



# VZNIKAJÚCA HROZBA LYKOŽRÚTA BUKOVÉHO (*TAPHRORYCHUS BICOLOR*) PRE BUKOVÉ PORASTY V PODMIENKACH ZMENY KLÍMY

Juraj Galko ▪ Christo Nikolov ▪ Jozef Vakula ▪ Michal Lalík ▪ Slavomír Rell  
Andrej Kunca ▪ Milan Zúbrik ▪ Andrej Gubka ▪ Marek Barta  
Katarína Pastirčáková ▪ Miriam Kadási-Horáková ▪ Renata Artimová  
Jozef Rozkošný ▪ Ivana Henzlová ▪ Karolina Resnerová ▪ Jaroslav Holuša

**Galko, J. et al.: Emerging Threat of *Taphrorychus bicolor* to European Beech under Climate Stress.**  
APOL, 2025, vol. 6, no. 1, p. 82–100.

**Abstract:** The beech bark beetle *Taphrorychus bicolor* (Herbst, 1793) (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) is emerging as a potential threat to European beech (*Fagus sylvatica* L.) in Central Europe, particularly under recurrent drought and a warming climate. This paper summarizes its ecology, damage symptoms, monitoring methods, and management strategies, combining published research with recent observations from Slovakia. Although traditionally regarded as a secondary pest of dead or weakened trees, *T. bicolor* has been recorded attacking living beech, producing resin-exuding lesions that degrade timber quality and may accelerate tree mortality, especially in drought-stressed stands along forest edges and south-facing slopes. Monitoring trials show pheromone traps and trap logs attract large numbers of beetles, though threshold values remain undefined. Preventive management through timely removal of harvest residues and weakened trees is recommended, while biological control agents such as *Nemozoma elongatum* and *Beauveria bassiana* appear promising but require further study. Key uncertainties persist regarding the role of secondary infections in lesion development and whether *T. bicolor* represents a lasting threat or a transient response to climate stress. Proactive monitoring and management are essential to mitigate its potential impact on beech forests.

**Key words:** *Taphrorychus bicolor*; *Fagus sylvatica*; climate change; drought; forest health

## Úvod

Podkôrníky patria medzi najničivejších lesných škodcov na celom svete a ich vplyv sa v posledných desaťročiach výrazne zvýšil. Tento trend, dôsledne pozorovaný v celej Európe a Severnej Amerike, sa vo veľkej miere pripisuje zmene klímy (Anderegg et al. 2015; Ramsfield et al. 2016; Bentz et al. 2019). Globálne otepľovanie, spojené s dlhodobými obdobiami sucha, predstavuje významnú výzvu pre lesné hospodárstvo a úsilie o ochranu (Lindner et al. 2014; Muys & Messier 2023). Sucho oslabuje obranyschopnosť stromov, čím zvyšuje ich náchylnosť na napadnutie podkôrnými škodcami a podporuje ich rýchlejší vývoj a väčšie prežitie. Následkom toho je výskyt podkôrníkov častejší (White 2014), najmä v Európe, kde sú najmä smrekové lesy čoraz zraniteľnejšie voči kombinovaným účinkom dlhotrvajúceho sucha a tlaku škodcov, čo má za následok značné ekologické a ekonomické škody (Forzieri et al. 2021; Marini et al. 2022). Listnaté druhy, ako je buk lesný (*Fagus sylvatica* L.), preukázali za určitých podmienok väčšiu odolnosť (Motte et al. 2023), je to hlavne kvôli ich nižšej náchylnosti na vetrové kalamity v porovnaní so smrekom. Nedávne štúdie naznačujú, že buk je silne ovplyvnený narastajúcim suchom a otepľovaním klímy (Leuschner 2020; Schmied et al. 2023; Enderle et al. 2024; Klesse et al. 2024). Preto by sa akákoľvek predpokladaná výhoda v odolnosti mala interpretovať opatrne.

Rastúce teploty a meniace sa zrážkové vzorce spojené so zmenou klímy môžu vytvárať priaznivé podmienky pre vznik nových škodcov a chorôb v bukových lesoch (Fuchs et al. 2024). Suché periódy už vyvolali

výskyt biotických škodcov v bučinách, ako je napr. krasoň zelenkastý *Agrilus viridis* (L.) a lykožrút bukový *Taphrorychus bicolor* (Petercord et al. 2008; Lakatos & Molnár 2009; Brück-Dyckhoff et al. 2019), pričom sa tiež vyskytoval úpal kôry, početné hubové infekcie a celkové zhoršenie zdravotného stavu, súhrnne známym ako „strata vitality buka“ (Langer 2019; Langer & Busskamp 2023). V posledných rokoch extrémne suchá, najmä v rokoch 2015, 2018 a 2022, vážne stresovali európske lesy (Rakovec et al. 2022; Enderle et al. 2024). Buk lesný postupne preukázal významnú stratu vitality, vrátane odumierania koruny, predčasného opadu listov a zvýšenej úmrtnosti (Rukh et al. 2023; Van der Maaten et al. 2024). Tieto suché udalosti, často zhoršené útokmi patogénov, vyvolali vážne obavy o dlhodobú odolnosť buka v meniacom sa podnebí (Schuldt et al. 2020).

Lykožrút bukový (ďalej ako *T. bicolor*) je bežným podkôrnym druhom bukových lesov v celej strednej Európe, okrem Álp a vyskytuje sa v širokom výškovom rozpätí od 150 do 1 300 m n. m., s najvyššou početnosťou v optime buka (Bail & Schmidl 2008; Hellrigl 2012; Holzinger et al. 2014; Špoula et al. 2024). Hustota populácií je najvyššia v rozsiahlych, dospelých porastoch, ale klesá v blízkosti trvalých otvorených plôch, čo naznačuje citlivosť na fragmentáciu lesa (Holuša et al. 2025a). Hoci je tento druh považovaný za sekundárneho škodcu spojeného s ťažbovými zvyškami alebo korunami suchom postihnutých stromov (Delb 2005; Muck 2008), viaceré práce preukázali, že môže kolonizovať aj živé buky (von Schönherr & Krautwurst 1979; Delb 2005; Galko et al. 2023, 2024). Nedávne pozorovania zo Slovenska to potvrdzujú, naznačujúc, že chrobáky môžu preniknúť do živých tkanív. To spúšťa obranné mechanizmy stromov, ktoré často zabíjajú hmyz, ale môžu tiež uľahčiť sekundárne infekcie baktériami alebo hubovými patogénmi (Zach 2002). Tieto interakcie môžu viesť k charakteristickým léziám spojeným s chorobou kôry predtým opísanou von Schönherr & Krautwurstom (1979), ktorá preukázateľne podstatne znižuje kvalitu dreva (Galko et al. 2024). Rozsah, v akom sa tieto interakcie vyskytujú inde v Európe, zostáva nejasný pre nedostatok zdokumentovaných pozorovaní.

Okrem toho sa v rôznych európskych krajinách čoraz častejšie vyskytujú prípady nekrózy koreňov a tra-cheomykotického úpadku v bukových lesoch, čo predstavuje narastajúce výzvy pre pestovanie lesa a celkovú odolnosť ekosystémov (Mihál et al. 2014; Corcobado et al. 2020).

Táto štúdia sumarizuje existujúce poznatky a dokumentuje symptómy *T. bicolor* na živých bukoch v strednej Európe, doplnené našimi vlastnými pozorovaniami. Rastúca úmrtnosť bukových porastov, zhoršená nedávnymi suchami a možným nárastom aktivity *T. bicolor*, predstavuje rastúcu výzvu pre lesné ekosystémy. Navrhujeme tiež základné metódy ochrany a monitorovania na zlepšeniečasnej detekcie a efektívneho manažmentu tohto škodcu.

## Bukové lesy pod stresom zo sucha v Európe

Za posledných 60 rokov prešiel buk lesný v značnej časti svojho prirodzeného areálu významným a rozsiahlym poklesom rastu, predovšetkým v dôsledku rastúcich teplôt a súvisiacich klimatických zmien (del Castillo et al. 2022). V nížinách severného Nemecka približne 60 % stromov vykazovalo negatívne trendy rastu za posledné dve až tri desaťročia, najmä na miestach s nižšími letnými zrážkami (Weigel et al. 2023). Štúdie letokruhov preukázali, že rast buka sa zrýchľoval až do 70. rokov a potom prudko spomalil (Latte et al. 2015). Podobné trendy hlásili Hacket-Paine et al. (2025), ktorí zistili, že ročné prírastky letokruhov sa od roku 2005 výrazne znížili, čo naznačuje podstatné zníženie rastu v posledných desaťročiach.

Priame fyziologické dopady otepľovania na buk sú vážne. Vyššie letné teploty a zvýšený deficit tlaku vodných pár znižujú stomatálnu vodivosť, asimiláciu uhlíka a fotosyntetickú účinnosť, pričom poškodzujú metabolizmus listov prostredníctvom destabilizácie membrán, zvýšenej fotorespirácie a oxidačného stresu (Leuschner 2020; Leuschner & Bat-Enerel 2024). Aj pri dostatočnej vlhkosti pôdy samotný zvýšený tlak vodných pár potláča rast, a dlhodobé deficity vody znižujú vodný potenciál listov a kambia, spôsobujú kavitáciu a embóliu xylému a narúšajú hydraulické zotavenie (Arend et al. 2022).

Okrem týchto priamych fyziologických stresov zmena klímy a otepľovanie nepriamo podkopalo vitalitu buka zmenou alokácie uhlíka a reprodukcie. Teplejšie letá zvýšili frekvenciu semenných rokov, počas ktorých stromy produkujú veľké množstvo semien. Toto výrazne vyčerpáva uložené zásoby živín a ponechávajú nedostatočný čas na zotavenie medzi reprodukčnými epizódami (Müller-Haubold et al. 2015; Nussbaumer et al. 2020). Výsledkom je, že rast je obetovaný v prospech reprodukcie, čo ďalej prispieva k pozorovanému poklesu (Foest et al. 2024).

Stromy stresované suchom sú obzvlášť náchylné na hubové patogény, ako sú druhy *Phytophthora*, ktoré infikujú korene a kmeň, spôsobujú mokvanie, nekrózu vnútornej kôry a kambia a významné oslabenie koreňov. Tieto infekcie narúšajú príjem a transport vody, čo prispieva k rednutiu koruny, defoliácii a odumieraníu. Oslabené stromy sú tiež čoraz náchylnejšie na sekundárnych škodcov, vrátane oportunistických húb, ako sú *Armillaria* spp. a *Neonectria* spp., ktoré môžu ďalej zhoršovať vitalitu stromov (Corcobado et al. 2020). Okrem týchto účinkov environmentálny stres zvyšuje náchylnosť na napadnutie podkôrnymi škodcami. Krasoň zelenkastý (*Agrilus viridis*) spôsobil významné napadnutie bukov v Nemecku v 50. rokoch a v Maďarsku medzi rokmi 2003 a 2006 po teplých obdobiach (Brück-Dyckhoff et al. 2019). Masová úmrtnosť buka pozorovaná v Maďarsku nasledovala typický reťazec poškodenia, kde oslabené stromy boli napadnuté nielen *A. viridis*, ale aj inými škodcami ako *T. bicolor* a hubou peniazovček početný *Biscogniauxia nummularia*, najmä v okrajových a preriedených porastoch (Lakatos & Molnár 2009). Napadnutia *T. bicolor* boli tiež zaznamenané v porastoch postihnutých druhmi *Phytophthora* spp. (Corcobado et al. 2020) a zvýšená aktivita tohto škodcu, vrátane niektorých lokálnych výskytov, bola nedávno pozorovaná na Slovensku (Galko et al. 2023). Jeho aktivita je podrobnejšie rozobraná neskôr v tomto článku.

Nedávne štúdie naznačujú, že buk lesný bude čeliť narastajúcim ťažkostiam za súčasných a predpokladaných klimatických podmienok, najmä v nížinných oblastiach a oblastiach s obmedzenými zrážkami (Latte et al. 2015; Leuschner et al. 2023). Zatiaľ čo niektoré severné a vyššie položené miesta môžu stále podporovať stabilný alebo dokonca mierne zlepšený rast, tieto predstavujú skôr výnimky ako všeobecný trend (Klesse et al. 2024). V južnej Európe je výhľad podstatne vážnejší, s prognózami predpovedajúcimi pokles rastu buka o viac ako 50 % do roku 2090 (del Castillo et al. 2022).

## Morfológia a životný cyklus lykožrúta bukového

Dospelce *T. bicolor* primárne napádajú buk lesný, ale boli nájdené aj na hrabe (*Carpinus betulus*) a druhoch duba (*Quercus* spp.) (Pfeffer 1955, 1989; Lombardero 1995; Bright & Skidmore 1997; Delb 2005; Hellrigl 2012; Faccoli 2015). Tento druh sa vyskytuje aj v nížinách s nízkou hustotou buka (Holuša et al. 2025a), hoci miera, v akej využíva alternatívnych hostiteľov, zostáva neistá.

Dospelé chrobáky merajú 1,6 – 2,6 mm na dĺžku (obr. 1a) a sú typicky tmavé, od hnedo-čiernej po čiernu. Ich valcovité telá sú lesklé a riedko pokryté chlpkami. Kľúčovým morfológickým znakom odlišujúcim samice od samčekov je hustejší, kruhový zhuk chlpkov na čelovej oblasti hlavy samičky (obr. 1a), ktorý je viditeľný voľným okom alebo lupou. Okrem toho majú samičky zaoblenejšiu zadnú časť kroviek, zatiaľ čo u samčekov je táto časť viac skrátaná alebo utatá.

*Taphrorychus bicolor* preferuje slnečne exponované drevo (Kappes & Topp 2004). Podľa Mucka (2008) dokážu chrobáky lietať pri teplotách nad 14 °C, pričom vrchol aktivity bol pozorovaný v popoludňajších hodinách. Experiment uskutočnený v roku 2022 v Českej republike uvádza, že letová aktivita začala začiatkom mája, keď priemerná týždenná teplota dosiahla 15,1 °C, a skončila koncom augusta, keď priemerná týždenná teplota bola 21,9 °C (Holuša et al. 2025a). Na Slovensku naše pozorovania v kombinácii so zisteniami Pernyho et al. (2008) naznačujú, že prvé rojenie sa zvyčajne vyskytuje od konca marca do júna, s druhým obdobím od augusta do októbra.

Pri zavíťavni do vhodného materiálu je spočiatku drvina svetlá (obr. 1b), neskôr je hrzdovohnedá alebo hnedá (obr. 1c). Samčekom tohto druhu sú primárnym kolonizujúcim pohlavím, vyberajúc si vhodné hostiteľské stromy, kde pod kôrou tvoria snubné komôrky a emitujú agregáčny feromón bikolorín (Francke et al. 1996; Takikawa et al. 1997; Astashko et al. 2013). Zach et al. (2002) zistili, že samčekom prevládajú na začiatku letovej aktivity a neskôr sa pomer pohlaví stáva vyváženým. V strednej Európe *T. bicolor* typicky dokončuje dve generácie ročne (Pfeffer 1955; Perny et al. 2008). Ako polygamný druh každý samček zvyčajne priťahuje 3 až 8 samičiek do snubnej komôrky. Po oplodnení každá samička vytvára materskú chodbu (obr. 1d) a kladie vajíčka po celej jej dĺžke alebo na jej konci, čím sa vytvára charakteristický viacramenný požerok (Faccoli 2015). Larvové chodby sú často na konci materských chodieb (obr. 1e). Po niekoľkých týždňoch larválnej aktivity sa požerky môžu spojiť, čo vedie k významnému poškodeniu vnútornej kôry (obr. 1f).

Kompletný vývoj jednej generácie trvá v podmienkach strednej Európy 8 až 12 týždňov. Tento druh vykazuje prekrývajúce sa generácie v dôsledku nerovnomerného vývojového cyklu (Perny et al. 2008). Novo



vyliahnuté dospelce sú svetlej farby, takmer zlaté (obr. 1g), potom postupne tmavnú na ich typické hnedé až čierne sfarbenie. Z napadnutého materiálu vychádzajú početnými výletovými otvormi, z ktorých každý má približne 1 mm v priemere (obr. 1h). Ak je vhodný materiál napadnutý v júli alebo neskôr, táto generácia zvyčajne prezimuje ako larvy alebo kukly v požerkoch.



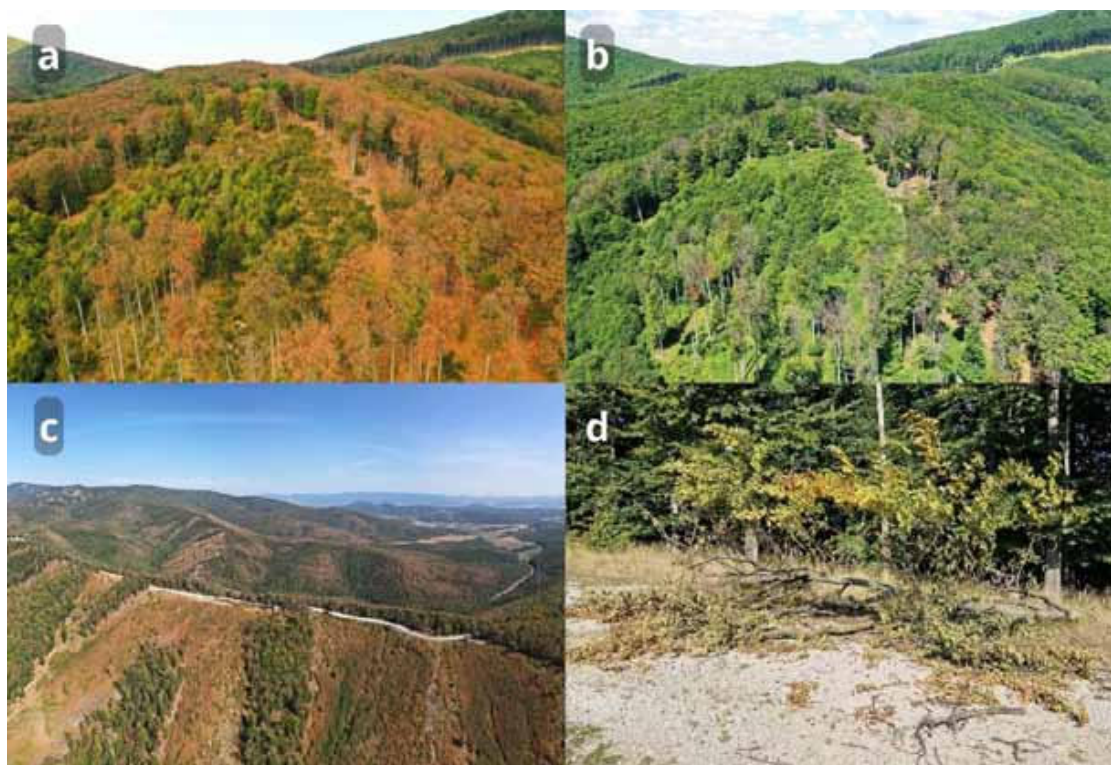
**Obrázok 1.** Dospelé jedince *Taphrorychus bicolor* (a) (vľavo: samička, vpravo: samček); samčeka, pri vŕtaní do vhodného materiálu, spočiatku produkujú biele drviný (b); po niekoľkých dňoch dospelce vytlačajú hnedé drviný z požerkov (c); viaceré materské chodby má hviezdovitý vzor (d), potom nasleduje larválna aktivita (e); zrelé larvy sa kuklia pod kôrou (f) a transformujú sa na mladé dospelce (g), ktoré opúšťajú napadnutý materiál početnými otvormi (h).

**Figure 1.** Adult individuals of *Taphrorychus bicolor* (a) (left: female, right: male); males, while boring into suitable material, initially produce white sawdust (b); after several days, the adults push out brown sawdust from the galleries (c); the initial gallery of adults has a star-shaped pattern (d), followed by larval activity (e); mature larvae pupate beneath the bark (f) and transform into callow adults (g), which exit the infested material through numerous holes (h) (photo by authors).

## Poškodenia spôsobené lykožrútom bukovým: poznatky zo Slovenska

Na Slovensku bolo sucho v roku 2022 jedno z najväznejších v posledných desaťročiach, s najnižšími zrážkami za 142 rokov zaznamenanými medzi septembrom 2021 a augustom 2022 (Faško et al. 2022). V niektorých regiónoch suché podmienky trvali viac ako 200 dní a postihli až 70 % územia krajiny (Turňa et al. 2022).

Dlhodobé suchá a vyššie teploty oslabili bukové lesy na Slovensku, čím sa stali náchylnejšími na sekundárnych škodcov, ako je *T. bicolor*. Počas sucha v roku 2022 bolo rozšírené predčasné žltnutie a opad listov, najmä v starších porastoch (starších ako 80 rokov) na južných svahoch (Bucha et al. 2024, obr. 2a). V roku 2023 boli pozorované vážne odumieranie korún a úmrtnosť, pričom poškodenie bolo sústredené na okrajoch porastov a v horných častiach korún (obr. 2b). V roku 2024 sme dokonca sledovali masívne usychanie listov od slnka v mladých bukových porastoch (do 10 rokov) (obr. 2c). Ako bolo predtým pozorované v Maďarsku (Lakatos & Molnár 2009), takto oslabené stromy sú kolonizované *T. bicolor*, spolu s *A. viridis*, a infikované hubou *B. nummularia*, čo viedlo k poškodeniu dreva, zlomeniu konárov a korún a významným ekologickým, ekonomickým a bezpečnostným obavám (obr. 2d). Objem škôd pripisovaných biotickým činiteľom, sa v slovenských bukových porastoch od roku 2010 výrazne zvýšil, z približne 2 000 – 3 000 m<sup>3</sup> ročne pred rokom 2010 na 10 000 – 15 000 m<sup>3</sup> v posledných rokoch (Zelená správa 2024). Tento trend pravdepodobne odráža rastúci stres spôsobený suchom a zmenou klímy a predpokladáme jeho ďalší výrazný rast.



**Obrázok 2.** Poškodené bukové porasty postihnuté suchom na Slovensku. (a) Porast s rozsiahlym poškodením korún a žltúcimi listami v júli – auguste 2022. (b) Ten istý porast vykazujúci početné mŕtve koruny a stromy v auguste 2023. (c) Rozsiahle poškodenie spôsobené slnkom a suchom pozorované po prvýkrát v takomto rozsahu v mladých bukových porastoch v júli – auguste 2024. (d) Spadnutá buková koruna blokujúca lesnú cestu, oslabená suchom a hubami (bezpečnostné riziko).

**Figure 2.** Drought-affected beech stands in Slovakia. (a) Stand with widespread crown damage and yellowing leaves in July–August 2022. (b) The same stand showing numerous dead crowns and trees in August 2023. (c) Extensive sun- and drought-induced damage observed for the first time on this scale in young beech stands in July–August 2024. (d) Fallen beech crown blocking a forest road, weakened by drought and fungi (photos by authors).



*T. bicolor*, považovaný za sekundárneho škodcu, bežne napáda drevo na skladoch, palivové drevo, ťažbové zvyšky alebo oslabené a nedávno odumreté stromy. Na takýchto materiáloch s narušenými vodivými vláknami dospelé chrobáky v počiatočnej fáze napadnutia vytláčajú z požerkov biele drviný (obr. 1b). Ako napadnuté drevo vysychá, drviný postupne zhnednú (obr. 1c).

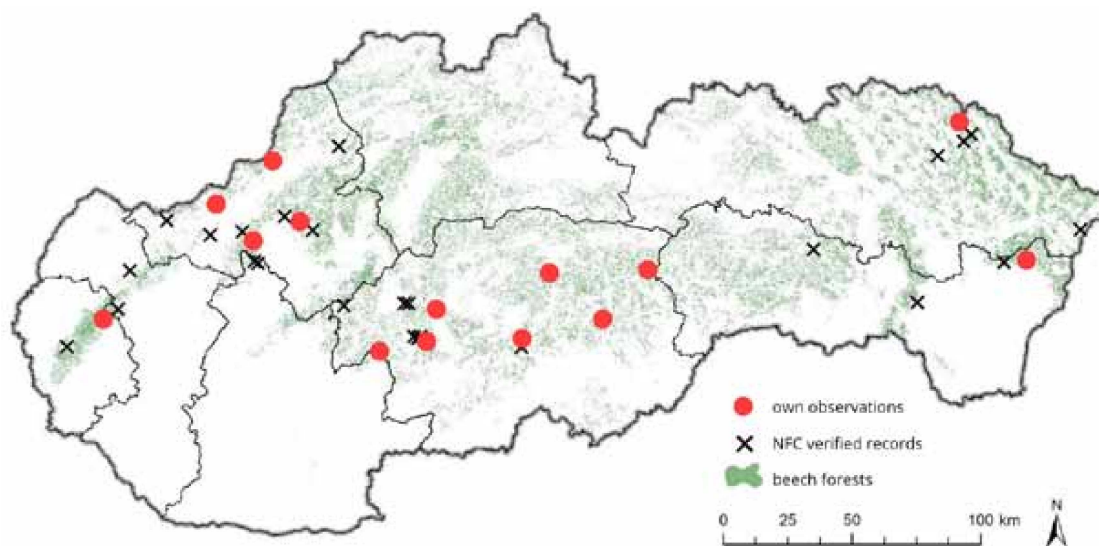
Ťažbové zvyšky môžu zostať pre chrobáky atraktívne niekoľko mesiacov, v závislosti od hrúbky dreva a obsahu vlhkosti. Úrovně vlhkosti medzi približne 45 % a 90 % poskytujú priaznivé podmienky pre kolonizáciu (Muck 2008). Pokiaľ kambialná vrstva udržiava dostatočnú vlhkosť a nevysychá, materiál môže naďalej priťahovať chrobáky.

V posledných rokoch početné pozorovania zo Slovenska naznačili, že *T. bicolor* sa môže správať aj ako primárny škodca, najmä v súvislosti so špecifickou chorobou kôry buka. Od roku 2014 bol tento druh hlásený ako príčina poškodenia živých, stojacich bukov (Galko et al. 2023, obr. 3), primárne v teplejších, suchších oblastiach, najmä na južných svahoch a pozdĺž otvorených okrajov porastov.

Na živých stromoch *T. bicolor* primárne kolonizuje stresované časti koruny (s najvyššou abundanciou okolo 20 m) (Petercord 2006; Procházka et al. 2018), najmä tie, ktoré sú postihnuté suchom, ale aj hlavný kmeň. Počiatočné známky napadnutia zahŕňajú výtok miazgy, po ktorej nasleduje tvorba charakteristických rán na kmeni. Tieto počiatočné známky, najmä výtok miazgy, boli evidentné na okrajoch porastov náhle vystavených slnečnému žiareniu po vetrových kalamitách alebo intenzívnom výrube, ktorý významne znížil hustotu porastov. V roku 2025 sme zaznamenali viacero prípadov napadnutia živých bukov rôznych dimenzií v oblastiach, kde sa v roku 2024 vykonávala letná ťažba, pričom ťažbové zvyšky zostali na mieste. Zdá sa, že tento materiál prilákal veľké množstvo dospelých *T. bicolor*, čo viedlo k napadnutiu susedných živých stromov. Toto zistenie je nedávne a vyžaduje si dodatočné potvrdenie a podrobnejší výskum.

Okrem toho sme identifikovali postihnuté stromy roztrúsené v zatienených bukových porastoch, pričom poškodenie sa odhaduje na menej ako 1 %. Podobné prípady boli pozorované pred dvoma desaťročiami, ale nie v takom rozsahu, ako je zdokumentované nedávno (obr. 3).

Závrtové otvory *T. bicolor* na živých hostiteľoch majú priemer približne 1 mm (Delb 2005). Napadnuté stromy sa bránia vylučovaním miazgy, ktorá tvorí tmavé až čierne a často mokvajúce škrvy okolo závrtov (obr. 4a). Následne sa nad nimi začínajú vytvárať malé pluzgierovité alebo pupienkovité štruktúry (obr. 4b). To je charakteristické pre skoré štádium tejto špecifickej choroby kôry buka.



**Obrázok 3.** Rozšírenie poškodených živých bukov spôsobených *T. bicolor* na Slovensku. Čierne krížiky predstavujú overené záznamy zozbierané Národným lesníckym centrom za posledných 15 rokov, červené bodky označujú vlastné pozorovania autorov od roku 2020.

**Figure 3.** Distribution of damaged living European beech trees caused by *T. bicolor* in Slovakia. Black crosses represent verified records collected by the National Forest Centre (NFC) from forestry operations over the last 15 years, while red dots indicate the authors' own observations since 2020.



**Obrázok 4.** Napadnutie živých bukov *T. bicolor* sprevádza čierna exsudácia – čierny výtok (a); časom sa tieto miesta pravdepodobne dažďom zmývajú a pod závrťovými otvormi sa tvoria pluzgierovité štruktúry (b), pod ktorými sú tkanivá už infikované neidentifikovaným patogénom (patogénmi) (c); tieto pluzgieri často začínajú vertikálne praskať (d), a v extrémnych prípadoch sa kmeň degraduje (e); ak buk úspešne zahojí tieto rany, vyvinie sa vnútorná vada dreva (chyba „T“) (f); postupnosť napadnutia je kategorizovaná na exsudáciu (g), tvorbu pluzgierov (h) a následne početné vertikálne praskliny (i); podobné vertikálne praskliny na bukových kmeňoch, ktoré nie sú spôsobené aktivitou *T. bicolor* (j).

**Figure 4.** Infestation of living beech trees by *Taphrorychus bicolor* is accompanied by black exudation (a); over time, these areas are washed away probably by rain, forming blister-like structures beneath the boring holes (b), under which tissues are already infected by an unidentified pathogen(s) (c); these blisters often begin to crack vertically (d), and in extreme cases, the stem becomes degraded (e); if the beech successfully heals these wounds, internal T-shaped wood defect develops (f); the progression of infestation is categorized into exudation (g), blister formation (h), and subsequently numerous vertical cracks (i); similar vertical cracks on beech trunks not caused by *T. bicolor* activity (j).



Časom sa pod kôrou na miestach závrtoŧ často vytvárajú čierne lézie vyplnené tekutinou (pozri obr. 4c), pravdepodobne v dôsledku infekcie patogénom. Kôra nad infekciou často praská (obr. 4d), čo vedie k otvoreným ranám, ktoré sa strom snaží zahojiť produkciou kalusového tkaniva na okrajoch rany. Vo väčšine prípadov sa tieto rany úplne nezahoja a postupne sa rozširujú (obr. 4e). V niektorých prípadoch sa celé poranenie zakalusuje, čím sa vytvorí vnútorná vada (Delb 2004) beŧne označovaná na Slovensku ako chyba „T“ (obr. 4f).

Na napadnutých bukoch sa týmto spôsobom môžu vyskytovať stovky až tisíce rán (obr. 4g, h, i). V niektorých prípadoch sú celé skupiny 30 alebo viac napadnutých stromov, typicky s priemerom od 6 do viac ako 50 cm, zoskupené v ohniskách.

Poškodenie podobné tomu, ktoré spôsobuje *T. bicolor*, hlásili len von Schönherr & Krautwurst (1979) a Delb (2004, 2005) v Nemecku. V Rakúsku Corcobado et al. (2020) evidovali vylučujúcu sa miazgu, výletové otvory *T. bicolor* a lézie pripisované patogénnej hube *P. × cambivora*.

Podobná choroba kôry buka je taktieŧ často pozorovaná na Slovensku (obr. 4j), avšak bez dôkazov aktivity *T. bicolor*, keďže neboli zistené ŧiadne závrtové otvory. Tieto lézie kôry sú pravdepodobne spôsobené *Nectria* spp. (Fuchs et al. 2024), *Neonectria* spp., *Phytophthora* spp. (najmä *P. × cambivora* (Petri) Buisman; Tkaczyk et al. 2023), *Diplodia* spp. (Langer & Buškamp 2023) alebo kombináciou týchto patogénov.

Keďže zostalo nejasné či sa podobné poškodenie spojené s *T. bicolor* vyskytuje inde v Európe, uskutočnili sme prieskum lesníckych výskumných ústavov a univerzít v krajinách s najmenej 10 % pokrytím bukovými lesmi. Konkrétne sme sa pýtali na poškodenie spôsobené *T. bicolor* a súvisiace infekcie a symptómy pozorované na živých bukoch, ako je opísané vyššie.

Maďarsko, napriek tomu, ŧe jeho bukové lesy pokrývajú menej ako 10 %, bolo tieŧ zahrnuté do prieskumu z dôvodu zdokumentovanej aktivity *T. bicolor*. Podľa odpovedí bol tento typ poškodenia hlásený len v niekoľkých prípadoch z Maďarska a Chorvátska (Tabuľka 1). Naopak, na Slovensku sme osobne zdokumentovali desiatky takýchto prípadov (obr. 3) a v online monitoringu stovky prípadov hlásených z lesníckej praxe.

Tieto rany na kmeni významne znižujú kvalitu kmeňa, čím znižujú jeho ekonomickú hodnotu (obr. 4e–i). Na základe našich pozorovaní dospievame k záveru, ŧe *T. bicolor*, pôvodne považovaný za sekundárneho fyziologického škodcu, následne stáva technickým (ekonomickým) škodcom.

Živý buk napadnutý týmto spôsobom zvyčajne usmrť väčšinu dospelých jedincov *T. bicolor* prostredníctvom svojich obranných mechanizmov (Zach et al. 2002), čím zabráňuje ďalšiemu poškodeniu a zabezpečuje preŧítie. Takéto stromy (zatiaľ) zriedka slúŧia ako zdroj šírenia podkôrníkov, na rozdiel od situácie so smrekom obyčajným a lykoŧrútom smrekovým (*Ips typographus* L.) (Økland et al. 2016).

Keď sú buky opakovane napádané niekoľko rokov, chrobáky postupne prekonajú obranyschopnosť stromu, čo vedie k jeho chradnutiu a odumretiu. Presné príčiny týchto zranení sa v súčasnosti skúmajú v samostatnej štúdií. Infekcia môže vstúpiť do stromu buď vzduchom cez závrtové otvory alebo ju môže priamo

**Tabuľka 1.** Prieskum poškodenia živých bukov spôsobeného *T. bicolor* v Európe (kontaktované boli krajiny, kde bukové lesy tvoria 10 % alebo viac z celkovej lesnej plochy, na základe oficiálnych štatistík). Krajiny, ktoré nereagovali, nie sú zahrnuté v tabuľke.

**Table 1.** Survey of damage to living beech trees caused by *T. bicolor* in Europe (countries with beech forests covering 10% or more of their total forest area, based on official statistics, were contacted). Countries that did not respond are not included in the table.

| Krajina     | Inštitúcia                                                      | Poznámka k poškodeniu                                                    |
|-------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Švajčiarsko | Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research | ŧiadny záznam o tomto type poškodenia                                    |
| Chorvátsko  | Croatian Chamber of Forestry and Wood Engineers                 | <i>T. bicolor</i> veľmi beŧný, málo záznamov o tomto type poškodenia     |
| Slovensko   | Slovenian Forestry Institute                                    | <i>T. bicolor</i> veľmi beŧný, ale ŧiadny záznam o tomto type poškodenia |
| Rakúsko     | Austrian Research Centre for Forests                            | ŧiadny záznam o tomto type poškodenia                                    |
| Rumunsko    | ŧtefan cel Mare University of Suceava                           | ŧiadny záznam o tomto type poškodenia                                    |
| Maďarsko*   | University of Sopron                                            | <i>T. bicolor</i> veľmi beŧný, málo záznamov o tomto type poškodenia     |

Poznámka: \*Buk tvorí menej ako 10 % z celkovej lesnej plochy v Maďarsku.



preniesť chrobák na svojom tele. Predpokladáme, že nekróza tkanív nie je spôsobená jediným mikroorganizmom, ale polymikrobiálnym komplexom (patobióm), t. j. synergickým spoločenstvom organizmov, ktoré spoločne indukujú ochorenie u hostiteľských rastlín (potenciálne vrátane baktérií).

Tento mikrobiálny komplex pravdepodobne degraduje pektínové spojivové tkanivo rastlinných buniek, čo spôsobuje vnútorné lézie kôry na kmeňoch. Oslabené stromy sa potom stávajú zraniteľnými voči opakovaným útokom *T. bicolor* a iných škodcov. Postupom času môže kumulatívny stres viesť k odumretiu stromu, čím sa v poraste vytvorí nový zdroj biotických škodcov.

## Možnosti monitorovania lykožrúta bukového

Testovali sme dve bežné metódy monitorovania v manažmente lesných škodcov: feromónové lapače a bukové lapáky (ležiace a stojace).

### Feromónové lapače

Počiatočné testy feromónových odparníkov sme vykonali v Českej republike v roku 2021 (Holuša et al. 2025a) a na Slovensku v roku 2022 (Galko et al. 2023, 2024; Nikolov et al. 2023).

Odparník špecifický pre *T. bicolor* (obr. 5a) obsahujúci zlúčeninu bicolorin (Alpha Scents, Inc.; <https://alphascents.com/cdn/shop/files/TAPBIC.pdf?v=15152352482727953349>) preukázal, že priťahuje obe pohlavia *T. bicolor* s vysokou selektivitou (Galko et al. 2024; Holuša et al. 2025a). Odparníky zvyčajne zostávajú účinné až šesť týždňov, hoci ich životnosť sa môže líšiť v závislosti od podmienok prostredia. Pre optimálny výkon by sa lapače mali umiestniť do zatienených alebo polo-zatienených oblastí, pretože vystavenie priamemu slnečnému žiareniu môže urýchliť odparovanie aktívnej zlúčeniny, čím sa zníži efektívna doba trvania odparníka.

Odchyty *T. bicolor* v lapačoch sa veľmi líšia, od tisícok po desiatky tisíc jedincov za jedno rojenie (obr. 5b, c). V oblastiach s vysokou populačnou hustotou chrobákov môžu dobre umiestnené lapače odchytiť ročne viac ako 100 000 dospelcov, napriek tomu zatiaľ neexistujú žiadne stanovené prahové hodnoty na posúdenie úrovne napadnutia na základe odchytov v lapačoch. Ani odchyty presahujúce 10 000 jedincov na lapač nemusia nutne naznačovať kalamitu. Údaje z lapačov ukazujú, že samičky sú zachytávané vo vyššom počte ako samčeky (Holuša et al. 2025a).

Lapače môžu byť umiestnené priamo v lesnom poraste, pretože *T. bicolor* zvyčajne nenapáda blízke stromy. Aby sa minimalizovalo riziko neúmyselného napadnutia stromov, lapače by mali byť umiestnené aspoň 10 metrov od najbližšieho buka. Pokyny pre inštaláciu lapačov sú podobné tým, ktoré sú stanovené pre monitorovanie lykožrúta smrekového. Aktívna plocha lapača (nárázová plocha) by mala byť umiestnená 1,5 až 2 metre nad zemou. Feromónový odparník by mal byť umiestnený vo vnútri lapača. Lapač nesmie byť zakrytý hustou prízemnou vegetáciou.

Oba bežne používané typy lapačov v strednej Európe, štrbinové pasce (typ Theysohn) a krížové pasce (typ Ecotrap), preukázali porovnateľnú účinnosť (naše nepublikované údaje) (obr. 5d). Lapače by mali byť rozmiestnené od konca marca do konca septembra alebo polovice októbra, pričom feromónové odparníky by sa mali vymieňať každých šesť týždňov (Alpha Scents, Inc.), čo si zvyčajne vyžaduje 4 až 5 výmen počas letovej sezóny. Na zabezpečenie presného monitorovania by sa mali lapače pravidelne kontrolovať a vyprázdňovať, ideálne každé 1 až 3 týždne.

Počet odchytených jedincov možno odhadnúť meraním vyčistených vzoriek *T. bicolor* (obr. 5c) kalibrovanou nádobou. Štandardizovaný prepočtový koeficient približne 440 – 450 dospelcov na 1 mililiter (= cm<sup>3</sup>) umožňuje efektívne a pomerne rýchle kvantifikovanie odchytov z lapačov (Galko et al. 2024; Holuša et al. 2025a).

### Bukové lapáky (prípadová štúdia)

V roku 2023 sme na Slovensku vykonali prvé pokusy s použitím vyťažených bukových ležiacich lapákov na prilákanie *T. bicolor* a v roku 2024 sme experimenty rozšírili o viac ako 30 lapákov. Zistili sme, že ležiace la-

páky účinne priťahovali *T. bicolor* a preukázali sa ako vhodné pre monitorovanie a odhad hustoty populácie (obr. 5e).

Lapáky na monitorovanie sú nekvalitné alebo inak nežiaduce buky (napr. deformované, dvojáky alebo poškodené), ktoré by sa bežne odstraňovali počas prebierok. Po ich spílení sú stromy ponechané na mieste



**Obrázok 5.** Feromónový odparník na *T. bicolor* obsahujúci bicolorin (a); odchytené dospelce *T. bicolor* môžu počas rojenia dosiahnuť desaťtisíce (b, c); lapače na odchyt *T. bicolor* v bukovom lese (d); plne napadnutý ležiaci bukový lapák pripravený v júli (e); stojaci bukový lapák dookola obrezaný (3 – 5 cm hlboko) s odstránenými klinovitými segmentmi pomocou motorovej pily (f).

**Figure 5.** The Beech Bark Beetle Lure containing bicolorin (a); captured *Taphrorychus bicolor* adults can number in the tens of thousands during swarming (b, c); traps for capturing *T. bicolor* in a beech forest (d); fully infested felled beech trap tree prepared in July (e); standing beech trap tree partially cut at the base (3–5 cm deep) with wedge-shaped segments removed using a chainsaw (f).

a neodvetvujeme ich. Naše pozorovania naznačujú, že ležiace lapáky môžu byť založené kedykoľvek počas obdobia aktivity chrobáka (marec až september), pričom kolonizácia sa zvyčajne začína do niekoľkých dní.

V našej prípadovej štúdii boli lapáky umiestnené v zatienených oblastiach pod materským porastom. Stupeň napadnutia *T. bicolor*, meraný ako počet závrťových otvorov na meter štvorcový, bude posúdený v následných štúdiách na základe viacročných údajov. V našom prípade bol priemerný počet závrťových otvorov na meter štvorcový (z. o./m<sup>2</sup>), meraný po celej dĺžke kmeňa od pňa po korunu,  $253 \pm 183$  z. o./m<sup>2</sup> (priemer  $\pm$  SD,  $n = 590$ ), s maximom približne 1 000. To bolo založené na pozorovaniach z 28 lapákov na východnom Slovensku v období od mája do júla 2024. Odkôrnenním sme v priemere zaznamenali  $5,53 \pm 1,30$  dospelých jedincov *T. bicolor* ( $n = 58$ ) pod jedným závrťovým otvorom. Priemerná plocha povrchu lapáka bola  $14,07 \pm 4,29$  m<sup>2</sup> ( $n = 28$ ).

Účinnosť lapákov, definovaná ako odhadovaný počet priťahovaných dospelcov na strom, bola vypočítaná vynásobením priemerného počtu závrťových otvorov na meter štvorcový (253), priemerného počtu dospelcov na vstupný otvor (5,53) a priemernej plochy lapáku (14,07 m<sup>2</sup>) ( $253 \times 5,53 \times 14,07$ ). V priemere tak jeden lapák prilákal takmer 20 000 dospelých jedincov *T. bicolor*, no ich celková účinnosť bola stále podstatne nižšia ako účinnosť lapačov s feromónmi (Galko et al. 2024; Holuša et al. 2025a). Priemerný počet výletových otvorov *T. bicolor* (v. o.) na bukových lapákoch bol  $2\,481 \pm 1\,926$  v. o./m<sup>2</sup> ( $n = 31$ ), čo bolo porovnateľné s počtom pozorovaným vo vzorkách buka v laboratórnych podmienkach ( $2\,331 \pm 2\,336$  v. o./m<sup>2</sup>,  $n = 75$ ) (naše nepublikované údaje).

Kappes & Topp (2004) uviedli priemernú početnosť dospelcov *T. bicolor* 305 jedincov/m<sup>2</sup> (mediánová hodnota) s maximom 850 jedincov/m<sup>2</sup> na slnečne exponovaných bukových vzorkách, na základe vyletovania vo fotoelektrických. Tieto hodnoty sú niekoľkonásobne nižšie ako tie pozorované v našej štúdii, kde priemerná hustota výletových otvorov bola  $2\,481$  v. o./m<sup>2</sup> v teréne a  $2\,331$  v. o./m<sup>2</sup> v laboratórnych podmienkach. Maximálne hodnoty dosiahli  $6\,700$  v. o./m<sup>2</sup> v teréne a  $10\,000$  v. o./m<sup>2</sup> v laboratóriu. Hustota výletových otvorov sa tu používa ako ukazovateľ početnosti dospelých jedincov.

Lapáky sa pre *T. bicolor* stávajú atraktívnymi do niekoľkých dní po spílení a ich atraktívnosť pretrváva niekoľko týždňov. Stromy by sa mali spracovať alebo asanovať do 6 – 7 týždňov po kolonizácii, pretože do tohto času sú už zvyčajne plne napadnuté. Odklad spracovania nad 8 – 10 týždňov môže zvýšiť riziko vzniku novej generácie (Galko et al. 2024). Zistili sme, že pridanie feromónového odpárnika k lapákom významne nezvýšilo počet závrťových otvorov v porovnaní s lapákmi bez feromónov (nepublikované údaje).

Hromady čerstvých ťažbových zvyškov (konáre, koruny) po ťažbe môžu tiež slúžiť ako účinné lapacie kopy. Podobne ako lapáky, aj tieto zvyšky musia byť odstránené pred vyliahnutím nových chrobákov.

V roku 2024 sme testovali stojace bukové lapáky (obr. 5f), ktoré boli dookola obrezané pomocou motorovej pily, tak ako sa pripravujú na podkôrnika dubového (*Scolytus intricatus* Ratz., 1837) (Galko et al. 2018; Mezei et al. 2022). Na základe našich pokusov sa táto metóda pri drevine buk neodporúča, pretože stromy môžu zostať živé bez viditeľných symptómov po dlhú dobu a nepriťahujú chrobáky. Týmto spôsobom sme pripravili päť stojacich stromov počas letovej sezóny v roku 2024 a nepozorovali sme žiadne naletenie *T. bicolor*.

## Všeobecné opatrenia manažmentu ochrany lesa

Mnohé z tu uvedených manažérskych stratégií sú adaptované z osvedčených postupov kontroly používaných pre lykožrúta smrekového v smrekových lesoch. Hoci sa *T. bicolor* líši v aspektoch, ako sú obdobie aktivity a reprodukčné správanie, všeobecný prístup zostáva relevantný. Rovnako aj tu, účinná kontrola závisí od včasného odstránenia alebo ošetrovania čerstvého odumretých stromov a ťažbových zvyškov, podporená pravidelným monitorovaním a následnými inšpekciami.

Preventívne opatrenia by sa mali zamerať na odstraňovanie čerstvo odumretých a odumierajúcich bukov, vrátane korún, a na asanáciu ťažbových zvyškov až do priemeru 5 cm. Ťažbové zvyšky odporúčame asanovať dostupnými metódami ako pálením, štiepkovaním alebo chemickými metódami, aby sa obmedzili miesta na rozmnožovanie pre *T. bicolor*. V prípade vhodnosti použitia odporúčame metódu celých stromov alebo pomocou vyvážacej kolesovej súpravy vyviezť korunové časti z porastu, s následnou asanáciou ťažbových zvyškov na lesnom sklade, napr. štiepkovaním.



Pravidelné kontroly lesnými hospodármi sú nevyhnutné pre včasnú detekciu napadnutia chrobákmi. Kľúčové ukazovatele zahŕňajú závrtové otvory, hromadenie drvín, odumieranie koruny, rany, lézie a požerky pod kôrou. Osobitná pozornosť by sa mala venovať okrajom lesov, preriedeným porastom a oblastiam postihnutým suchom alebo zvýšenými teplotami, pretože tieto prostredia sú výrazne zraniteľnejšie. Tieto kontroly sú obzvlášť dôležité po suchých a teplých rokoch.

Silne postihnuté stromy vykazujúce známky prítomnosti škodcu, početné rany na kmeni, viac ako 50 % odumierania koruny alebo 70 – 80 % straty listov by sa mali z lesa odstrániť buď okamžite alebo počas zimných mesiacov, najneskôr však do konca marca (Galko et al. 2024). Mierne napadnuté stromy vykazujúce zotavenie, indikované zahojenými ranami, môžu byť ponechané, ale mali by byť pravidelne kontrolované (môžu sa napr. označiť a sledovať).

Odporúčame používať feromónové lapače a lapáky na monitorovanie populácií *T. bicolor*, pričom feromónové lapače sú obzvlášť účinné na tento účel.

Taktiež zvyšovanie povedomia o *T. bicolor* medzi lesnými hospodármi je nevyhnutné, pretože mnoho z nich stále nepozná symptómy poškodenia, čo môže oddialiť detekciu a kontrolu.

Ďalej upozorňujeme na bezpečnostné riziko pádu suchých konárov alebo časti korún chradnúcich bukov (obr. 2d), ktoré sa bude do budúcnosti zvyšovať.

Vzhľadom na ekologické faktory a rastúce obmedzenia chemických ošetrov v lesníctve navrhujeme tiež preskúmať biologické alternatívy pre manažment populácií *T. bicolor* (Lalík et al. 2021; Holuša et al. 2025b; Vakula et al. 2025).

## Možnosti využitia prirodzených nepriateľov v biologickej kontrole

### *Taphrorychus bicolor*

Predátori patria medzi najviac študovaných antagonistov *T. bicolor*. Identifikovaných bolo celkovo šesť druhov hmyzích predátorov tohto podkôrnika, konkrétne *Placonotus testaceus* (Fabricius, 1787), *Epuraea unicolor* (Thunberg, 1784), *Pityophagus ferrugineus* (Linnaeus, 1761), *Medetera dendrobaena* Kowarz, 1877, *Medetera impigra* (Collin, 1941) alebo iné druhy *Medetera* spp. (Wegensteiner et al. 2015a), pričom *Nemozoma elongatum* (Linnaeus, 1761) je najdôležitejší, pretože napáda menšie druhy podkôrníkov priamo v ich požerkoch (Baier 1991; 1994). *Nemozoma elongatum* je evidovaný ako predátor takmer 40 druhov podkôrníkov (Wigger 1993), ale v rámci strednej Európy sú *T. bicolor* a *Pityogenes chalcographus* hlavnými zložkami potravy (Horion 1960; Dippel 1996; Holuša et al. 2025b). Dospelce tohto druhu ulovia v priemere 1 – 2 podkôrníky denne, čo predstavuje približne 120 kusov počas ich života (4 – 5 mesiacov). Ešte vyššiu mieru predácie vykazujú larvy *N. elongatum*, ktoré počas svojho vývoja skonzumujú až 30 – 45 lariev podkôrníkov (Baier 1991, 1994; Kenis et al. 2004). Vzhľadom na vysokú účinnosť *N. elongatum* ako predátora, vývoj metód na prilákanie a využitie tohto druhu v biologickej kontrole by mohol poskytnúť slubný prístup v integrovanej ochrane rastlín, najmä v smrekových lesoch postihnutých výskytmi *P. chalcographus*. Napríklad strategické umiestnenie feromónov by mohlo slúžiť ako metóda na prilákanie tohto druhu a tým by mohlo pomôcť znížiť populácie podkôrníkov (Holuša et al. 2025b). V prípade monokultúrne obhospodarovateľných hospodárskych lesov by sa prilákanie *N. elongatum* pomocou bikolorínu do smrekových lesov postihnutých výskytmi *P. chalcographus* mohlo ukázať ako prospešné, zatiaľ čo feromóny *Chalcoprax* by sa mohli použiť v bukových lesoch. Budúci výskum by mal zahŕňať, či je možné lokálne zvýšiť populácie *N. elongatum* a ako tento zásah ovplyvňuje predáciu na rôznych druhoch koristi a v rôznych typoch biotopov (Holuša et al. 2025b).

Entomopatogénne huby tvoria rôznorodú skupinu mikroorganizmov schopných infikovať a zabíjať hmyz a iné článkonožce. Ako prirodzení nepriatelia hrajú kľúčovú úlohu pri regulácii populácií článkonožcov a udržiavaní ekologickej rovnováhy. Na základe nedávneho výskumu sú najbežnejšími entomopatogénnymi hubami spojenými s podkôrníkmi druhy rodu *Beauveria*, pričom *B. bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill. je najrozšírenejšia. Tieto huby boli hlásené v populáciách podkôrníkov s nízkou, ale konštantnou prevalenciou (napr. Wegensteiner et al. 2015a, 2015b; Barta et al. 2018a, 2020; Hyblerová et al. 2021). Hoci výskyt a diverzita entomopatogénnych húb v populáciách *T. bicolor* je stále predmetom výskumu, potenciál použitia špecifických kmeňov húb v stratégiách biologickej kontroly by sa mal ďalej skúmať, najmä v kombinácii s inými

prirodzenými nepriateľmi. Predbežný výskum na Slovensku potvrdil prítomnosť dvoch druhov, *B. bassiana* a *B. pseudobassiana* Rehner et Humber, u *T. bicolor* pri nízkych úrovniach prevalence (nepublikované údaje).

Na rozdiel od všetkých ostatných skupín patogénov spojených s podkôrníkmi, entomopatogénne huby boli rozsiahlo skúmané a hodnotené ako potenciálna biokontrola (Lacey et al. 2015). Početné laboratórne analýzy, využívajúce rôzne druhy a izoláty húb proti rôznym druhom podkôrníkov, preukázali ich potenciál vyvolávať vysokú úmrtnosť (napr. Mudrončeková et al. 2013; Barta et al. 2018b, 2020; Takov et al. 2022). Napriek sľubným laboratórnym výsledkom zostáva účinnosť entomopatogénnych húb v terénnych aplikáciách suboptimálna v dôsledku faktorov, ako je environmentálna variabilita (napr. Jakuš & Blaženec 2011; Vakula et al. 2012; Grodzki & Kosibowicz 2015) a potreba optimalizovaných formulácií inokula a aplikačných techník (Lalík et al. 2021; Vakula et al. 2025).

Ostatní prirodzení nepriatelia podkôrníkov zostávajú relatívne nepreskúmaní. Existujú len ojedinelé záznamy o foretických roztočoch z čeľade Celaenopsidae rodu *Pleuronectoclaeno* pripojených k *T. bicolor* (Khaustov, 1997). Bolo zaznamenané, že tieto druhy sa živili vajčkami alebo larvami podkôrníkov (Hofstetter et al. 2009). Okrem toho Tomalak et al. (2017) naznačujú možnosť prenosu háďatiek rodu *Bursaphelenchus* na hostiteľské buky, kde boli izolované rôzne vývojové štádiá až jeden rok po vyľahnutí podkôrníkov. V tej istej štúdii boli identifikované nové druhy tohto rodu v súvislosti s jedincami *T. bicolor*.

Ďalšie skupiny antagonistov, ako sú baktérie, vírusy alebo parazitoidy, zostávajú slabo preskúmané a chýbajú údaje o ich výskyte v populáciách *T. bicolor*. Budúci výskum by sa mal zamerať na ich potenciálny význam pri regulácii populácií tohto škodcu, keďže tieto skupiny sú dôležitými prirodzenými nepriateľmi iných druhov podkôrníkov. Len u zástupcu tohto istého rodu, *Taphrorychus villifrons* (Dufour, 1843), boli nájdené patogény ako *Gregarina* sp., *Nosema* sp. a nešpecifikované skupiny háďatiek (Takov et al. 2011; Wegensteiner et al. 2015a). Preto môžeme predpokladať potenciál nájst týchto zástupcov aj u *T. bicolor*.

## Záver

V tomto článku spájame publikovaný výskum s nedávnymi terénnymi údajmi, aby sme poskytli aktuálny prehľad o *T. bicolor*, vrátane jeho ekológie, škôd, ktoré spôsobuje na buku a dostupných stratégií monitorovania a manažmentu ochrany lesa. Keďže otepľovanie sa zrýchľuje a vlny horúčav zosilňujú, bukové lesy pravdepodobne zažijú narastajúci stres, čo ich urobí náchylnejšími na sekundárnych škodcov, ako je *T. bicolor*.

Opisujeme charakteristické škody, ktoré *T. bicolor* spôsobuje živým bukum a charakterizujeme symptómy, z ktorých mnohé sú tu zdokumentované po prvýkrát. Tieto zistenia poskytujú základ pre presnú diagnostiku a efektívne monitorovanie a manažment. Jednou z hlavných nezodpovedaných otázok je presná úloha sekundárnych infekcií pri vývoji charakteristických lézií pozorovaných na napadnutých bukových kmeňoch. Toto zostáva predmetom nášho prebiehajúceho výskumu a predstavuje kritickú medzeru v poznaní, ktorá si vyžaduje ďalšie skúmanie.

Okrem toho sme zostavili prehľad metód monitorovania *T. bicolor* a navrhli praktické opatrenia manažmentu ochrany lesa na zmiernenie jeho potenciálnych vplyvov. Uznávame, že táto štúdia nerieši či *T. bicolor* predstavuje významnú dlhodobú hrozbu pre bukové lesy alebo len epizodický jav zosilnený súčasnými klimatickými stresormi. Popri dobre známych stresoroch sa *T. bicolor* ukázal ako prispievajúci faktor, v súčasnosti prejavujúci sa hlavne na bukových porastoch na Slovensku. Hoci jeho aktivita zostáva geograficky obmedzená, v budúcnosti sa môže stať významnejším faktorom, čím sa pridá k širším a čoraz komplexnejším výzvam, ktorým čelia bukové lesy v celej Európe.

Na záver, hoci o ekologickej úlohe a ekonomických dôsledkoch *T. bicolor* zostáva veľa nepoznaného, náš prehľad naznačuje potrebu včasných a koordinovaných opatrení. Pokračujúce monitorovanie, interdisciplinárny výskum a proaktívny manažment sú nevyhnutné na zmiernenie jeho potenciálnych hrozieb. Veríme, že tento prehľad poslúži ako cenný zdroj pre výskumníkov, lesných hospodárov a tvorcov politik, ktorí sa potýkajú s výzvami tohto vznikajúceho škodcu v rýchlo sa meniacom prostredí.

## PodĎakovanie

Táto práca bola podporená Slovenskou agentúrou pre výskum a vývoj [APVV-22-0545 a APVV-23-0156], Ministerstvom pôdohospodárstva a rozvoja vidieka Slovenskej republiky prostredníctvom projektu č. 08V0301 [PRO-MOLES] a Európskou komisiou v rámci projektu LignoSilva v rámci programu Horizont Európa Teaming for Excellence [Grantová dohoda č. 101059552].

## Literatúra

- Anderegg, W. R. L., Hicke, J. A., Fisher, R. A., et al., 2015: Tree mortality from drought, insects, and their interactions in a changing climate. *New Phytol.* 208:674–683.
- Arend, M., Link, R. M., Zahnd, C. et. al., 2022: Lack of hydraulic recovery as a cause of post-drought foliage reduction and canopy decline in European beech. *New Phytol.* 234:1195–1205.
- Astashko, D. A., Ulashchik, E. A., Tyvorskii, V. I., 2013: Synthesis of ( $\pm$ )-bicolorin, the aggregation pheromone of beech bark beetle *Taphrorychus bicolor*. *Russ J Org Chem.* 49:1803–1806.
- Baier, P., 1991: Zur Biologie des Borkenkäfferräubers *Nemosoma elongatum* (L.) (Coleoptera: Ostmidiae). *Zeitschr f Ang Zool.*, 78:421–431.
- Baier, P., 1994: Untersuchungen zur abundanz dynamischen Relevanz der Beifänge von *Nemosoma elongatum* (L.) (Coleoptera: Ostomidae) in Chalcoprax® beködeten Flugbarrierefallen für *Pityogenes chalcographus* (L.) (Coleoptera: Scolytidae). *J Appl Entomol.*, 117:51–57.
- Bail, J. G., Schmidl, J., 2008: Xylobiontic beetles (Insecta: Coleoptera) on oak canopies of the central European Danube floodplain: species composition, ecological guilds and the impact of flooding and forestry. *Bioform Entomology*, Nuremberg, p. 445–468.
- Barta, M., Kautmanová, I., Čičková, H. et al., 2018a: Hypocrealean fungi associated with populations of *Ips typographus* in West Carpathians and selection of local *Beauveria* strains for effective bark beetle control. *Biologia*, 73:53–65.
- Barta, M., Kautmanová, I., Čičková, H., et al., 2018b: The potential of *Beauveria bassiana* inoculum formulated into a polymeric matrix for a microbial control of spruce bark beetle. *Biocontrol Sci Technol.*, 28:718–735.
- Barta, M., Takov, D., Pilarska, D. et al., 2020: Entomopathogenic fungi of the genus *Beauveria* and their pathogenicity to *Ips typographus* (Coleoptera: Curculionidae) in the Vitosha National Park, Bulgaria. *J For Sci.*, 66:420–435.
- Bentz, B. J., Jönsson, A. M., Schroeder, M. et al., 2019: *Ips typographus* and *Dendroctonus ponderosae* models project thermal suitability for intra- and inter-continental establishment in a changing climate. *Front For Glob Change*, 2:1.
- Bright, D. E., Skidmore, R. E., 1997: A Catalog of Scolytidae and Platypodidae (Coleoptera): Supplement 1 (1990–1994). *Pemberly Books*, Iver, U.K., 368 p.
- Brück-Dyckhoff, C., Petercord, R., Schopf, R., 2019: Vitality loss of European beech (*Fagus sylvatica* L.) and infestation by the European beech splendour beetle (*Agrilus viridis* L., Buprestidae, Coleoptera). *For Ecol Manag.*, 432:150–156.
- Bucha, T., Pavlenda, P., Konôpka, B. et al., 2024: Identification of drought-induced forest damage in 2022 and of its key site condition drivers through satellite imagery. *Cent Eur For J.*, 70:156.
- Corcobado, T., Cech, T. L., Brandstetter, M. et al., 2020: Decline of European beech in Austria: Involvement of *Phytophthora* spp. and contributing biotic and abiotic factors. *Forests*, 11:895.



- Delb, H., 2004: Rindenbrüter an Buche. Kleiner Buchenborkenkäfer (*Taphrorychus bicolor* (Hrbst.)), Buchenprachtkäfer (*Agrilus viridis* L.). Waldschutz-info, 16p.
- Delb, H., 2005: Rindenbrüter an Buchen nach der trocken-heißen Witterung im Sommer 2003. Jahrbuch der Baumpflege 2005. Thalacker Braunschweig, 203–207.
- Dippel, C., 1996: Investigations on the life history of *Nemosoma elongatum* L. (Coleoptera: Ostomidae). A bark beetle predator. J Appl Entomol., 120:391–395.
- Enderle, L., Gribbe, S., Muffler, L. et al., 2024: A warmer climate impairs the growth performance of Central Europe's major timber species in lowland regions. Sci. Total Environ., 941:173665.
- Faccoli, M., 2015: European bark and ambrosia beetles: types, characteristics and identification of mating systems. WBA Handbooks 5, Verona – Italy, 160 pp.
- Faško, P., Markovič, L., Ivaňáková, G. et al., 2022: Extraordinary to extremely low precipitation totals in Slovakia in the years 2021 and 2022 in the historical context since 1881 (in Slovak). APOL, 3:87–93.
- Foest, J. J., Bogdziewicz, M., Pesendorfer, M. B. et al., 2024: Widespread breakdown in masting in European beech due to rising summer temperatures. Glob. Change Biol., 30:e17307.
- Forzieri, G., Girardello, M., Ceccherini, G., 2021: Emergent vulnerability to climate-driven disturbances in European forests. Nat Commun., 12:1081.
- Francke, W., Schroder, F., Kohnle, U. et al., 1996: Synthesis of (1S,2R,5R)-2-ethyl-1,5-dimethyl-6,8-dioxabicyclo[3.2.1]octane, the aggregation pheromone of male beech bark beetles, *Taphrorychus bicolor* (Col., Scol.). Liebig's Ann Chem., 10:1523–1527.
- Fuchs, Z., Vacek, Z., Vacek, S. et al., 2024: European beech (*Fagus sylvatica* L.): a promising candidate for future forest ecosystems in Central Europe amid climate change. Cent. Eur. For. J., 70:62–76.
- Galko, J., Økland, B., Kimoto, T. et al., 2018: Testing temperature effects on woodboring beetles associated with oak dieback. Biologia., 73:361–370.
- Galko, J., Nikolov, Ch., Vakula, J. et al., 2023: Research and current state of knowledge on forest protection against the beech bark beetle (*Taphrorychus bicolor*) in Slovakia (in Slovak). Outputs for Forestry Practice V. Zvolen, National Forest Centre, p. 28–42.
- Galko, J., Vakula, J., Kunca, A. et al., 2024: Possibilities of using beech trap trees and pheromone traps for monitoring the occurrence of the beech bark beetle (*Taphrorychus bicolor*) – preliminary findings. APOL, 5:77–84.
- Green report 2024: Report on Forestry in the Slovak Republic for 2023 – Green Report (in Slovak). MPRV SR, 78 pp.
- Grodzki, W., Kosibowicz, M., 2015: An attempt to use the fungus *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. in forest protection against the bark beetle *Ips typographus* (L.) in the field. Leśne Prace Badawcze, 76:5–17.
- Hacket-Pain, A., Szymkowiak, J., Journé, V. et al., 2025: Growth decline in European beech associated with temperature-driven increase in reproductive allocation. PNAS, 122:2423181122.
- Hellrigl K. 2012. Forstliche Aspekte und Faunistik der Borkenkäfer Südtirols (Coleoptera, Scolytidae). Forest Observer. 6:139–180.
- Hofstetter, R. W., Moser, J. C., McGuire, R., 2009: Observations on the mite *Schizosthetus lyriformis* (Acari: Parasitidae) preying on bark beetle eggs and larvae. Entomol News, 120:397–400.
- Holuša, J., Henzllová, I., Dvořáková, B. et al., 2025a: Abundance of *Taphrorychus bicolor* in beech forests: Influence of forest size and optimal conditions. For Ecol Manag., 575:122362.
- Holuša, J., Resnerová, K., Dvořáková, B. et al., 2025b: The Relationship Between *Nemosoma elongatum* (Coleoptera: Trogossitidae) and its Primary Prey Species of Bark Beetles. Ann For Sci., 82:11.

- Holzinger, W. E., Frieß, T., Holzer, E. et al., 2014: Xylobionte Käfer (Insecta: Coleoptera part.) in Waldern des Biosphärenparks Wienerwald (Österreich: Niederösterreich, Wien). *Wiss Mitt Niederösterreich. Landesmus.*, 25:331–362.
- Horion, A., 1960: Faunistik der mitteleuropäischen Käfer 7. Clavicornia; 1. Sphaeritidae bis Phalacridae. Kommissionsverlag. Feyel., 345 pp.
- Hyblerová, S., Medo, J., Barta, M., 2021: Diversity and prevalence of entomopathogenic fungi (Ascomycota, Hypocreales) in epidemic populations of bark beetles (Coleoptera, Scolytinae) in spruce forests of the Tatra National Park in Slovakia. *Ann For Res.*, 64:129–145.
- Jakuš, R., Blaženec, M., 2011: Treatment of bark beetle attacked trees with entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin. *Folia Forestalia Polonica. Series A. Forestry*, 53:150–155.
- Kappes, H., Topp, W., 2004: Emergence of Coleoptera from deadwood in a managed broadleaved forest in central Europe. *Biodivers Conserv.*, 13:1905–1924.
- Kenis, M., Wermelinger, B., Grégoire, J. C., 2004: Research on parasitoids and predators of Scolytidae – a review. Bark and wood boring insects in living trees in Europe – a synthesis. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, p. 237–290.
- Khaustov, A., 1997: Mites of supercohort Trigynaspida (Parasitiformes, Celenopsidae, Cercomegastidae) associated with bark beetles (Coleoptera, Scolytidae) of the Crimea. *Bulletin of the State Nikitsky Botanical Gardens*, 78:63–66.
- Klesse, S., Peters, R., Alfaro Sánchez, R. et al., 2024: No future growth enhancement expected at the northern edge for European beech due to continued water limitation. *Glob. Change Biol.* 30: e17546.
- Lacey, L. A., Grzywacz, D., Shapiro-Ilan, D. I. et al., 2015: Insect pathogens as biological control agents: Back to the future. *J Invertebr Pathol.*, 132:1–41.
- Lakatos, F., Molnár, M., 2009: Mass mortality of beech (*Fagus sylvatica* L.) in South-West Hungary. *Acta Silv Lignaria Hung.*, 5:75–82.
- Lalík, M., Galko, J., Nikolov, Ch. et al., 2021: Potential of *Beauveria bassiana* application via a carrier to control the large pine weevil. *Crop Prot.*, 143:105563.
- Langer, G. J., 2019: Komplexe Erkrankungen bei älteren Rotbuchen. *AFZ-Wald.*, 24:32–35.
- Langer, G. J., 2023: Bußkamp, J. Vitality loss of beech: a serious threat to *Fagus sylvatica* in Germany in the context of global warming. *J Plant Dis Prot.*, 130:1101–1115.
- Latte, N., Lebourgeois, F., Claessens, H., 2015: Increased tree-growth synchronization of beech (*Fagus sylvatica* L.) in response to climate change in northwestern Europe. *Dendrochronologia*, 32:69–77.
- Leuschner, C., 2020: Drought response of European beech (*Fagus sylvatica* L.) – a review. *PPEES*, 47:125576.
- Leuschner, C., Weithmann, G., Bat-Enerel, B. et al., 2023: The future of European beech in northern Germany – climate change vulnerability and adaptation potential. *Forests*. 14:1448.
- Leuschner, C., Bat-Enerel, B., 2024: Effects of heat, elevated vapor pressure deficits and growing season length on growth trends of European beech. *Front. For. Glob. Change.*, 7:09.
- Lindner, M., Fitzgerald, J. B., Zimmermann, N. E. et al., 2014: Climate change and European forests: What do we know, what are the uncertainties, and what are the implications for forest management? *J Environ Manage.*, 146:69–83.
- Lombardero, M. J., 1995: Plantas huesped y escolítidos (Col: Scolytidae) en Galicia (Noroeste de la Península Ibérica). *Bol. San. Veg. Plagas.*, 21:357–370.
- Marini, L., Ayres, M. P., Jactel, H., 2022: Impact of Stand and Landscape Management on Forest Pest Damage. *Annu Rev Entomol.*, 7:181–199.

- Martinez del Castillo, E., Zang, C. S., Buras, A. et al., 2022: Climate-change-driven growth decline of European beech forests. *Commun. Biol.*, 5:163.
- Mezei, P., Fleischer, P., Rozkošný, J. et al., 2022: Weather conditions and host characteristics drive infestations of sessile oak (*Quercus petraea*) trap trees by oak bark beetles (*Scolytus intricatus*). *For Ecol Manag.*, 503:119775.
- Mihál, I., Cicák, A., Tsakov, H., 2014: Selected biotic vectors transmitting beech bark necrotic disease in Central and South-Eastern Europe. *Folia Oecol.*, 41:62–74.
- Motte, F., Rötzer, T., Biber, P. et al., 2023: Growth of European beech recovered faster than that of Norway spruce after a five-year experimental drought in a mixed forest stand. *Trees*, 37:1695–1715.
- Muck, M., 2008: Verstärktes Auftreten des Kleinen Buchenborkenkäfers in Bayern Aktuelle Erkenntnisse zur Schwärmaktivität und zum Befallsverhalten in Abhängigkeit von Lufttemperatur und Holzfeuchte. *Forstschutz Aktuell.*, 45:6–8.
- Mudrončeková, S., Mazán, M., Nemcovic, M. et al., 2013: Entomopathogenic fungus species *Beauveria bassiana* (Bals.) and *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) used as mycoinsecticide effective in biological control of *Ips typographus* (L.). *JMBFS.*, 2:2469–2472.
- Müller-Haubold, H., Hertel, D., Leuschner, C., 2015: Climatic drivers of mast fruiting in European beech and resulting C and N allocation shifts. *Ecosystems*, 18:1083–1100.
- Muys, B., Messier, C., 2023: Climate-smart forest management caught between a rock and a hard place. *Ann For Sci.*, 80:43.
- Nikolov, Ch., Galko, J., Barta, M. et al., 2023: A new pest in beech stands of Slovakia: evaluation and proposal of control methods against *Taphrorychus bicolor*. *APOL*, 4:93–97.
- Nussbaumer, A., Meusburger, K., Schmitt, M. et al., 2020: Extreme summer heat and drought lead to early fruit abortion in European beech. *Scientific Reports*, 10:5334.
- Økland, B., Nikolov, Ch., Krokene, P. et al., 2016: Transition from windfall- to patch-driven outbreak dynamics of the spruce bark beetle *Ips typographus*. *For Ecol Manag.*, 363:63–72.
- Perny, B., Krehan, H., Steyrer, G., 2008: Borkenkaferarten. *BFW-Praxisinformation.*, 17:30–3.
- Petercord, R., 2006: Holzbrütende Borkenkäfer als Schädlinge der Rotbuche (*Fagus sylvatica* L.). *Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Allgemeine und Angewandte Entomologie*, 15:113–116.
- Petercord, R., 2008: Zukünftige Gefährdung der Rotbuche durch rinden- und holzbrütende Käfer in Baden-Württemberg. *Entomologie*, p. 247–250.
- Pfeffer, A., 1955: Fauna CSR, Kůrovci – Scolytoidea. *Fauna of the Czechoslovakia, Bark beetles-Scolytoidea*. Praha, Nakladatelství CAV.
- Pfeffer, A., 1989: Kůrovcovití (Scolytidae) a jádrohlodovití (Platipodidae). Praha, Academia.
- Procházka, J., Čížek, L., Schlaghamerský, J., 2018: Vertical stratification of scolytine beetles in temperate forests. *Insect Conserv Divers.*, 11:534–544.
- Rakovec, O., Samaniego, L., Hari, V. et al., 2022: The 2018–2020 Multi-year drought sets a new benchmark in Europe. *Earth's Future* 10.
- Ramsfield, T. D., Bentz, B., Faccoli, M. et al., 2016: Forest health in a changing world: Effects of globalization and climate change on forest insect and pathogen impacts. *Forestry*, 89:245–252.
- Rukh, S., Sanders, T. G. M., Krüger, I. et al., 2023: Distinct responses of European beech (*Fagus sylvatica* L.) to drought intensity and length – a review of the impacts of the 2003 and 2018–2019 drought events in Central Europe. *Forests*, 14:248.



- Schmied, G., Pretzsch, H., Ambs, D. et al., 2023: Rapid beech decline under recurrent drought stress: Individual neighborhood structure and soil properties matter. *For Ecol Manag.*, 545:121305.
- Schuldt, B., Buras, A., Arend, M. et al., 2020: A first assessment of the impact of the extreme 2018 summer drought on Central European forests. *Basic Appl Ecol.*, 45:86–103.
- Špoula, J., Věle, A., Neudertová Hellebrandová, K., 2024: Influence of elevation and stand age on the abundance of the beech bark beetle (*Taphrorychus bicolor* Her.) and its potential threat to beech stands. *For-ests*, 15:1595.
- Takikawa, H., Sano, S., Mori, K., 1997: Pheromone synthesis, synthesis of (1s,2r,5r)-bicolorin, the aggregation pheromone of male beech bark beetles (*Taphrorychus bicolor*), and its (1R,2R,5S) isomer. *Liebigs Ann./Recl.*, 2495–2498.
- Takov, D., Doychev, D., Linde, A. et al., 2011: Pathogens of bark beetles (Coleoptera: Curculionidae) in Bulgarian forests. *Phytoparasitica*, 39:343–352.
- Takov, D., Barta, M., Toshova, T. et al., 2022: On the Pathogenicity of *Metarhizium pemphigi* against *Ips typographus*. *C R Acad Bulg Sci.*, 75:554–560.
- Tkaczyk, M., Sikora, K., Galko, J. et al., 2023: Incidence and pathogenicity of *Phytophthora* species in beech (*Fagus sylvatica* L.) stands in Slovakia. *J Plant Dis Prot.*, 130:1091–1099.
- Tomalak, M., Malewski, T., Gu, J. et al., 2017: Description of *Bursaphelenchus taphrorychi* sp. n. (Nematoda: Parasitaphelenchidae), the second *Bursaphelenchus* species from larval galleries of the beech bark beetle, *Taphrorychus bicolor* (Herbst.) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), in European beech, *Fagus sylvatica* L. *Nematology*, 19:1217–1235.
- Turňa, M., Ivaňáková, G., Krčová, I. et al., 2022: Zhodnotenie sucha v roku 2022. Aktuality SHMÚ. Dostupné na <https://www.shmu.sk/sk/?page=2049&id=1299>.
- Vakula, J., Gubka, A., Galko, J. et al., 2012: Aplikácia entomopatogénov do populácie škodcov s využitím feromónových lapačov. Aktuálne problémy v ochrane lesa. Zvolen, Národné lesnícke centrum, 92–96.
- Vakula, J., Nikolov, Ch., Lalík, M. et al., 2025: Selection, application, and pathogenicity of naturally occurring *Beauveria bassiana* strains against *Ips duplicatus* (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae). *Biol Control*, 204:105740.
- van der Maaten, E., Stolz, J., Thurm, E. A. et al., 2024: Long-term growth decline is not reflected in crown condition of European beech after a recent extreme drought. *For Ecol Manag.*, 551:121516.
- von Schönherr, J., Krautwurst, K., 1979: Beobachtungen über den Buchenborkenkäfer *Taphrorychus bicolor* Hbst. (Col., Scolytidae). *J Pest Sci.*, 52:161–163.
- Wegensteiner, R., Wermelinger, B., Herrmann, M., 2015a: Natural enemies of bark beetles: predators, parasitoids, pathogens, and nematodes. *Bark beetles – biology and ecology of native and invasive species*. London, Academic Press, p. 247–304.
- Wegensteiner, R., Tkaczuk, C., Balazy, S. et al., 2015b: Occurrence of pathogens in populations of *Ips typographus*, *Ips sexdentatus* (Coleoptera, Curculionidae, Scolytinae) and *Hylobius* spp. (Coleoptera, Curculionidae, Curculioninae) from Austria, Poland and France. *Acta Protozool.*, 54:219–232.
- Weigel, R., Bat-Enerel, B., Dulamsuren, C. et al., 2023: Summer drought exposure, stand structure, and soil properties jointly control the growth of European beech along a steep precipitation gradient in northern Germany. *Glob. Change Biol.*, 29:763–779.
- White, T. C. R., 2014: Are outbreaks of cambium-feeding beetles generated by nutritionally enhanced phloem of drought-stressed trees? *J Appl Entomol.*, 139:567–578.
- Wigger, H., 1993: Ökologische Bewertung von Räuber-Beifängen in Borkenkäfer-Lockstoffallen. *Anz Schädlingsskde Pflanzenschutz Umweltschutz*, 66:68–72.

Zach, P., Harz, B., Kulfan, J. et al., 2002: Dispersal of *Taphrorychus bicolor* (Coleoptera, Scolytidae): Males as more active dispersers and unsuccessful colonizations of the beetle on beech trees. *Ekológia*, 21:152–158.

---

## ADRESA

Ing. Juraj Galko, PhD.  
Národné lesnícke centrum – Sekcia pre vedu a výskum  
Lesnícka ochranná služba  
Lesnícka 11  
SK-969 01 Banská Štiavnica  
e-mail: juraj.galko@nlcsk.org