

## VÝSKUM V OBLASTI VYUŽITIA BIOLOGICKÝCH METÓD V BOJI PROTI TVRDOŇVI SMREKOVÉMU (*HYLOBIUS ABIETIS*)

Slavomír Rell • Juraj Galko • Marek Barta • Michal Lalík

### Úvod

Tvrdoň smrekový (*Hylobius abietis*) je významným škodcom novovysadených ihličnatých kultúr. Dospelé jedince vykonávajú zrelostný žer ohlodávaním kôry na kmienkoch ihličnatých sadeníc a extrémne poškodzujú sadenice po umelej obnove porastov, ktoré v dôsledku poškodenia hynú. Takto zničené kultúry je potrebné nanovo zalesniť, čo pre Európske pomery môže činiť stratu 140 miliónov EUR ročne (Langstrom & Day 2004). Vo Švédsku prevláda holorubný spôsob obhospodarovania lesov, po ktorých je potreba umelej obnovy porastov, čo prispieva k vytváraniu priaznivých podmienok pre rozmnožovanie a vývoj tvrdoňa.

Na Slovensku je síce hospodárenie holorubom obmedzené, no rozsiahle vetrové kalamity v posledných rokoch spôsobili výrazné pribúdanie holín s otvorenými porastovými stenami (napr. Vysoké Tatry, Nízke Tatry 2004). Následne na stresom oslabené porastové steny začal naletovať podkôrný hmyz, čím vznikla lykožrúťová kalamita. Týmto vznikli obrovské vyťažené plochy, ktoré bolo a stále je nutné zalesniť a zabezpečiť. Po postupnom vysádzaní týchto plôch nastal ďalší problém, keď lesní hospodári začali hlásiť zvýšené poškodenia ihličnatých sadeníc zrelostným žerom tvrdoňa smrekového a lykokazov rodu *Hylastes* (Coleoptera: *Curculionidae*) (Galko et al. 2013a). Momentálne spôsobuje tvrdoň a lykokaz významné škody na novovysadených kultúrach na Liptove, severnej a južnej strane Nízkych Tatier, Muránskej planine, Revúcej a z časti aj na Poľane. Súčasná ochrana mladých kultúr zahŕňa používanie insekticídnych prípravkov, ktorých využitie v 3. a vyšších stupňoch ochrany prírody je možné len na výnimku Orgánov štátnej správy pre tvorbu a ochranu životného prostredia. Do budúcnosti je preto tendencia zamedziť používanie chemických postrekov a použitie biologických metód na znižovanie počtu chrobákov a elimináciu poškodenia sadeníc (Galko et al. 2013a). Patria k nim napríklad metódy s využitím entomopatogénnych húb, háďatiek, parazitoidov, mravcov.

### Entomopatogénne huby

Entomopatogénne huby, sú parazitické huby, ktoré infikujú svojho hostiteľa, čerpajú z neho živiny, čím ho oslabujú a v konečnom dôsledku usmrťujú. Hostiteľ sa infikuje priamym kontaktom s týmito hubami, pri ktorom sa na neho zachytia spóry. Za priaznivých teplotných a vlhkosťných podmienok spóry na povrchu tela hostiteľa vyklíčia, vyrastú ako hýfy a kolonizujú kutikulu. Nakoniec prerastú cez tenšie vrstvy kutikuly do telesnej dutiny, kde sa ďalej množia. V priebehu niekoľkých dní svojho hostiteľa zabijú a znovu prerastajú na povrch v podobe plesňového porastu a produkujú nové spóry (Ansary & Butt 2012).

V rokoch 2012 až 2015 sme v stredisku Lesníckej Ochránárskej Služby (LOS) v Banskej Štiavnici uskutočnili niekoľko opakovaní pokusu vplyvu entomopatogénnych húb na hostiteľa (imága tvrdoňa smrekového). Testovali sme 3 druhy húb *Isaria fumosorosea*, *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana*. Použili sme komerčné aj nekomerčné prípravky a sledovali sme schopnosť jednotlivých druhov úspešne infikovať a usmrtiť hostiteľa. Cieľom prvej fázy bolo vyselektovať druh, poprípade kmeň huby, ktorá by bola voči hostiteľovi najagresívnejšia a dokázala by infikovať a usmrtiť čo najväčší počet jedincov v čo najkratšom čase. Ako najefektívnejší nám vyšiel kmeň huby *B. bassiana*, ktorý sme izolovali z uhynutého imága tvrdoňa nájdeného v prírode. Zamerali sme sa teda na tento kmeň a v ďalšej fáze porovnávalme efektívnosť eliminácie imág tvrdoňa pri rôznej koncentrácii spór (Pavlík et al. 2014; Rell et al. 2014; Pavlík et al. 2015; Rell et al. 2015; Galko et al. 2016). Táto fáza pokusu momentálne prebieha. V ďalšej fáze sa budeme zameriavať na efektívne spôsoby aplikácie tejto biologickej metódy do porastového prostredia.

## Entomopatogénne háďatka

Entomopatogenické háďatka (EPH) (*Steinernema a Heterothabditis*) sú parazity hmyzu, ktoré sú vzájomne späté s entomopatogénnymi baktériami (*Xenorhabdus a Photorhabditis*). EPH boli prvý krát aplikované pri regulovaní Japonských chrobákov v 30. rokoch 20. storočia a od 80. rokov sa vo vysokom meradle používajú proti niekoľkým dôležitým hmyzím škodcom (Georgis et al. 2006). EPH sa všeobecne používajú v biologických regulačných programoch, v ktorých je vypustené vysoké množstvo háďatiek, s cieľom dosiahnutia rýchlej redukcie populácií škodcu. Háďatka aktívne hľadajú hmyz v pôde vďaka podnetom, ako oxid uhličitý a teplo, ktorými detegujú svojho hostiteľa. Do tela hmyzu sa dostávajú cez prirodzené otvory alebo vniknú cez kutikulu. Nájdu si cestu do hemolymfy, kde „vypustia“ baktérie. Tie sa v tele hostiteľa rýchlo namnožia, čo vedie k jeho usmrteniu „otravou krvi“ v priebehu niekoľkých dní (Kaya & Gaugler 1993). Háďatka zabezpečujú baktériám úkryt a tie na oplátku poskytnú háďatkám zdroj živín. Háďatka a baktérie sa živia skvapalňujúcim sa telom hostiteľa a rozmnožia sa v ňom niekoľko ich generácií. V prípade, kedy sa zdroj potravy stáva vzácnym, nové jedince, ktoré sú prispôbené prežiť vo vonkajšom prostredí, vychádzajú mimo tela hostiteľa v snahe nájsť ďalší zdroj potravy (Shapiro-Ila et al. 2003).

Výhodou využitia EPH ako prostriedku biologického boja je, že napádajú iba hmyz, a nepredstavujú nebezpečie pre iné organizmy, teda ani pre človeka, na rozdiel od insekticídov; aktívne vyhľadávajú hmyzích hostiteľov v pôde; rýchlo usmrčujú hostiteľa, často už v priebehu 48 hodín; je možné produkovať ich vo veľkom a sú komerčne dostupné; je možné aplikovať ich postrekovačmi; majú limitované rozptýlenie, takže ostanú blízko miesta aplikácie. EPH sú schopné úspešne napadnúť larvy, kukly aj imága tvrdoňa, avšak imága sú odolnejšie. Preto, na rozdiel od chemických insekticídov, háďatka neaplikujeme okolo novovysadených sadeníc, ale v blízkosti pňov, kde sa zameriavame na nedospelé štádiá. Dôležitý je aj čas aplikácie háďatiek. Aplikujeme ich 12 – 24 mesiacov po ťažbe (kalamite), kedy sú už larvy tvrdoňa odrašené a háďatka ich detegujú jednoduchšie. Aplikácia hneď po spílení je neefektívna. Háďatka aplikované v letných mesiacoch, kedy je teplo, rýchlo napadnú larvy tvrdoňa a po 4 týždňoch sa môže z každého usmrteného jedinca vyliahnúť až 100 000 háďatiek. Tieto môžu napádať larvy, ktoré neboli usmrtené pri počiatočnej aplikácii háďatiek (Dillon & Griffin 2008).

Nevýhodou je, že háďatka sú živé organizmy a teda môžu ľahko zahynúť vyschnutím, ožiarení na priamom slnku, nedostatkom kyslíka a vystavením vysokým teplotám. Komerčne dostupné háďatka sú v podobe prášku, ktorý musí byť až do použitia uskladnený pri mínusových teplotách. Pre aktiváciu háďatiek sa produkt tesne pred aplikáciou zmieša s vodou. Na jeden peň sa odporúča použiť 3,5 milióna háďatiek. Toto množstvo sa môže zdať ako veľké, avšak šanca, že tieto malé červy nájdu cestu cez 50 a viac centimetrov pôdy a potom cez kôru až ku larvám tvrdoňa je malá, najmä preto, že to musia stihnúť pred tým ako zahynú od hladu alebo ich usmrtnia mnohé živé aj neživé hrozby v pôde (Dillon & Griffin 2008). EPH tiež majú negatívny vplyv na vývoj niektorých parazitoidov (Kaya 1978a,b; Kaya & Hotchkinn 1981; Kaya et al. 1984; Zaki et al. 1997; Shannag & Capinera 2000; Sher et al. 2000; Head et al. 2003; Lacey et al. 2003). Pri aplikácii veľkého množstva háďatiek nastáva riziko ovplyvnenia parazitoidov. Prirodzení nepriatelia škodcov si môžu konkurovať alebo sa navzájom napádať (Rosenheim et al. 1995).

Výskumníci National University of Ireland Maynooth (NUIM) a Forest Research UK spolupracovali, aby vybrali druh háďatka najefektívnejší pre reguláciu tvrdoňa a vyvinuli vhodnú metódu pre ich aplikáciu. Použili háďatko *Steinernema carpocapsae* a ako spôsob aplikácie zvolili vyvážaciu súpravu, na ktorú umiestnili vodnú nádrž. Týmto spôsobom aplikovali háďatka niekoľko rokov. Na ošetrovaných plochách bol v dôsledku zrelostného žeru tvrdoňa hlásený menej ako 5 % úhyn sadeníc, na rozdiel od neošetrovaných plôch, kde bol úhyn 45 – 85 % (Heritage et al. 2008). Náklady na aplikáciu 3,5 milióna háďatiek na peň pomocou tejto technológie boli približne 500 €/ha. Výskumníci z NUIM dokázali, že iný druh háďatka, *Heterorhabditis downesi*, je účinnejší na borovicových aj na smrekových pňoch (Dillon et al. 2006, 2008).

Entomopatogénne háďatka sú sľubnou biologickou metódou redukcie počtu tvrdoňa smrekového. Háďatko *S. carpocapsae* sa vo Veľkej Británii proti tvrdoňovi úspešne používa už niekoľko rokov. Avšak komerčná produkcia účinnejšieho háďatka *H. downesi* je v štádiu vývoja.

Do úvahy prichádza ešte kombinácia entomopatogénnych húb s háďatkami, pri ktorej by sa teoreticky mohla využiť pohyblivosť háďatiek a ich snaha nájsť hostiteľa, k distribúcii spór húb priamo k larvám tvrdoňa, ktoré by ich mohli infikovať v prípade neúspechu likvidácie lariev háďatkami. Shapiro-Ila et al. (2003) uskutočnili pokus, v ktorom sledovali interakcie medzi háďatkami a rôznymi druhmi entomopatogénnych húb. Ako hostiteľ slúžil nosáčik *Curculio caryae*. Z výsledkov ich pozorovaní vyplýva, že ani pri jednej kombinácii húb s háďatkami nedošlo k „spolupráci“ a teda ani

k výraznému zvýšeniu úmrtnosti hostiteľa oproti kontrolným vzorkám, v ktorých patogény pôsobili samostatne. Táto metóda si však a zaslúži si ďalšie preskúmanie z inými hostiteľmi a kombináciami patogénov.

## Parazitoidy

Ďalším prirodzeným nepriateľom tvrdoňa smrekového je lumčík *Bracon hylobii*. Je to osička z čeľade Lumčíkovité (*Braconidae*), ktorej rozšírenie je úzko späté rozšírením tvrdoňa (Heqvist 1958; von Waldenfels 1975; Gerdin 1977). Osička je veľká asi 5 mm a aktívna od mája do novembra. Samička reaguje na vibrácie spojené s aktívne sa krmiacou larvou tvrdoňa (Faccoli & Henry 2003). Kladielkom penetruje kôru, pod ktorou sa nachádza larva a vstrekuje do nej paralyzujúci jed (Wharton 1993). Potom nakladie vajíčka priamo na telo alebo v blízkosti larvy. Po vyliahnutí, sa larvy osičky živia obsahom paralyzovanej larvy tvrdoňa, až z nej napokon ostane len kutikula. Pred kuklením si upradú kokón a vyliahnu sa po 7 – 10 dňoch, v prípade nepriaznivých podmienok prečkajú v kokóne a vyliahnu sa neskôr. (Dillon & Griffin 2008) Dokážu spôsobiť až 30 % mortalitu lariev tvrdoňa (Munro 1914; Crooke & Kirkland 1956, Dillon et al. 2008), čo však stále nestačí pre redukciu počtu vyliahnutých imág tvrdoňa.

Doplňanie populácií prirodzených nepriateľov škodcov, laboratórne odchovanými jedincami sa už dlhodobo používa v poľnohospodárstve v prípade, ak je prirodzená eliminácia škodcov nedostatočná (napr. vypúšťanie lienok v boji proti voškám). Výskumníci University of Ulster a Galway-Mayo Institute of Technology skúmali možnosti chovu tejto parazitickej osičky pre aplikáciu v Írsku. Avšak chov osičky je v laboratórnych podmienkach náročný, nakoľko ako hostiteľ sú potrebné larvy tvrdoňa a výsledok aplikácie nebol pozitívny. Hromadná produkcia a aplikácia parazitickej osičky *B. hylobii* vyžaduje ďalšie skúmanie.

## Mravce

Mravce sú predátory, ktoré uspeli ako biologický prostriedok ochrany v poľnohospodárstve (Way & Khoo 1992). Okrem konzumácie koristi, môžu odstrašiť širokú škálu druhov od článkonožcov až po stavovce ( agresívnym správaním pri bránení svojho územia) (Rico-Gray & Oliveira 2007).

Mravec hôrny (*Formica rufa*) je agresívny, teritoriálny druh mravca (Savolainen et al. 1989). Buduje charakteristické kopcovité mraveniská a vytvára systém chodníkov, ktoré ostávajú stabilné počas celej aktívnej sezóny (Buhl et al. 2009). Tieto chodníky často vedú do korún stromov, kde mravce zbierajú medovicu produkovanú voškami (Skinner, 1980). Mravce sú už dlho považované za potenciálny prostriedok biologickej ochrany lesov (Adlung 1966). Zistilo sa, že prikladaním cukrových návnad k novovysadeným smrekovým sadeniciam, sa znížilo ich poškodenie tvrdoňom približne o 30 % v porovnaní s plochami, kde takéto návnady neboli aplikované (Maňák et al. 2013). Tento efekt bol pravdepodobne výsledkom obranného správania mravcov, ktoré bránili zdroj potravy a tým odstrašili imága tvrdoňa, ktoré chceli na sadeniciach vykonať zrelostný žer. Zvýšená hustota mravcov môže tvrdoňov a iný bylinožravý hmyz vyrušovať, čím sa zníži poškodenie, ktoré spôsobia a teda mravce môžu byť užitočným prostriedkom integrovanej ochrany lesa. Mechanizmy interakcie medzi tvrdoňom a mravcami však potrebujú ďalšie preskúmanie.

## Záver

Môžeme konštatovať, že využitie biologických metód a ich kombinácií môžu byť úspešné v boji nie len proti tvrdoňovi smrekovému, ale aj iným škodcom v lesnom hospodárstve. V prípade úspešnosti takýchto metód v kombinácii s inými nechemickými metódami ochrany (voskovanie, pieskovanie sadeníc, plachtičky proti burine), by sa mohlo vo výraznej miere, prípadne až úplne zamedziť využívaniu chemických spôsobov ochrany lesa. Biologické metódy si však vzhľadom na náročnosť ich realizácie vyžadujú podrobnejšie preskúmanie.

## Podakovanie

Táto práca vznikla vďaka výskumnému projektu „Výskum efektívneho využívania environmentálneho, ekonomického a sociálneho potenciálu lesov na Slovensku II“, financovaného z prostriedkov štátneho rozpočtu cez kontrakt medzi MPRV SR a NLC

z rozpočtovej kapitoly MPRV SR (prvok 08V0301) a spolufinancovaného podnikom Lesy SR, š. p. (75 %) a vďaka finančnej podpore v rámci operačného programu Výskum a vývoj pre projekt „Progresívne technológie ochrany lesných drevín juvenilných rastových štádií“ (ITMS: 26220220120) (25 %). Ďalej bola táto práca podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-0707-12.

## Literatúra

- Adlung, K. G., 1966: A critical evaluation of the European research on use of red wood ants (*Formica rufa* group) for the protection of forests against harmful insects. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, 57:167–189.
- Ansari, M. A., 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* 05/2012; 111(1):33–40.
- Buhl, J., Hicks, K., Miller, E., Persey, S., Alinvi, O. a Sumpter, D., 2009: Shape and efficiency of wood ant foraging networks. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 63:451–460.
- Crooke, M. & Kirkland, R.C., 1956: The gale of 1954: an appraisal of its influence on forest populations in pine areas. *Scottish Forestry*, 10:135–145.
- Dillon, A., Griffin, Ch., 2008: Controlling the large pine weevil, *Hylobius abietis*, using natural enemies. *Coford, Silviculture / Management No. 15*
- 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 a bottom-up and top-down approach. *Forest Ecology and Management*, 225: 2634–2642.
- Dillon, A.B., Ward, D., Downes, M.J. and Griffin, C.T., 2006: Suppression of the large pine weevil *Hylobius abietis* (Coleoptera: Curculionidae) in pine stumps by entomopathogenic nematodes with different foraging strategies. *Biological Control*, 38, 217–226.
- Faccoli, M. & Henry, C. J., 2003: Host location by chemical stimuli in *Bracon hylobii* (Ratzeburg) (Hymenoptera: Braconidae), a larval parasitoid of *Hylobius abietis* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). *Annales Societe Entomologique de France*, 39:247–256.
- Galko, J., Rell, S., Barta, M., Kunca, A., Lalík, M., 2016: Majú entomopatogénne huby potenciál kontrolovať populáciu tvrdoňa smrekového v lesných ekosystémoch? In: Kunca, A. (ed.): Aktuálne problémy v ochrane lesa 2016, Zborník referátov z 25. medzinárodnej konferencie konanej v Kongresovom centre Kúpeľov Nový Smokovec, a. s., Zvolen, NLC, príspevok v tomto zborníku.
- Georgis, R., Koppenhofer, A. M., Lacey, L. A., Belair, G., Duncan, L. W., Grewal, P. S., Samish, M., Tan, L., Torr, P. & van Tol, R.W.H.M., 2006: Successes and failures in the use of parasitic nematodes for pest control. *Biological Control*, 38:103–123.
- Gerdin, S., 1977: Observations on pathogens and parasites of *Hylobius abietis* (Coleoptera: Curculionidae) in Sweden. *Journal of Invertebrate Pathology*, 30:263–264.
- Head, J., Palmer, L. F. & Walters, K. F. A., 2003: The compatibility of control agents used for the control of the South American leafminer, *Liriomyza huidobrensis*. *Biocontrol Science and Technology*, 13:77–86.
- Heqvist, K.J., 1958: Notes on *Bracon hylobii* Ratz. (Hym. Braconidae), a parasite of the pine weevil *Hylobius abietis* L. *Annales Entomologici Fennici*, 24:73–78.
- Kaya, H. K. & Gaugler, R., 1993: Entomopathogenic nematodes. *Annual Review of Entomology*, 38:181–206.
- Kaya, H. K. & Hotchkiss, P. G., 1981: The nematode *Neoaplectana carpocapsae* Weiser (Rhabditida, Steinernematidae) and its effect on selected Ichneumonid and Braconid parasites. *Environmental Entomology*, 10:474–478.
- Kaya, H. K., 1978a: Infectivity of *Neoaplectana carpocapsae* and *Heterorhabditis heliothidis* to pupae of the parasite *Apanteles militaris*. *Journal of Nematology*, 10:241–244.
- Kaya, H. K., 1978b: Interaction between *Neoaplectana carpocapsae* (Nematoda: Steinernematidae) and *Heterorhabditis heliothidis* to pupae of the parasite *Apanteles militaris* (Hymenoptera: Braconidae), a parasitoid of the armyworm, *Pseudaletia unipuncta*. *Journal of Invertebrate Pathology*, 31:358–364.
- Kaya, H. K., Joos, J. L., Fallon, L. A. & Berlowitz, A., 1984: Suppression of the codling moth (Lepidoptera: Olethreutidae) with the entomogenous nematode, *Steinernema feltiae* (Rhabditida: Steinernematidae). *Journal of Economic Entomology*, 77: 1240–1244.
- Lacey, L. A., Unruh, T. R. & Headrick, H. L., 2003: Interactions of two parasitoids (Hymenoptera: Ichneumonidae) of codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) with the entomopathogenic nematode *Steinernema carpocapsae* (Rhabditida: Steinernematidae). *Journal of Invertebrate Pathology*, 83:230–239.

- Maňák, V., Björklund, N., Lenoir, L. L., Nordlander, G., 2015: The effect of red wood ant abundance on feeding damage by the pine weevil *Hylobius abietis*. *Agricultural and Forest Entomology*, 17:57–63
- Maňák, V., Nordenhem, H., Björklund, N., Lenoir, L. & Nordlander, G., 2013: Ants protect conifer seedlings from feeding damage by the pine weevil *Hylobius abietis*. *Agricultural and Forest Entomology*, 15:98–105.
- Munro, J. W., 1914: A braconid parasite of the pine weevil *Hylobius abietis*. *Annals of Applied Biology*, 1:170–176.
- Pavlík, M., Kmeť, J., Galko, J., Lalík, M., 2015: The efficiency of chosen entomopathogenic fungi on mortality of pine weevil *Hylobius abietis* L. *International Multidisciplinary Scientific Geoconference SGEM 2015, Albena, Bulgaria; 06/2015*
- Pavlík, M., Lalík, M., Noge, M., Škvarenina, J., 2014: Testing of entomopathogenic fungi in biological control against pine weevil. *The 8th International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products (ICMBMP8) 2014, New Delhi, India; 01/2014*
- Rell, S., Galko, J., Barta, M., 2015: Potenciálne využitie entomopatogénnych húb proti tvrdoňovi smrekovému v laboratórnych podmienkach. 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, a. s., Zvolen, NLC, s. 124–128.*
- Rell, S., Galko, J., Zúbrik, M., Vakula, J., Barta, M., 2014: Chov hmyzu v laboratóriách Lesníckej ochrannárskej služby. In: Kunca, A. (ed.): *Aktuálne problémy v ochrane lesa 2014, Zborník referátov z 23. medzinárodnej konferencie konanej 23. – 24. 4. 2014 v Kongresovom centre Kúpeľov Nový Smokovec, a. s., Zvolen, NLC, s. 188–194.*
- Rico-Gray, V. & Oliveira, P. S., 2007: *The Ecology and Evolution of Ant-Plant Interactions*. University of Chicago Press, Chicago, Illinois.
- Rosenheim, J. A., Kaya, H. K., Ehler, L. E., Marois, J. J. & Jaffee, B. A., 1995: Intraguild predation among biological control agents – theory and evidence. *Biological Control*, 5:303–335.
- Savolainen, R., Vepsäläinen, K. & Wuorenrinne, H., 1989: Ant assemblages in the taiga biome: testing the role of territorial wood ants. *Oecologia*, 81:481–486.
- Shannag, H. K. & Capinera, J. L., 2000: Interference of *Steinernema carpocapsae* (Nematoda: Steinernematidae) with *Cardiochiles diaphaniae* (Hymenoptera: Braconidae), a parasitoid of the melonworm and pickleworm (Lepidoptera: Pyralidae). *Environmental Entomology*, 29:612–616.
- Shapiro-Ilan, D. I., Jackson, M., Reilly, Ch. C., Hotchkiss, M. W., 2003: Effects of combining an entomopathogenic fungi or bacterium with entomopathogenic nematodes on mortality of *Curculio caryae* (Coleoptera: Curculionidae). *Biological Control*, 30:119–126
- Sher, R. B., Parrella, M. P. & Kaya, H. K., 2000: Biological control of the leafminer, *Liriomyza trifolii* (Burgess): implications for intraguild predation between *Diglyphus begini* (Ashmead) and *Steinernema carpocapsae* (Weiser). *Biological Control*, 17:155–163.
- von Waldenfels, J., 1975: Verruche zur Bekämpfung von *Hylobius abietis* L. (Coleopt., Curculionidae). *Anzeiger für Schadlingskunde Pflanzen-Umweltschutz*, 48:21–25.
- Way, M. J. & Khoo, K. C., 1992: Role of ants in pest management. *Annual Review of Entomology*, 37:479–503.
- Wharton, R.A., 1993: *Bionomics of the Braconidae*. *Annual Review of Entomology*, 38:121–143.
- Zaki, F. N., Awadallah, K. T. & Gersraha, M. A., 1997: Competitive interaction between the braconid parasitoid *Meteorus rubens* (Nees) and the entomogenous nematode *Steinernema carpocapsae* (Weiser) on larvae of *Agrotis ipsilon* (Hufn.) (Lep. Noctuidae). *Journal of Applied Entomology*, 121:151–153.

Ing. Slavomír Rell, Ing. Juraj Galko, PhD.

Národné lesnícke centrum - Lesnícky výskumný ústav Zvolen, Lesnícka ochrannárska služba, Lesnícka 11, 969 01 Banská Štiavnica,  
e-mail: galko@nlcsk.org

Ing. Marek Barta, PhD.

Arborétum Mlyňany SAV, Vieska nad Žitavou 178, 951 52 Slepčany, e-mail: marek.barta@savba.sk

Ing. Michal Lalík

Česká zemědělská univerzita v Praze, Kamýcká 129, 165 00 Praha - 6 Suchbátka, e-mail: lalik@fld.czu.cz