

DRVINÁRIK ČIERNY (*XYLOSANDRUS GERMANUS*) AKO NOVÝ TECHNICKÝ ŠKODCA DREVA NA SLOVENSKU

Juraj Galko • Andrej Kunca • Slavomír Rell • Milan Zúbrik
Christo Nikolov • Andrej Gubka • Jozef Vakula

ÚVOD

Malý druh ambróziového chrobáka *Xylosandrus germanus* (Blandford, 1894) (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae), ktorého sme neoficiálne nazvali drvinárik čierny, a ktorý bol nedávno objavený na Slovensku pracovníkmi Strediska lesníckej ochrany služby v Banskej Štiavnici (ďalej LOS), je významným inváznym druhom v Európe a USA. V príspevku prinášame krátke zhrnutie informácií o jeho šírení u nás a vo svete, o bionómii, ohrozených oblastiach a možných spôsoboch ochrany lesa.

ŠÍRENIE A INVÁZNY AREÁL

Jeho prirodzený areál je vo východnej Ázii, odkiaľ sa rozšíril do USA a Európy. V USA bol prvý krát objavený v roku 1932 v New Yorku (Felt 1932), odkiaľ sa rýchlo šíril do okolitých štátov. Momentálne sa nachádza približne v 30 štátoch USA a štyroch provinciách Kanady. Škodí tu na viacerých druhoch krov a drevín, avšak predovšetkým na orechu čiernom a gaštane (*Castanea mollissima*) (Oliver & Mannion 2001). Druh sa z neznámych dôvodov vyhýba šíreniu v tropických oblastiach a vyhovuje mu skôr temperátna zóna.

Prvýkrát v Európe bol zaznamenaný v Nemecku pred vyše 60 rokmi (Groschke 1952), odkiaľ sa šíril do susedných krajín, ako Švajčiarsko (Maksymov 1987), Francúzsko (Wood & Bright 1992), Rakúsko (Holzschuh 1993), Belgicko (Bruge 1995), Poľsko (1998) (Mokrzycki et al. 2011), Taliansko (Stergulc et al. 1999), Maďarsko (Lakatos & Kajimura 2007), Česká Republika (Knížek 2009) a nakoniec aj Slovensko v roku 2010 (Galko 2013; Galko et al. 2014). Vo väčšine týchto krajín má status škodcu a je predpoklad jeho ďalšieho šírenia do vhodných lokalít (CABI, 2014).

Samička je schopná preletieť vzdialenosť približne 2 km (Grégoire et al. 2001), avšak zdá sa, že sa šíri podstatne rýchlejšie (prúdy vzduchu). V USA a Európe predstavuje jeho šírenie niekoľko desiatok kilometrov ročne (Henin & Versteirt 2004). Inú možnosť rýchleho šírenia predstavuje transport napadnutého dreveného materiálu (LaBonte et al. 2005), obalového dreveného materiálu a pod. do nenapadnutých oblastí. Nakoľko samičky vyletujú z napadnutého dreva už oplodnené, jedna samička tak môže založiť nový zdroj šírenia. Miestami napáda aj zdanlivo zdravé stromy (Katovich 2004), avšak väčšinou sa správa ako sekundárny škodca a napáda už oslabené, určitým spôsobom stresované stromy, odumierajúce stromy alebo čerstvé sortimenty dreva. Mnohí autori popisujú, že v napadnutých porastoch sa stal dominantným odchyťávaným druhom, napr. na dube (Haase et al. 1998), dokonca Zach et al. (2001) ho popisuje ako predominantný druh na smreku. Iní autori ho popisujú ako významného škodcu na buku a borovici. To znamená, že po 60 rokoch jeho introdukcie v Európe sa stal dominantným drevokazným škodcom vo viacerých štátoch Európy, či už sa jedná o listnaté alebo ihličnaté lesy.

Jeho šírenie smerom na sever limitujú klimatické podmienky, kde zrejme nízke zimné teploty hrajú kľúčovú rolu (CABI, 2014). Teoreticky to by mohol byť aj významný dôvod jeho výraznej početnosti v roku 2014 na Slovensku, keď po extrémne miernej zime 2013/2014 pracovníci LOS zaznamenali jeho výrazný nárast početnosti v monitorovacích lapačoch a navyše bolo hlásených množstvo lokalít jeho výskytu so spôsobenými škodami.

Tento škodca je taktiež považovaný za vektora viacerých húb, napr. *Ohiostoma* sp., *Fusarium* sp. spôsobujúcich tracheomykózy, oslabenie hostiteľa, rakoviny až úhyn hostiteľa (Carter 1973; Stergulc et al. 1999; Faccoli 2000).

BIONÓMIA A STRUČNÝ OPIS DRUHU

Štúdiom a pozorovaním bionómie tohto druhu sa venovalo množstvo autorov (Kaneko et al.1965; Weber & McPherson 1983a; Oliver & Mannion 2001; Groschke 1953; Peer & Taborsky 2005). Uvádzame najdôležitejšie poznatky a informácie. Je to polygamný druh a sexuálny dimorfizmus je veľmi dobre rozvinutý. Pomer medzi samičkami a samcami je približne 9 : 1 (Takagi & Kaneko 1966). U tohto druhu je vyvinutá silná symbióza s ambróziovou hubou *Ambrosiella hartigii*, ktorú rozširujú samičky a jej podhubie sa vyvíja v požerku.

Jedná sa o malého čierneho chrobáka. Samičky sú väčšie ako samce, dlhé 2,0 – 2,3 mm a sú schopné lietať. Samce sú dlhé 1,3 – 1,8 mm, bez schopnosti lietať, čo je typické pre ambróziové druhy chrobákov. Nohy sú hnedej farby. Samičky kladú vajíčka jednotlivito vo vyhlodanej komôrke (celkom 1 až 54, priemerne 16). Vajíčka sú dlhé 0,67 mm, belavé a elipsoidné. Vyliahnuté larvy sa živia iba podhubím uvedenej huby, teda drevo už ďalej nepoškodzujú. Majú tri instary. Podhubie je najskôr belavé, neskôr chodbičky požerku zčernajú, čo je typický znak prítomnosti ambróziových druhov chrobákov. Celý vývoj od vajíčka po imágo trvá približne 25 dní pri stálej teplote 24 °C, avšak vo vonkajších podmienkach to môže byť 50 až 60 dní (Weber & McPherson 1983; Oliver & Mannion, 2001). Párenie imág prebieha priamo v požerku, kde sa vyliahli, to znamená, že samičky sú oplodnené svojimi „bratmi“. Oplodnené samičky potom vylietajú z požerku cez závrťový otvor, ktorý vytvorila ich matka. Niektorí autori popisujú, že samce ostávajú v požerku, iní pozorovali, že môžu opustiť požerok a oplodnia samičky v susednom požerku. Ich akčný rádius je obmedzený nakoľko nelietajú. Oplodnené samičky vyhľadávajú vhodný materiál pre vývin novej generácie a začínajú sa zavŕtávať do dreva.

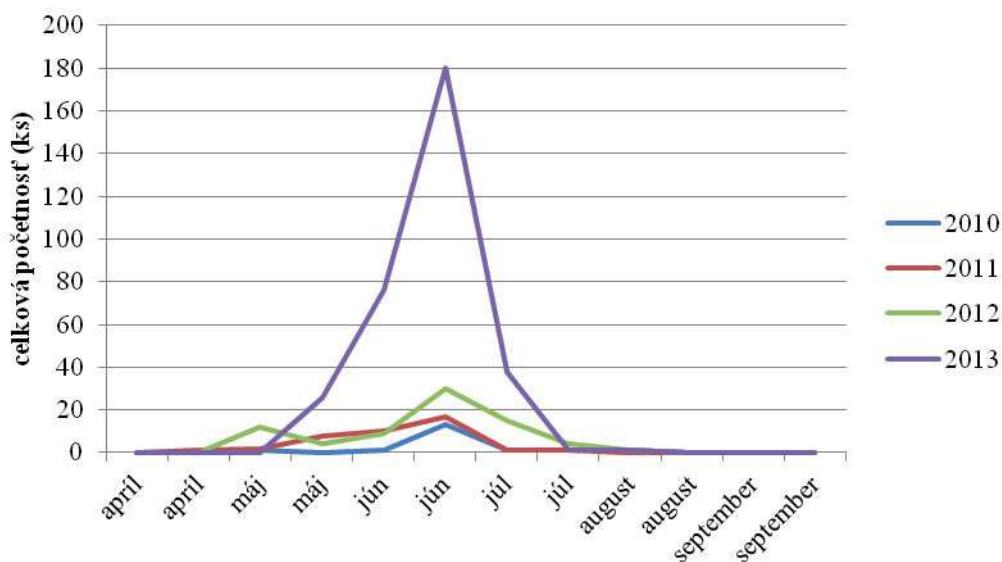
Podľa doterajších pozorovaní zo Slovenska uprednostňujú miesta bez kôry, ktorá bola poškodená napr. približovaním kmeňa a pod. Zo začiatku sú na povrchu kmeňov dobre viditeľné malé kôpky bielej drviny, neskôr samička zo závrťového otvoru vytlačá túto drvinu zlepenú do tvaru valčeka, ktorý kolmo odstáva od napadnutého materiálu (obr. 1) do výšky 1 až 4 cm a neskôr odpadne na povrch dreva. Toto sú najdôležitejšie znaky prítomnosti tohto škodcu.

Priemer závrťového otvoru je približne 1 mm. Hĺbka požerku je niekoľko centimetrov do dreva (najčastejšie 2 – 3 cm, prípadne viac). Na konci požerku môže samička vyhlodať ešte vetviace sa chodby alebo malú komôrku, kde kladie vajíčka. V požerku začínú vyrastať belavé vankúšiky podhubia samičkou zavlečenej huby, neskôr celý požerok aj závrťový otvor sčernajú. Pozor, po daždi sa prítomnosť poškodenia veľmi ťažko zisťuje, nakoľko je drvinu z kmeňa zmytá vodou a viditeľné sú len malé čierne závrťové otvory, ktoré sa ťažko hľadajú.

V prirodzenom areáli výskytu má jednu až dve generácie počas roka. Údaje zo strednej Európy nasvedčujú tomu, že tu má jednu generáciu. Ideálna teplota na vývin je 21 – 23 °C. Podľa podmienok prostredia sa môže vyskytovať od apríla do augusta, avšak v lepších (teplejších) podmienkach od marca do septembra. Podľa údajov z doterajších odchytov do monitorovacích lapačov na Slovensku jeho výskyt vrcholí v júni (obr. 2).



Obr. 1. Znaky prítomnosti drvinárika čierneho – kôpky bielej drviny vyhrzené samičkami v začiatkovej fáze poškodenia (vľavo) a vytlačené valčeky drviny v neskoršej fáze poškodenia (vpravo)



Obr. 2. Priebeh výskytu drvinárika čierneho do monitorovacích lapačov LOS počas štyroch rokov

OHROZENÉ OBLASTI A DREVINY

Ako už bolo uvedené vyskytuje sa najmä v temperátnej zóne, či už v prirodzených alebo umelo vysadených porastoch listnatých a ihličnatých drevín. Vyskytuje sa taktiež v sadoch ovocných a okrasných drevín, vo viničoch a v škôlkach. Z uvedeného teda vyplýva, že ohrozenie na Slovensku môže byť skutočne veľké, jedná sa teda o extrémne polyfágný druh. Weber & McPherson (1983b) uvádzajú, že jeho hostiteľmi môže byť až 200 druhov krov a drevín až z 51 čeľadí! U nás môžu byť v podstate ohrozené všetky významné hospodárske dreviny. V roku 2014 sme na Slovensku pozorovali dominantný výskyt na buku, ale bol pozorovaný taktiež na dube, hrabe, breste a na jedli.

OHROZENÝ MATERIÁL

Drvinárik čierny nie je náročný na hrúbku materiálu, pretože napáda aj ťažbové zvyšky aj hrubé, vysoko kvalitné a cenné výrezy dreva. Uvádza sa, že teoreticky je schopný napadnúť akýkoľvek drevený materiál akéhokoľvek druhu dreviny, kde však kľúčová je dostatočná vlhkosť tohto materiálu pre vývin podhubia ambróziových húb, ktorými sa živí.

PRÍBUZNÉ DRUHY

Veľmi podobným druhom je taktiež invázy druh ambróziového chrobáka *Xylosandrus crassiusculus*. Takisto je veľmi polyfágný a prvýkrát v Európe bol odchytený v strednom Taliansku v roku 2003 (Pennacchio et al. 2003) odkiaľ sa šíri do viacerých regiónov. Prirodzený areál má v Ázii, avšak na rozdiel od drvinárika čierneho obľubuje aj tropické oblasti, kde je škodcom na mnohých druhoch rastlín a drevín. Do USA bol introdukovaný okolo roku 1970 a stal sa škodcom v sadoch a v škôlkach okrasných drevín. Podobne ako drvinárik čierny samička vytláča drvinu v tvare valčeka, ktorá odstáva z napadnutého materiálu.

Podobný domáci druh je drvinárik ovocný (*Anisandrus dispar*, starší názov *Xyleborus dispar*), ktorý je však približne 2-krát väčší od drvinárika čierneho.

PRIRODZENÍ NEPRIATELIA

Nie sú známe žiadne druhy parazitoidov špecializovaných na atakovanie tohto druhu. Imága môžu byť predované mravcami, pestrošmi a podobne, mortalita však obyčajne nebýva vysoká. V podmienkach Slovenska sme však pozorovali,

že množstvo práve sa zavŕtavajúcich samičiek bolo uhynutých a boli infikované a prerastené entomopatogénnymi hubami (podľa makroskopických znakov pravdepodobne hubou *Beauveria* sp.).

DOTERAJŠIE INFORMÁCIE O VÝSKYTE A ROZŠÍRENÍ DRVINÁRIKA ČIERNEHO NA SLOVENSKU

Na Slovensku sme ho odchytili prvý krát v pohorí Považského Inovca (LS Duchonka, OZ Prievidza) až v roku 2010 (18 ks). Od roku 2010 však jeho početnosť prudko rastie, keď sme do monitorovacích lapačov postupne odchytili 40 ks v roku 2011, 75 ks v roku 2012, 322 ks v roku 2013 a podľa predbežných odhadov odchytených imág v roku 2014, ktoré ešte nie sú spracované to bude viac ako 1 000 ks.

Od roku 2014 sa stáva pre Slovensko definitívne technickým škodcom, nakoľko začal napádať čerstvé výrezy buka a duba na mnohých lokalitách (obrázok 3). Takéto poškodenie nebolo na Slovensku dosiaľ pozorované, resp. nebolo takéto poškodenie nahlásené na Stredisko LOS. Potenciálne môže napadnúť aj oslabené, ale ešte žijúce stojace stromy.

Nakoľko bol odchytený hlboko v lesoch uzavretého lesného komplexu, ďaleko od významných železničných a cestných hlavných ťahov, predpokladáme, že drvinárik čierny sa môže na Slovensku šíriť už aspoň 10 rokov.

Čo sa týka celkového rozšírenia drvinárika čierneho na Slovensku, tak podľa poskytnutých hlásení z lesnej prevádzky a evidencie LOS je pravdepodobne rozšírený už na celom západnom Slovensku a približne do polovice stredného Slovenska (asi po Banskú Bystricu). Nové lokality výskytu rýchlo pribúdajú, takže predpokladáme, že sa nachádza aj v južnej polovici východného Slovenska. Šírenie prebieha pravdepodobne od juhu - juhovýchodu smerom na sever - severovýchod.



Obr. 3. Bukový výrez napadnutý drvinárikom čiernym na Slovensku

MOŽNÉ OPATRENIA OCHRANY LESA

Opatrenia ochrany lesa môžeme rozdeliť na kontrolu, prevenciu a obranné opatrenia. Kontrola sa vykonáva hlavne pochôdkou, kde si okulárne všímame všetky uvedené znaky prítomnosti, najmä od konca mája a v júni. Drvinárik čierny, ako aj všetky ambróziové druhy chrobákov, sa dajú veľmi dobre monitorovať pomocou feromónových lapačov navrhnutých etanolovým odparníkom. O tejto možnosti sa bližšie poraďte s inšpektormi LOS. K prevencii patrí najmä preventívne chemické ošetrenie cenných a kvalitných výrezov na skladoch dreva, ktoré majú dostatočnú vlhkosť na založenie novej generácie škodcu. Ako jedno z obranných opatrení, t. j. po zistení prítomnosti škodcu v dreve, odporúčame okamžite použiť chemické ošetrenie na hornej hranici odporúčanej koncentrácie použitého prípravku, pričom postrek odporúčame zopakovať. Toto ošetrenie je však účinné len dokiaľ samičky nie sú hlboko v dreve. Ak už samičky tvoria valčeky zo závrtového otvoru, chemické ošetrenie je omnoho menej účinné, nakoľko ich roztok nemusí zasiahnuť.

K ochranným opatreniam patrí aj odstránenie husto napadnutého materiálu (ťažbové zvyšky, korunové časti ap.) štiepkovaním alebo spálením, avšak pravdepodobne ani dôsledným dodržaním týchto opatrení sa škodcu nepodarí zastaviť, ale ako literatúra uvádza, môžeme aspoň zmierniť jeho šírenie a napádanie vhodného materiálu na jeho vývoj v oblasti.

ZHRNUTIE

Pripomíname prečo je tento škodca taký nebezpečný:

- Je extrémne polyfágnny, napáda ihličnaté aj listnaté dreviny.
- Jeho početnosť v posledných rokoch na Slovensku prudko rastie a stále sú hlásené nové lokality s jeho výskytom.
- Vieme málo o jeho správaní v podmienkach Slovenska.
- Môže spôsobiť technické škody na cenných výrezoch vysokej kvality, čím výrazne zníži cenu takéhoto dreva.
- V iných krajinách bol zistený dokonca v ovocných sadoch, orechových plantážach, vinohradoch a lesných škôlkach.
- Drvinárik čierny je považovaný za karanténneho škodcu a riziko jeho ďalšieho šírenia je veľmi vysoké. Jeho šírenie sa už nepodarí zastaviť.

Pomôžte inšpektorom LOS monitorovať drvinárika čierneho. Všímajte si znaky prítomnosti tohto škodcu, najmä na lesných skladoch od konca mája. Špecialisti LOS pripravili leták, v ktorom je viacero detailných fotografií uvedeného poškodenia a je k dispozícii všetkým záujemcom. Pozorne si prezrite fotografie v tomto letáku, podľa ktorých sa dá tento škodca identifikovať.

Opäť pripomíname, že v počiatočných štádiách samičky vytláčajú zo závrtového otvoru najprv kôpku a neskôr valček bielej drvinky, ktorý je typický pre tento druh. Pozor po daždivých dňoch je táto drvinka zmytá dažďom a identifikácia je náročnejšia (zostanú viditeľné len tmavé otvory). Samičky uprednostňujú pre zavítanie miesta bez kôry, ale je bežné nájsť aj závrty cez kôru.

Čím skôr identifikujete poškodenie, tým viac ochránite kvalitu a cenové zhodnotenie vášho dreva. Drvinárika môžeme monitorovať aj pomocou lapačov prispôbených na mokrý odchyt navnadených etanolovým odparníkom.

Akékoľvek podozrenie, informácie alebo fotografie s možnou prítomnosťou tohto škodcu môžete kedykoľvek nahlásiť na LOS, kde vám špecialisti LOS vaše podozrenie potvrdia a ochotne poradia dostupné opatrenia ochrany lesa proti tomuto škodcovi.

POĎAKOVANIE

Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-0707-12.

LITERATÚRA

- Bruge, H, 1995: *Xylosandrus germanus* (Blandford, 1894) (Belg. sp. nov.) (Coleoptera Scolytidae). Bulletin et Annales de la Société Royale Belge d'Entomologie, 131: 249–264.
- CABI, 2014: *Xylosandrus germanus*. W: Invasive Species Compendium. Wallingford, UK: CAB International. Dostupné na internete: www.cabi.org/isc
- Carter, W, 1973: Insects in relation to plant diseases. New York, USA: John Wiley & Sons, Inc.
- Faccoli, M, 2000: Bioecologia di coleotteri scolitidi *Ips typographus* (Linnaeus) e species di recente interesse per la selvicoltura italiana. III contributo. Reperti su specie di scolitidi nuove per il territorio italiano. Bollettino dell' Istituto di Entomologia 'Guido Grandi' della Università degli Studi di Bologna, 54:77–90.
- Felt, E. P, 1932: A new pest in greenhouse grown grape stems. Journal of Economic Entomology, 25:418.
- Galko, J., 2013: First record of the ambrosia beetle, *Xylosandrus germanus* (Blandford, 1894) (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) in Slovakia. Lesnícky časopis - Forestry Journal, 58(4):279.
- Galko, J., Nikolov, Ch., Kimoto, T., Kunca, A., Gubka, A., Vakula, J., Zúbrik, M., Ostrihoň, M., 2014: Attraction of ambrosia beetles to ethanol baited traps in a Slovakian oak forest. Biologia, 69(10):1376–1383.

- Grégoire, J.-C., Piel, F., Proft, M. de Gilbert, M., 2001: Spatial distribution of ambrosia beetle catches: a possibly useful knowledge to improve mass-trapping. *Integrated Pest Management Reviews*, 6(2001):237-242.
- Groschke, F., 1952: Der 'Schwarze Nutzholzborkenkäfer' *Xylosandrus germanus* Blandf., ein neuer Schädling in Deutschland. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, 34:297-302.
- Groschke, F., 1953: Der 'Schwarze Nutzholzborkenkäfer', eine neue Gefahr für Forstwirtschaft, Obst- und Weinbau. *Anzeiger für Schädlingkunde*, 26:81-84.
- Haase, V., Topp, W., Zach, P., 1998: Eichen-Totholz im Wirtschaftswald als Lebensraum für xylobionte Insekten. *Zeitschrift für Ökologie und Naturschutz*, 7:137-153.
- Henin, J. M., Versteirt, V., 2004: Abundance and distribution of *Xylosandrus germanus* (Blandford 1894) (Coleoptera Scolytidae) in Belgium: new observations and an attempt to outline its range. *Journal of Pest Science*, 77:57-63.
- Holzschuh, C., 1993: Erster Nachweis des Schwarzen Nutzholzborkenkäfers (*Xylosandrus germanus*) in Österreich. *Forstschutz Aktuell*, (12-13):10.
- Kaneko, T., Tamaki, Y., Takagi, K., 1965: Preliminary report on the biology of some scolytid beetles, the tea root borer, *Xyleborus germanus* Blandford [sic], attacking tea roots, and the tea stem borer, *Xyleborus compactus* Eichhoff attacking tea twigs. *Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology*, 9:23-28.
- Katovich, S., 2004: Insects attacking black walnut in the Midwestern United States. USDA, Forest Service, General Technical Report, NC-243:121-126.
- Knížek, M., 2009: Faunistic records from the Czech Republic - 272. *Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae. Klapalekiana* 45:22.
- LaBonte, J. R., Mudge, A. D., Johnson, K. J. R., 2005: Nonindigenous woodboring Coleoptera (Cerambycidae, Curculionidae: Scolytinae) new to Oregon and Washington, 1999-2002: consequences of the intracontinental movement of raw wood products and solid wood packing materials. *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 107:554-564.
- Lakatos, F., Kajimura, H., 2007: Occurrence of the introduced *Xylosandrus germanus* (Blandford, 1894) in Hungary - a genetic evidence (Coleoptera: Scolytidae). *Folia Entomologica Hungarica*, 68:97-104.
- Maksymov, J. K., 1987: Erstmöglicher Massenbefall des schwarzen Nutzholzborkenkäfers, *Xylosandrus germanus* Blandf. in der Schweiz. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*, 138:215-227.
- Mokrzycki, T., Hilczcański, J., Borowski, J., Cieślak, R., Mazur, A., Miłkowski, M., Szołtys, H., 2011: Faunistic review of Polish Platypodinae and Scolytinae (Coleoptera: Curculionidae). *Polish Journal of Entomology*, 80:343-364.
- Oliver, J. B., Mannion, C. M., 2001: Ambrosia beetle (Coleoptera: Scolytidae) species attacking chestnut and captured in ethanol-baited traps in middle Tennessee. *Environmental Entomology*, 30:909-918.
- Peer, K., Taborsky, M., 2005: Outbreeding depression, but no inbreeding depression in haplodiploid ambrosia beetles with regular sib mating. *Evolution*, 59:317-323.
- Pennacchio, F., Roversi, P. F., Francardi, V., Gatti, E., 2003: *Xylosandrus crassiusculus* (Motschulsky) a bark beetle new to Europe (Coleoptera Scolytidae), *Redia* 86:77-80.
- Stergulc, F., Frigimelica, G., Zandigiacomo, P., Battisti, A., 1999: Gravi deperimenti del noce comune in giovani impianti da legno in Friuli-Venezia Giulia. *Sherwood-Foreste ed Alberi Oggi*, 5(4):27-31.
- Takagi, K., Kaneko, T., 1966: Biology of some scolytid ambrosia beetles attacking tea plants. V. Chromosome numbers and sex determination of the tea root borer, *Xyleborus germanus* Blandford [sic] (Coleoptera: Scolytidae). *Applied Entomology and Zoology*, 1:29-31.
- Weber, B. C., McPherson, J. E., 1983a: Life history of the ambrosia beetle *Xylosandrus germanus* (Coleoptera: Scolytidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 76:455-462.
- Weber, B. C., McPherson, J. E., 1983b: World list of host plants of *Xylosandrus germanus* (Blandford) (Coleoptera: Scolytidae). *The Coleopterists Bulletin*, 37:114-134.
- Wood, S. L., Bright, D. E., 1992: A Catalog of Scolytidae and Platypodidae (Coleoptera), Part 2: Taxonomic Index Volume A. *Great Basin Naturalist Memoirs*, 13:1-833.
- Zach, P., Topp, W., Kulfan, J., Simon, M., 2001: Colonization of two alien ambrosia beetles (Coleoptera, Scolytidae) on debarked spruce logs. *Biológia, Bratislava*, 56:175-181.

Ing. Juraj Galko, PhD., Ing. Andrej Kunca, PhD., Ing. Slavomír Rell, Ing. Milan Zúbrik, PhD., Ing. Christo Nikolov, PhD.,
Ing. Jozef Vakula, PhD., Ing. Andrej Gubka, PhD.

Národné lesnícke centrum - Lesnícky výskumný ústav Zvolen, Lesnícka ochrannárska služba, Lesnícka 11, SK - 969 23 Banská Štiavnica,
e-mail: galko@nlcsk.org