



FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ POČETNOST *TAPHRORYCHUS BICOLOR* V BUKOVÝCH LESÍCH ČR

Ivana Henzlová ▪ Karolina Resnerová ▪ Jaroslav Holuša
Barbora Dvořáková ▪ Jan Šipoš ▪ Otakar Holuša ▪ Jaromír Bláha
Roman Berčák ▪ Jiří Procházka ▪ Jiří Trombik ▪ Tomáš Fiala

Henzlová, I., Resnerová, K., Holuša, J., Dvořáková, B., Šipoš, J., Holuša, O., Bláha, J., Berčák, R., Procházka, J., Trombik, J., Fiala, T.: Factors influencing *Taphrorychus bicolor* abundance in beech forests in the Czech Republic. APOL, 2024, vol. 5, no. 1, p. 85–90.

Abstract: The bark beetle *Taphrorychus bicolor* Herbst is a secondary pest of beech forests, and its population tends to increase with stress on host trees, especially due to drought. Given the limited knowledge of its ecology, a large-scale study was conducted. In 2022, 26 study sites were established in the Czech Republic, with three pheromone traps placed at each site. Environmental variables were assessed in the forests. Additionally, at three sites, 9 piles of logging residues were installed. *Taphrorychus bicolor* Herbst was most abundantly recorded around 600 m a.s.l. Flight activity began at the end of April and ended at the beginning of September. The number of captured females was higher than the number of males, with the male-to-female sex ratio determined to be 1 : 1.25. More individuals were captured in extensive beech complexes than in forest adjacent to non-forested areas. There was no significant relation between the number of entry holes on logging residues and bark beetles' individuals caught in pheromone traps. The monitoring of *T. bicolor* Herbst should prioritize large beech stands situated at an elevation of approximately 600 meters a.s.l. The presence of substantial logging residues within stands creates favorable conditions for the local outbreak of this bark beetles. To mitigate this risk, preventive actions should concentrate on the removal of beech logging residues and infested or damaged wood.

Key words: beech; beech bark beetle; flight activity; elevation; *Fagus sylvatica* L.

Úvod

I přestože je rozsáhlé odumírání bukových lesů zaznamenáváno již od 80. letech 20. století v Německu a Švýcarsku (Schopfer 1985; Fluckiger et al. 1986), po roce 2018 dochází k masivnímu a bezprecedentnímu odumírání bukových lesů z hlediska intenzity a rozsahu napříč celou střední Evropou v důsledku sucha (Rukh et al. 2023; Schmied et al. 2023). Dlouhé periody s nízkým srážkovým úhrnem oslabují vitalitu stromů, čímž je činí náchylnými k napadení sekundárními škůdci (včetně podkorního hmyzu) a patogeny. Řetězení působení škodlivých činitelů na vitalitu stromů poté vede k odumírání celých porostů (Jung 2009). Na území České republiky způsobuje kůrovec *Taphrorychus bicolor* (Herbst 1793) poškození bukových porostů, které má zatím spíše lokální charakter a nepředstavuje rozsáhlé hospodářské škody. Nicméně, vlivem klimatických změn, které mohou vést k častějším a intenzivnějším obdobím sucha, se situace může v budoucnu dramaticky změnit (Barna et al. 2011).

Abychom efektivně předcházeli přemnožení *T. bicolor* Herbst v bukových porostech, je potřeba definovat klíčové parametry jeho výskytu a verifikovat případné zdroje pro namnožení (těžební zbytky). Cílem práce bylo popsat faktory ovlivňující výskyt *T. bicolor* Herbst a doporučit opatření integrované ochrany lesa k optimalizaci monitoringu a prevenci před výskytem lokálního přemnožení *T. bicolor* Herbst v bukových porostech.

Metodika

Pro studii bylo vybráno 26 lokalit v bukových porostech větších než 1 ha v rámci České republiky. Analyzovány byly exogenní proměnné, jako početnost hostitelských dřevin, nadmořská výška, zápoj, věk a struktura

lesa. Množství hostitelských dřevin bylo hodnoceno na třech úrovních: plocha studovaného lesa, okolní bukové lesy v okruhu 500 – 5 000 m (na základě dat z mapování biotopů ČR) a celková plocha souvislého bukového lesa, jehož je lokalita součástí. Stáří lesů bylo rozděleno do kategorií: dospívající (do 100 let), dospělé (101 – 150 let) a přestárlé (nad 150 let). Zápoj byl hodnocen analýzou fotografií oblohy pomocí softwaru ImageJ. Další proměnné zahrnovaly přítomnost podrostu, suchých větví, blízkých bezlesí a čerstvých větví po těžbě. Lesy byly následně klasifikovány na hospodářské a porosty bez managementu.

Na každé studijní lokalitě byly instalovány tři feromonové lapače typu Theysohn ve výšce 150 cm nad zemí, umístěné na kovových stojanech s rozestupy přibližně 20 metrů. Dne 15. dubna 2022 byly do lapačů vloženy feromonové odparníky beech bark beetle lure (<https://www.alphascents.com/beech-bark-beetle.html>), obsahující specifický feromon bicolorin. Po deseti týdnech byly odparníky vyměněny, a lapače byly vybírány v intervalech jednoho nebo dvou týdnů podle dostupnosti lokalit. Lapače zůstaly v terénu do konce září 2022.

Počty jedinců *T. bicolor* Herbst byly určovány pomocí odměrného válce, přičemž 1 ml odpovídal přibližně 440 jedincům (na základě testů provedených na 100 vzorcích, kde byli brouci počítáni jednotlivě). Menší vzorky byly počítány individuálně. Vždy 50 jedinců bylo určeno do pohlaví dle determinačních znaků na hlavě a zakončení krovek (obr. 1).



Obrázek 1. (vpravo) Samice *T. bicolor* Herbst s výrazným žlutým ochlupením na čele a vyklenutou zadní částí krovek, (vlevo) samec *T. bicolor* Herbst s řídkým a odstátým ochlupením a ostře uťatou zadní částí krovek

Figure 1. (right) Female *T. bicolor* Herbst with pronounced yellow hairs on the forehead and convex posterior part of the elytrae, (left) male *T. bicolor* Herbst with sparse hairs and sharply cut posterior part of the elytrae

Statistické analýzy byly provedeny na základě rozdělení odchycených jedinců do přezimujících (P) a dceřiné generace (F1). Generace F1 byla identifikována podle odchytů z konce června, zatímco brouci odchycení později byli rovněž považováni za součást této generace. Ke zkoumání vztahů mezi proměnnými prostředí a početností *T. bicolor* Herbst byla použita regresní analýza pomocí zobecněných lineárních modelů se smíšeným efektem (GLMM) a negativním binomickým rozdělením.

Na třech lokalitách (okolí Tišnova) byly do blízkosti feromonových lapačů umístěny hromady těžebních zbytků (celkem 9) (obr. 2) v průměrném počtu 15 zbytků, průměrné délky 1,58 m a průměru okolo 5 cm, které byly v červenci revidovány. Z hromady bylo náhodně vybráno 5 kusů těžebních zbytků odlišných tloušťek. Každý vybraný těžební zbytek byl rozdělen na 3 sekce. Sekce o délce 20 cm byly označeny na začátku, uprostřed a na konci těžebního zbytku. V každé označené sekci byl po obvodu spočítán počet závrťů (obr. 3) a byl změřen průměr těžebního zbytku v tomto místě. Dle zjištěných rozměrů byla vypočítána plocha analyzované sekce a přečíslována na m². Výsledky byly srovnány s odchty do nejbližšího feromonového lapače.

Výsledky

Celkem bylo na 26 studijních lokalitách odchyceno přes 800 000 jedinců *Taphrorychus bicolor* Herbst. Ve vzorcích, ve kterých byl zjišťován poměr pohlaví bylo napočítáno 14 343 samců a 17 774 samic. Poměr pohlaví samců a samic byl tedy stanoven na 1 : 1,25. Jedinci *T. bicolor* Herbst byli zaznamenáni po celé vegetační



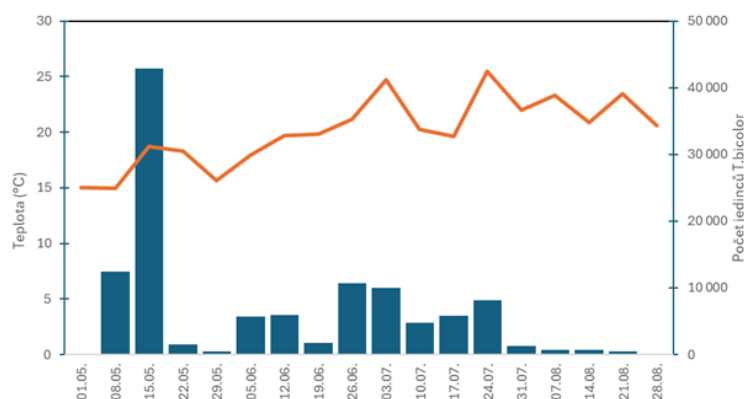
Obrázek 2. Připravené větve buku
Figure 2. Prepared beech branches



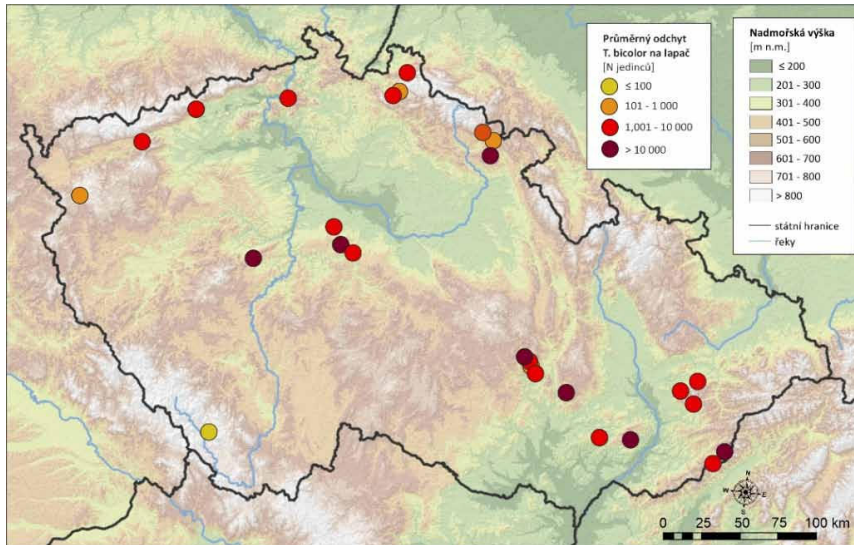
Obrázek 3. Závrtý *T. bicolor* Herbst na větvích buku
Figure 3. *T. bicolor* Herbst entry holes on beech branches

období. Letová aktivita započala na konci dubna a skončila začátkem září. Byly zaznamenány dva vrcholy letové aktivity, a to v polovině května a druhý na začátku července (obr. 4). Celkové počty odchytených jedinců v rámci studovaných lokalit se v roce 2022 značně lišily. Nejnižší počet odchytených jedinců (méně než 100) byl na lokalitě u Arnoštova v izolovaném bukovém lese na Šumavě (jižní Čechy), naopak nejvyšší počet (57 835 jedinců) byl zaznamenán v přírodní rezervaci Holý kopec v Chříbech (jihovýchodní Morava). Na čtyřech lokalitách bylo zachyceno méně než 1 000 jedinců, přestože se nacházejí v rozsáhlých bukových porostech. Naopak na šesti studovaných lokalitách bylo odchyteno více než 10 000 jedinců (obr. 5).

Celkový počet odchytených jedinců *T. bicolor* Herbst do feromonových lapačů se zvyšoval s rostoucí plochou přilehlých bučin a souvisel s nadmořskou výškou lokalit. Početnost odchytených jedinců byla nejvyšší v nadmořské výšce okolo 600 m n. m. a postupně klesala pod 400 m n. m. a stejně tak i ve vyšších nadmořských výškách, kde nejnižší početnost byla v 900 m n. m. Naopak negativně působila na početnost *T. bicolor*



Obrázek 4. Letová aktivita *Taphrorychus bicolor* Herbst v roce 2022 na území ČR, lokalita Tišnov
Figure 4. Flight activity of *Taphrorychus bicolor* Herbst in 2022 in the Czech Republic, Tišnov site



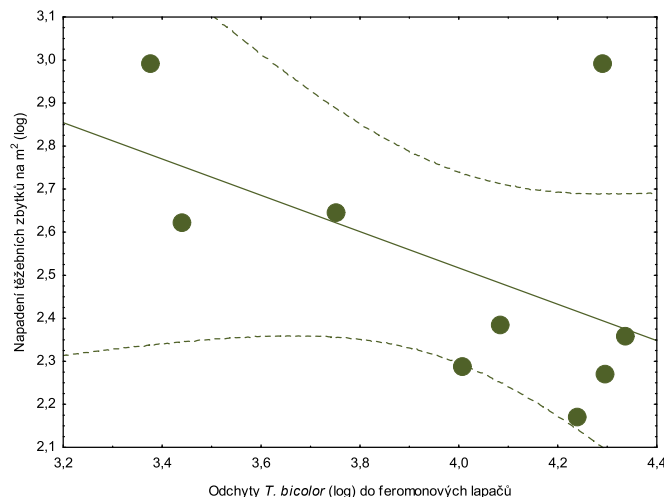
Obrázek 5. Studijní lokality s průměrnými odchty *T. bicolor* Herbst na jeden lapač v roce 2022

Figure 5. Study sites with average *T. bicolor* Herbst captures per pheromone trap in 2022

Herbst přítomnost sousedního bezlesí ve srovnání se studijními lokalitami, kde byl porost ze všech stran obklopen jinými lesními komplexy.

Pro rodičovskou generaci byly významné stejné proměnné jako pro celkový počet odchycených dospělců *T. bicolor* Herbst: přilehlá plocha buku měla pozitivní vliv, zatímco nadmořská výška a blízkost bezlesí měly negativní vliv na celkovou početnost. Početnost dceřiné generace se významně zvyšovala s přítomností bukových porostů do vzdálenosti 1 000 metrů.

Celkem bylo na lokalitách v okolí Tišnova instalováno 136 kusů těžebních zbytků. Průměrné napadení bylo 425 závrťů na m². Počet závrťů *Taphrorychus bicolor* Herbst a odchty do feromonových lapačů mezi sebou nevykazovaly žádný statisticky signifikantní vztah, i když je patrný trend menšího napadení těžebních zbytků při vyšším odchytu jedinců do lapačů (obr. 6). Obdobně nebyl nálet na těžební zbytky a odchyt do feromonových lapačů ovlivněn objemem ponechaného materiálu.



Obrázek 6. Průměrný počet závrťů (log) *Taphrorychus bicolor* Herbst na m² a počet odchycených jedinců do feromonových lapačů (log) na studijních lokalitách v roce 2022

Figure 6. Average number of *Taphrorychus bicolor* Herbst entry holes (log) per m² and number of individuals captured in pheromone traps (log) at study sites in 2022

Diskuse a závěr

První odchyt jedinců *Taphrorychus bicolor* Herbst do feromonových lapačů proběhl na konci dubna 2022, přičemž hlavní letová aktivita se soustředila do první poloviny května. Tento pozdní začátek letové aktivity byl způsoben chladným a deštivým počasím. Naopak, letová aktivita přezimující generace od konce června do července byla prodloužená a nepravidelná. Pfeffer (1955) podobně zaznamenal v podmínkách střední Evropy první aktivní imaga v dubnu a další generaci v červnu a červenci. Podrobné pozorování Mucka (2008) potvrzuje odchyt prvních imag *T. bicolor* Herbst již v dubnu, s vrcholem v polovině dubna a následně na přelomu května a června.

Poměr pohlaví samců ku samicím byl stanoven na 1 : 1,25. Pozorované rozdíly v poměru pohlaví jedinců odchycených do feromonových lapačů u obou generací mohou být vysvětleny specifickým chováním samců. Samci jsou obvykle první, kdo přilétají k hostitelským stromům, kde začnou uvolňovat sexuální feromony, aby přilákali samice (Zach et al. 2002). U některých polygammních druhů kůrovců však bylo zjištěno, že samci v blízkosti zdroje feromonů reagují primárně na vizuální podněty, například na přítomnost stromů, zatímco samice se více orientují podle zvyšující se koncentrace feromonů v prostředí (Byers 1983). To naznačuje, že samice jsou častěji odchyceny v lapačích, což může výrazně ovlivnit výsledný poměr pohlaví.

Hojněji byli jedinci odchytáváni v rozsáhlejších komplexech bukového lesa. Méně jedinců bylo odchyceno, pokud porost sousedil s trvalým bezlesím. Počet odchycených jedinců dceřiné generace byl větší, pokud se v okruhu 1 000 metrů od studijních lokalit nacházela souvislejší plocha bukových porostů. V optimálních podmínkách pro růst buků jsou stromy největší napříč celým výškovým spektrem a mají největší plochy korun. V nižších i vyšších nadmořských výškách se plocha korun snižuje (Holuša & Holuša 2008, 2010; Holuša et al. 2018). Největší stromy mají více odumřelých větví, což vytváří vhodné podmínky pro *T. bicolor* Herbst. Navíc v důsledku koevoluce hostitelských stromů a herbivorů nabízejí tyto nadmořské výšky optimální kombinaci vlhkosti a teploty (Raffa et al. 2015).

Mezi počtem závrtů na instalovaných těžebních zbytcích a počtem jedinců odchycených do feromonových lapačů nebyl zjištěn žádný významný vztah. Průměrný počet závrtů na těžebním zbytku dosahoval hodnoty 425 závrtů/m² při průměrné tloušťce zbytku 0,05 m. V rozvolněných porostech s dostatkem světla mohou ponechané těžební zbytky vykazovat až 800 závrtů/m², jak uvádějí Kappes & Werner (2004). Tento značný rozdíl v míře osídlení těžebních zbytků lze přisoudit tloušťce analyzovaných zbytků, neboť podle Mucka (2008) byl největší počet závrtů zjištěn u větví s tloušťkou 0,15 – 0,21 m, zatímco těžební zbytky s tloušťkou 0,05 – 0,07 m měly výrazně nižší míru osídlení, podobně jako objemnější zbytky s tloušťkou 0,4 – 0,6 m. Dalším faktorem, který mohl přispět k nižšímu osídlení těžebních zbytků, je skutečnost, že porosty vybrané pro tuto studii byly plně zapojené a nedostatek světla v porostu mohl ovlivnit výsledky.

Do bukových porostů situovaných v nadmořské výšce okolo 600 m n. m. nacházejících se ve větším lesním komplexu by měl být soustředěn monitoring a další preventivní opatření. Přítomnost značného množství těžebních zbytků v porostech vytváří příznivé podmínky pro lokální přemnožení *T. bicolor* Herbst. Preventivní opatření by měla být zaměřena na vyhledávání a následné odstranění těžebních zbytků a napadeného nebo poškozeného dřeva.

Poděkování

Děkujeme za pomoc při sběru brouků z lapačů Jiřímu Noskovi, Tomáši Holíkovi, Denisu Žižkovi, Adamu Hroníkovi, Janě Hlušíčkové, Vítězslavu Frouzovi a Jiřímu Křivánkovi. Děkujeme řediteli městských lesů „Městské lesy Liberec, p. o.“ Jiřímu Blimlovi, za prvotní impuls a zpřístupnění městských lesů. Dále děkujeme Interní grantové agentuře Fakulty lesnické a dřevařské ČZU v Praze za podporu vědeckovýzkumné činnosti (projekt 43150/1312/3126).

Literatúra

Barna, M., Bublinc, E., Kulfan, J., 2011: Buk a bukové ekosystémy Slovenska/Beech and beech ecosystems of Slovakia. Bratislava, Veda, 634 pp.

- Byers, J. A., 1983: Sex-specific responses to aggregation pheromone: regulation of colonization density in the bark beetle *Ips paraconfusus*. *Journal of Chemical Ecology*, 9:129–142.
- Fluckiger, W., Braun, S., Leonardi, S., Asche, N., Fluckiger-Keller, H., 1986: Factors contributing to forest decline in northwestern Switzerland. *Tree Physiology*, 1:177–184.
- Holuša, O., Holuša, J., 2008: Characteristics of 3rd (*Quercus-fageta* s. lat.) and 4th (*Fageta (abietis)* s. lat.) vegetation tiers of north-eastern Moravia and Silesia (Czech Republic). *Journal of Forest Science*, 54:439–451.
- Holuša, O., Holuša, J., 2010: Characteristics of 5th (*Abieti-fageta* s. lat.) and 6th (*Picei-fageta* s. lat.) vegetation tiers of north-eastern Moravia and Silesia (Czech Republic). *Acta Musei Beskydensis*, 2:49–62.
- Holuša, O., Mikulenčák, J., Holušová, K., 2018: Habituální variabilita buku lesního (*Fagus sylvatica*) v Západních Karpatech na území České republiky. In: Hrubá, V., Friedl, M. (eds.): *Geobiocenologie a lesnická typologie a jejich aplikace v lesnictví a krajinářství. Sborník recenzovaných příspěvků. Geobiocenologické spisy č. 17.*
- Jung, T., 2009: Beech decline in Central Europe driven by the interaction between *Phytophthora* infections and climatic extremes. *Forest Pathology*, 39:73–94.
- Kappes, H., Werner, T., 2004: Emergence of Coleoptera from deadwood in a managed broadleaved forest in central Europe. *Biodiversity and Conservation*, 13:1905–1924.
- Muck, M., 2008: Verstärktes Auftreten den Kleinen Buchenborkenkäfers in Bayern Aktuelle Erkenntnisse zur Schwärmaktivität und zum Befallsverhalten in Abhängigkeit von Lufttemperatur und Holzfeuchte. *Forstschutz Aktuell*, 45:6–8.
- Pfeffer, A., 1955: *Fauna ČSR, Kůrovci – Scolytoidea*. Praha, Nakladatelství ČAV, 324 pp.
- Raffa, K. F., Aukema, B. H., Bentz, B. J., Carroll, A. L., Hicke, J. A., Turner, M. G. et al., 2008: Cross-scale drivers of natural disturbances prone to anthropogenic amplification: The dynamics of bark beetle eruptions. *BioScience*, 58:501–517.
- Rukh, S., Sanders, T. G. M., Krüger, I., Schad, T., Bolte, A., 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., Uhl, E., Schmucker, J., Fath, J. et al., 2023: Rapid beech decline under recurrent drought stress: Individual neighborhood structure and soil properties matter. *Forest Ecology and Management*, 545:121305.
- Schopfer, W., 1985: Waldschadenssituation 1985 in Baden-Württemberg. *Allgemeine Forstzeitschrift*, 51152:1381–1384.
- Zach, P., Harz, B., Kulfan, J., Topp, W., Zelinkova, D., Anderson, J., 2002: Dispersal of *Taphrorychus bicolor* (Coleoptera, Scolytidae): males as more active dispersers and unsuccessful colonizations of the beetle on beech trees. *Ekologia*, 21:152–158.

ADRESA

Ing. Ivana Henzlová
Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta lesnická a dřevařská
Kamýcká 129
CZ–165 00 Praha-Suchdol
e-mail: henzlovai@fld.czu.cz