov a ťažbových zvyškov, ako vhodného substrátu pre vývin uvedených škodcov. Podľa našich predpokladov sa v roku 2016 začali objavovať veľmi vysoké škody na sadbovom materiáli vysadenom v roku 2015 najmä v oblasti Vysokých Tatier. Niektoré plochy boli poškodené na 100 %.

Na rozdiel od iných krajín EÚ, na Slovensku sa najväčšie poškodenie nachádza v horských oblastiach (obvyčajne >800 m n. m.), väčšinou v národných parkoch, kde je zakázané ošetrovať ihličnaté sadenice chemickými prípravkami. Aj preto je požiadavka zo strany lesníckej praxe na výskumné inštitúcie o nové a alternatívne metódy ochrany sadeníc v týchto oblastiach.

Práve chemické ošetrenie je dodnes najrozšírenejšie (aj najúčinnnejšie) v Európe, avšak legislatíva Európskej únie má snahu postupne používanie pesticídov v lesníctve eliminovať (Ansari & Butt 2012), preto je aktuálne a akútne hľadať nové účinné formy ochrany sadeníc.

Alternatívami sú:

- Fyzikálna ochrana sadeníc (vosk, lep, iná forma)
- Biologický boj (entomopatogénne huby, entomopatogénne háďatká, baktérie)
- Nové formy odchytu a monitoringu uvedených škodcov

Jednou z alternatív v poškodených oblastiach, kde je zakázané použiť chemickú ochranu je ošetrenie sadeníc voskom (Galko et al. 2013), ktorý je dovolený v národných parkoch na Slovensku použiť. Myšlienka ošetrenia sadeníc voskom vznikla ešte v 90. rokoch a nazývala sa „Bugstop“ (Langström & Day 2004). Od tej doby prešla táto forma fyzikálnej ochrany sadeníc výrazným 20-ročným vývojom a momentálne sa vosk nazýva KVA AE (Norsk Wax AS, Norway), ktorý tvorí mechanickú ochranu kmienka sadenice pred tvrdoňom smrekovým. Pri dodržaní správneho postupu voskovania pri ošetrovaní, vydrží vosk na sadenici (1), 1,5 až 2 roky, pričom najmä v prvom roku je ochrana veľmi dobrá (Göran Nordlander, Jarl Markus Peterssen, pers. comm.). Neskôr vosk opadáva a stráca účinnosť. Voskovanie sadeníc sa používa na Slovensku od roku 2013. Boli vykonané aj viaceré terénne experimenty porovnania ošetrených sadeníc voskom a neošetrených sadeníc, avšak pod vplyvom viacerých okolností a externých podmienok (veľká variabilita podmienok na výskumných plochách v horských oblastiach, extrémne sucha, náhla neprítomnosť škodcu na výskumných plochách atď.) nemáme relevantné dáta o účinnosti tejto metódy.

Ďalšou alternatívnou metódou fyzikálneho ošetrenia ihličnatých sadeníc je ich ošetrenie špeciálnym lepom, ktorý je aplikovaný na kmienok sadenice a odradí tak týchto škodcov od zrelostného žeru.

Alternatíva ochrany sadeníc biologickou cestou pomocou entomopatogénov má obrovský potenciál, ktorý si však vyžaduje podrobný a dlhodobý výskum.

Bolo vykonaných viacero pokusov s využitím roztoku vody entomopatogénnych háďatiek na ošetrovanie atraktívnych pňov najmä v UK (Dillon et al. 2008). Taktiež bolo skúmané využitie entomopatogénnych húb, najmä druhov z rodov *Beauveria* a *Metarhizium* (Markova 2000; Ansari & Butt 2012). Najaktuálnejšie sa diskutuje kombinované použitie entomopatogénnych háďatiek a entomopatogénnych húb (Ansari, pers. comm.).

Viacero dosiaľ nepublikovaných experimentov bolo však vykonaných aj na Slovensku na našom pracovisku so sľubnými výsledkami, čo si však vyžaduje ďalší podrobný výskum.

Ciele projektu

Hlavným cieľom projektu je výskum a vývoj nových alternatívnych mechanických a biologických metód ochrany ihličnatých sadeníc pred škodlivým pôsobením tvrdého smrekového a lykokazov rodu *Hylastes*, čím sa postupne nahradí klasická chemická ochrana.

Na dosiahnutie hlavného cieľa projektu boli stanovené parciálne ciele projektu:

- A. Výskum aplikačných metód fyzikálnej ochrany sadeníc pred škodlivým pôsobením tvrdého smrekového a lykokazov rodu *Hylastes*
- B. Výskum metód biologickej ochrany sadeníc pred škodlivým pôsobením tvrdého smrekového a lykokazov rodu *Hylastes*
- C. Výskum nových metód monitoringu a odchyty uvedených škodcov
- D. Experimentálny laboratórny chov cieľových druhov škodcov
- E. Diseminácia výsledkov a prenos nových aplikačných poznatkov priamo do lesníckej praxe

Metodika projektu

A. Výskum aplikačných metód fyzikálnej ochrany sadeníc pred škodlivým pôsobením tvrdého smrekového a lykokazov rodu *Hylastes*

Bude vykonaná séria experimentov voskom ošetrovaných sadeníc na ochranu pred tvrdým smrekovým v laboratórnych a terénnych podmienkach. Budú sa sledovať ukazovatele ako biologická účinnosť – účinná doba, kvalita voskovania, kvalita výsadby, stav a kvalita vosku v čase, výška navoskovanej časti, mortalita sadeníc, ako aj potenciálna účinnosť ošetrovaných sadeníc voskom voči lykokazom rodu *Hylastes*, ktorý škodí najmä na koreni sadeníc. Voskovanie sa na Slovensku používa od roku 2013 (Galko et al. 2013), avšak neustálym vývojom sa uvedená technológia vyladuje a zdokonaľuje. Zo strany výskumných organizácií absentujú najmä podrobné terénne experimenty. Výrobca vosku KVAAE bude dodávať vzorky viacerých variantov vosku, ktoré budú špeciálne vyvíjané pre podmienky strednej Európy.

Veľký potenciál zo skupiny fyzikálnych spôsobov ochrany sadeníc má ich ošetrovanie špeciálnym lepom. V roku 2016 prebehli malé experimenty so sľubnými výsledkami voči tvrdému smrekovému, avšak bola sledovaná zvýšená fytoxicita ošetrovaných sadeníc. V rámci projektu sa založia väčšie laboratórne a terénne experimenty, kde sa bude sledovať rôzne zloženie účinnej látky, aby sme dosiahli maximálnu účinnosť pri minimálnej fytoxicite ošetrovaných sadeníc.

B. Výskum metód biologickej ochrany sadeníc pred škodlivým pôsobením tvrdého smrekového a lykokazov rodu *Hylastes*

Experimenty biologickej ochrany sa rozdelia na 3 základné smery:

1. Získanie natívnych izolátov entomopatogénnych húb z prírodného prostredia

Z prirodzene infikovaných jedincov cieľových druhov škodcov sa štandardizovanými metodickými postupmi použitím selekčných živných médií v *in-vitro* podmienkach získajú čisté izoláty entomopatogénnych húb (EH). Imága budú zberané z prírodného prostredia pomocou terénnych pracovníkov hlavného odberateľa výsledkov š. p. LESY SR, prípadne ŠL TANAP-u. Získané izoláty sa namnožia na kultivačných médiách a ich *in vitro* kultúry budú ďalej použité v laboratórnych testoch virulencie.

2. Selekcia virulentných izolátov entomopatogénnych húb

Selekcia vhodných izolátov (kmeňov) húb pre aplikáciu proti vybraným škodcom bude založená na sérii laboratórnych testov virulencie. Budú sa testovať rôzne druhy EH a koncentrácie použitých suspenzií. V týchto experimentoch sa budú spórmi húb priamo ošetrovať imága tvrdoňa smrekového a lykokazov rodu *Hylastes*, ako aj ich potrava. Do experimentov budú zaradené aj dostupné komerčné bio-insekticídy na báze EH, ako referenčné kmene. Vyselektované vysokovirulentné natívne izoláty EH sa použijú na vývoj vhodného biopreparátu pre praktické použitie. Tieto práce budú prebiehať v sterilnom laboratórnom prostredí. Po dosiahnutí dobrej účinnosti v laboratórnych testoch, prichádza do úvahy testovanie EH v terénnych podmienkach.

3. Vývoj nosiča biologicky aktívneho materiálu

Výskum a vývoj nového spôsobu aplikácie pre EH vychádza z toho, že mycélium EH napr. *Beauveria bassiana* bude chránené pred slnečným UV žiarením a suchom a to tým, že bude schované vo vnútri „gulovitého biologického nosiča“. Gule budú vyrobené z biologického materiálu (obilie, šrot atď.) s rôznymi prídavkami (piliny, hobliny, atď.). Nosič s priemerom 1 – 5 cm bude nainfikovaný v laboratórnych podmienkach s EH. Nosič sa nechá v priebehu 1 – 2 týždňov prerásť až kým sa na povrchu nevytvorí biely povlak mycélia EH a jej spór. V prípade sucha alebo UV žiarenia je huba na povrchu inaktivovaná, avšak po znížení vplyvu UV žiarenia (napr. dostane sa do tieňa) alebo skončenia obdobia sucha v letnom období huba z vnútra gule prerastie na povrch a uvoľňuje spóry do okolia ďalej. Týmto gulami je teda možné udržať biologicky aktívne spóry EH v prírodnom prostredí dlhšiu dobu oproti vodnému roztoku so spórmi. Vývoj sa zameria aj na správnu receptúru stavby nosiča. Pri vývoji nosiča sa ako aktívna biologická zložka použijú vyselektované virulentné kmene EH.

V ďalšom kroku sa do „gúl“ pridá primárny atraktant (látky, ktoré lákajú určitý druh hmyzu), ktorý cielene priláka cieľový organizmus (tvrdoň smrekový, lykokazy rodu *Hylastes*) v prírodnom prostredí, kde dôjde k prenosu spór na jeho telo. Bude sa jednak teda o biologickú, ekologickú a selektívnu metódu ochrany lesa s cieľom účinne potlačiť škodlivý vplyv hmyzích škodcov. Podľa našich doterajších informácií neexistuje zatiaľ nič podobné, t.j. ako účinne preniesť spóry entomopatogénnych húb do prírodného prostredia, ktoré vedia nalákať cieľového škodcu a majú dostatočne dlhú životnosť. Realizovať sa budú laboratórne a terénne pokusy zisťovania biologickej účinnosti na imága tvrdoňa smrekového.

C. Výskum nových metód monitoringu a odchyty uvedených škodcov

Na cieľové druhy škodcov dosiaľ neexistuje účinný komerčný odparník na ich monitoring. Budú sa testovať rôzne formy a modely lapačov a pascí na odchyt a monitoring cieľových škodcov, ktoré budú navrhované experimentálnymi vývojovými odparníkmi, ktoré budú obsahovať špecifické feromóny, resp. primárne atraktanty na ich lákanie. Odparníky budú vyvinuté a pripravené externou súkromnou spoločnosťou. Experimenty budú prebiehať najmä v terénnych podmienkach, najmä v oblasti Nízkych Tatier a Vysokých Tatier (prípadne iných oblastí kalamitného premnoženia cieľových druhov škodcov).

Taktiež bude testované a vyhodnotené účelné použitie tzv. lapacích kôr, ktoré sa používajú na monitoring a odchyt cieľových druhov v súčasnosti, avšak ich použitie je drahé a prácne.

D. Experimentálny laboratórny chov cieľových druhov škodcov

V klimatizovaných miestnostiach, kde bude kontrolovaná vlhkosť a teplota vzduchu, bude prebiehať laboratórny chov tvrdoňa smrekového. Chov bude prebiehať na čerstvých polenách rôznych druhov ihličnatých drevín (borovica, smrek, jedľa). Každé poleno bude umiestnené samostatne v chovnej klietke a z časti uložené do rašelinového substrátu (napodobnenie pňa v prírode). Okrem udržiavania zvýšenej vlhkosti vzduchu, bude substrát aj polená vlhčené, aby nedošlo k ich vyschnutiu. Na založenie chovu sa použijú imága, ktoré budú zberané z prírodného prostredia. Rozdelia sa podľa pohlavia a do chovných klietok sa jedince umiestnia v určitom počte a pomere pohlaví a nakladú vajíčka do pripravených polien.

Ako je známe, imága tvrdoňa sa dožívajú aj niekoľko rokov, takže cieľom tohto chovu bude predovšetkým získať zdravé jedince (absencia patogénov, parazitov a parazitoidov) s jednotným vekom pre laboratórne pokusy (infekcia EH, možná sterilizácia samcov – metóda SIT ap.). Pri laboratórnom chove sme tiež schopní detailne pozorovať ich vývin a tým získať detailnejšie poznatky ich bionómie a etológie.

E. Diseminácia výsledkov a prenos nových aplikačných poznatkov priamo do lesníckej praxe

V tejto časti sa budú výsledky získané v častiach A. až D. analyzovať, spracovávať a vyhodnocovať. Pri syntéze a spracovaní údajov sa využijú štatistické programy a nástroje geografických informačných systémov. Štatistické analýzy pre vyhodnotenie parametrov dát z pokusov budú realizované v programe Statistica 10.0 (StatSoft, Tulsa, USA) a R (R Development Core Team, 2014). Pri terénnych prácach sa počíta so spolupracou so štátnym podnikom LESY SR š. p. a prípadne ŠL TANAP-u, ktorí majú vážny záujem na aplikácii výsledkov predkladaného projektu v praxi. Budú sa publikovať odborné a vedecké práce do domácich a zahraničných časopisov. Každoročne sa budú získané výsledky prezentovať na konferenciách „Aktuálne problémy v ochrane lesa“, ktorej sa zúčastňuje takmer 200 odborníkov z lesníctva, ako aj na iných domácich a zahraničných konferenciách a seminároch. Na základe získaných výsledkov sa budú hľadať ďalšie výzvy na predkladanie nových výskumných projektov s vhodnými domácimi a zahraničnými partnermi.

Zhrnutie

Projekt prináša výskum nových riešení v otázke eliminácie škôd dvoch najvýznamnejších hmyzích škodcov na sadeniach ihličnatých drevín na Slovensku a v Európe s možnosťou nahradenia použitia chemického ošetrovania inými metódami. To znamená, že za najväčšiu mieru originality projektu považujeme jeho ekologický a environmentálny prínos na zníženie vplyvu pesticídov v prírodnom prostredí.

Plánujú sa testovať a použiť nové metódy fyzikálnej a biologickej ochrany sadeníc, ako aj priameho ošetrovania samotných imág škodcov, ktorých použitie bude unikátne v EÚ.

Vosk ako forma mechanickej ochrany ihličnatých sadeníc proti tvrdoňovi smrekovému sa používa najmä v krajinách Škandinávie, kde sa ročne ošetrí desiatky miliónov ihličnatých sadeníc. V oblasti strednej Európy boli vykonané niektoré malé pokusy, avšak prevádzka si vyžaduje väčšie experimenty priamo v prírodnom prostredí. Taktiež sa bude testovať nové zloženie vosku prispôbené podmienkam strednej Európy. Ochrana sadeníc lepom, prípadne iným náterom s abrazívnym účinkom, je taktiež jedinečná a predbežné výsledky ukázali dostačujúcu účinnosť, ktorá si však vyžaduje ďalší výskum.

Samotný výskum biologických metód ochrany proti týmto škodcom je veľmi populárna, originálna a moderná problematika. Laboratórne experimenty v laboratóriách žiadateľa budú prebiehať v „Centre biologických metód ochrany lesa (CEBIMOL)“, ktoré sa nachádza na LOS a bolo infraštruktúrne vybavené v roku 2009 zo štruktúrnych fondov EÚ. Je to jedinečné pracovisko na Slovensku určené na tento druh výskumu.

Podakovanie

Tento článok vznikol vďaka podpore z Agentúry na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-16-0031.

Literatúra

- Ansari, M., Butt, T.M., 2012: Susceptibility of different developmental stages of large pine weevil *Hylobius abietis* (Coleoptera: Curculionidae) to entomopathogenic fungi and effect of fungal infection to adult weevils by formulation and application methods. *Journal of Invertebrate Pathology*, 111: 33–40.
- Dillon, A. B., Moore, C. P., Downes, M. J. & Griffin, C. T., 2008: Evict or infect? Managing populations of the large pine weevil, *Hylobius abietis*, using bottom-up and top-down approach. *Forest Ecology and Management*, 255: 2634–2642.
- Galko, J., Kunca, A., Gubka, A., Vakula, J., 2013: Predstavenie nového spôsobu ošetrovania sadeníc voskom ako účinnej ochrany pred tvrdoňom smrekovým. In: Kunca, A. (ed.): Aktuálne problémy v ochrane lesa 2013, zborník referátov z 22. medzinárodnej konferencie konanej 25. – 26. 4. 2013 v Novom Smokovci, Zvolen, NLC, s. 86–89.
- Galko, J., Kunca, A., Vakula, J., Rell, S., Gubka, A., Maľová, M., Longauerová V., Nikolov, Ch., Zúbrik, M., 2014: Kontrola, ochrana a obrana sadeníc pred poškodením tvrdoňom smrekovým a lykokazmi rodu *Hylastes*. Usmernenie Lesníckej ochrannárskej služby č. 2, 3. vydanie, 8 s.

- Galko, J., Vakula, J., Kunca, A., Rell, S., Gubka, A., 2016: STN 48 2712, Ochrana lesa proti tvrdoňom a lykokazom na sadeniciach, Úrad pre normalizáciu, metrológiu a skúšobníctvo SR, 8 s.
- Gubka, A., Vakula, J., Galko, J., Nikolov, Ch., Kunca, A., Longauerová, V., 2015: Ochrana smrekových porastov po veternej kalamite Žofia In: Kunca, A. (ed.): Aktuálne problémy v ochrane lesa 2015, zborník referátov z 24. medzinárodnej konferencie konanej 29. – 30. 1. 2015 v Kongresovom centre Kúpeľov Nový Smokovec, Zvolen, NLC, s. 16–20.
- Língström, B., Day, K. R., 2004: Damage, control and management of weevil pests, especially *Hylobius abietis*. Chapter 19 (p.415–444), In: Lieutier, F., Day, K. R., Battisti, A., Grégoire, J.-C. & Evans, H. F. (eds.): Bark and wood boring insects in living trees in Europe, a synthesis. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Markova, G., 2000: Pathogenicity of several entomogenous fungi to some of the most serious forest insect pest in Europe IOBC wprs. Bulletin, 23: 231–239.
- Modlinger, R., 2015: Klikoroh borový. In: Křížek M., Liška J., Modlinger R. (eds.): Výskyt lesních škodlivých činitelů v roce 2014 a jejich očekávaný stav v roce 2015. Zpravodaj ochrany lesa. Supplementum 2015. Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., 35 s.
- Moreira, X., Costal, L., Sampedro, L., Zas, R., 2008: Short communication. A simple method for trapping *Hylobius abietis* (L.) alive in northern Spain. Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales, 17(2): 188–192.
- Nordlander, G., Örlander, G. & Langvall O., 2003: Feeding by the pine weevil *Hylobius abietis* in relation to sun. exposure and distance to forest edges. Agricultural and Forest Entomology, 5: 191–198.
- Nordlander, G., Hellqvist, C., Johansson, K. & Nordenhem H., 2011: Regeneration of European boreal forests: Effectiveness of measures against seedling mortality caused by the pine weevil *Hylobius abietis*. Forest Ecology and Management, 262: 2354–2363.
- Orlander, G., Nilsson, U., 1999: Effect of reforestation methods on pine weevil (*Hylobius abietis*) damage and seedling survival. Scand. J. Forest Res., 14, 341–354.
- Reay, S. D., Walsh, P. J., 2002: Relative attractiveness of some volatiles to the introduced pine bark beetles, *Hylastes ater* and *Hylurgus ligniperda* (Curculionidae: Scolytinae). New Zealand Entomologist, 25: 51–56.
- Wainhouse, D., Staley, J. T., Jinks, R. & Morgan, G., 2008: Growth and defence in young pine and spruce and the expression of resistance to a stem-feeding weevil. Oecologia, 158: 641–650.

**Ing. Juraj Galko, PhD., Ing. Slavomír Rell, Ing. Andrej Kunca, PhD., Ing. Milan Zúbrik, PhD., Ing. Jozef Vakula, PhD.,
Ing. Andrej Gubka, PhD., Ing. Roman Leontovýč, PhD., Ing. Christo Nikolov, PhD., Ing. Michal Lalík**
Národné lesnícke centrum – Lesnícky výskumný ústav Zvolen, Lesnícka ochrannárska služba, Lesnícka 11,
969 01 Banská Štiavnica, email:galko@nlcsk.org

Ing. Michal Lalík
Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, Kamýcká 129, 165 21 Praha 6 – Suchdol

Ing. Marek Barta, PhD.
Ústav ekológie lesa SAV, Ľudovíta Štúra 2, 960 53 Zvolen

Ing. Ján Ferenčík
Štátne lesy Tatranského národného parku, Výskumná stanica ŠL TANAP, Tatranská Lomnica 66, 059 60 Vysoké Tatry