

VLIV MECHOROSTŮ NA ABUNDANCI KLIKOROHA BOROVÉHO (*HYLOBIUS ABIETIS*)EFFECT OF MOSS COVER ON THE ABUNDANCE OF THE LARGE PINE WEEVIL (*HYLOBIUS ABIETIS*)

ADAM VÉLE

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Strnady 136, 252 02 Jíloviště, Czech Republic

✉ e-mail: adam.vele@centrum.cz

ABSTRACT

Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) is a common economic tree in European forests. Pine forests have been damaged due to the outbreak of bark beetles in recent years. As a result, there is a need to reforest large clearings. Replanting conifers seedlings is difficult due to damage caused by the large pine weevil (*Hylobius abietis*). Knowledge of the influence of environmental parameters on the development of weevils is a prerequisite for reducing abundance. The large pine weevil is tied to fresh stumps in its development. We studied the number of adults leaving the pine stumps in dependence on stump diameter, canopy closure, vegetation and moss cover. The results showed that the weevils respond positively to moss cover near the stumps. The presence of moss probably affects the microclimate and reduces predation risk. Both can positively affect the selection of stumps by females and subsequent development of larvae. Moss removal can be a way how to reduce the damage caused by the large pine weevils.

For more information see Summary at the end of the article.

Klíčová slova: klikoroh borový; sazenice; pařez; poškození; prostředí; půda

Key words: large pine weevil; seedlings; stump; damage; environment; soil

ÚVOD

Borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.) má v evropských lesích dlouhodobě vysoké zastoupení (DURRANT et al. 2016). Hospodářské borové lesy čelí v poslední době silnému tlaku podkorního hmyzu (KUNCA 2021; GRODZKI, JABŁOŃSKI 2021; LIŠKA et al. 2021). Pěstování jehličnatých monokultur je proto rizikové z ekonomického i ekologického hlediska (LÖF et al. 2010; HLÁSNÝ, TURČÁNI 2013; NEUNER, KNOKE 2017). I přesto je do budoucna vzhledem k růstovým vlastnostem a širokým možnostem využití počítáno s poměrně vysokým zastoupením borovic v lesích (SURMIŃSKI 2007; RUOTSALAINEN, PERSSON 2013; MZE 2021; RUIZ-PEINADO et al. 2021). Výsadby jehličnanů na holinách jsou poškozovány klikorohem borovým (*Hylobius abietis* L.), který dlouhodobě patří mezi hlavní hospodářsky nežádoucí druhy jehličnatých lesů (LEATHER et al. 1999; LALÍK et al. 2021).

Klikoroh borový patří mezi velmi dobře prozkoumané druhy. Souhrn poznatků podává např. LALÍK et al. (2021). Samice klikorohů

kladou vajíčka do půdy a na kořeny čerstvých pařezů, kde larvy žijí pod kůrou. Dospělci se ve středoevropských podmínkách líhnou ve dvou vlnách v květnu až červnu a srpnu až září (SKRZECZ et al. 2021). Hospodářské škody způsobují svým následným úživným zírím, při němž okusují kůru a lýko především jehličnatých stromků (LEATHER et al. 1999). K nárůstu populace klikorohů a následnému poškození sazenic dochází především při holosečném hospodaření, jež broukům zajišťuje dostatek potravy i zdrojů pro rozmnožování (LÄNGSTRÖM, DAY 2004). Díky své schopnosti migrace a citlivé detekce volatilních látek jsou schopni nalézt i vzdálené pro rozmnožování vhodné paseky (SOLBRECK, GYLDBERG 1979; NORDENHEM, EIDMANN 1991; KENNEDY et al. 2006). V souvislosti se zalesňováním kalamitních holin a změnou klimatu se očekává, že škody způsobené klikorohem budou do budoucna narůstat (WAINHOUSE et al. 2001; INWARD et al. 2012; LORENC, VÉLE 2021).

K omezení klikorohy působených škod lze s větší či menší úspěšností využívat mnoho metod např.: chemickou (insekticidy, repelenty)

a mechanickou (voskování, ochranné límce) ochranu sazenic, přímé snižování velikosti populace (odchytávání brouků do pastí), biologickou a biotechnickou ochranu (skarifikace půdy, odstraňování pařezů, entomopatogenní houby a hlístice) (LÅNGSTRÖM, DAY 2004; RAHMAN et al. 2018; LALÍK et al. 2021; SKRZECZ et al. 2021). Pravidla integrované ochrany rostlin doporučují přednostní využití preventivních metod, např. omezení růstu populace úpravou environmentálních podmínek (FLINT 2012). V případě klikoroha borového se jedná o pařezy a jejich okolí. Z tohoto důvodu jsme studovali počty klikorohů líhnoucích se z pařezů v závislosti na vybraných parametrech prostředí.

MATERIÁL A METODIKA

V borových porostech poblíž Lipníku (okres Mladá Boleslav) a Třebechovic pod Orebem (okres Hradec Králové) bylo počátkem jara v roce 2019 náhodně vybráno 36 borových pařezů vzniklých nahodilou těžbou v předchozím roce. K odchytu brouků byly použity na pařezy instalované fotoeklektorové pasti složené ze světlu nepropustné textilie (při zemi obsypané zeminou) a průhledné odchytové nádoby (VÉLE 2022). Pasti byly instalovány od března do října 2019 a 2020. Z parametrů prostředí jsme zaznamenávali tloušťku pařezu, korunový zápoj a pokryvnost cévnatých rostlin a mechorostů v okruhu 5 m od pařezu. Získaná data byla vyhodnocena pomocí generalizovaného lineárního modelu v program IBS SPSS (DENIS 2019).

VÝSLEDKY A DISKUSE

Celkem bylo odchyceno 300 jedinců ($9,4 \pm 2,0$ /pařez). V sedmi případech nebyl z pařezu odchycen žádný jedinec, nejvíce bylo odchyceno 43 jedinců. Většina brouků se vylíhla již v následujícím roce po těžbě. Z výsledků analýzy je zřejmé, že pouze pokryvnost povrchu mechorosty měla signifikantní (pozitivní) vliv ($\chi^2 = 17,07$, $p = 0,01$) na počet odchycených klikorohů. Obdobný vztah mezi přítomností mechorostů a okusem sazenic studovali ÖRLANDER a NORDLANDER (2003), výsledky jejich studie však nebyly průkazné. Naopak za jednoznačně pozitivní metodu při snižování škod je považována skarifikace půdy v okolí sazenic, jež s odstraněním mechorostů (stejně jako dalších rostlin) souvisí (ÖRLANDER, NORDLANDER 2003; PETERSSON et al. 2005; PETERSSON, ÖRLANDER 2011). Na minerálních, humusu zbavených půdách se brouci zdržují kratší dobu, čímž se pravděpodobně snaží vyhnout přímému slunečnímu záření a vysokému riziku napadení přirozenými nepřáteli (KINDVALL et al. 2000; PETERSSON, ÖRLANDER 2005). Mechorosty v důsledku své vysoké evapotranspirace vytvářejí přívětivější mikroklima (HEIJMANS et al. 2004; STARTSEV et al. 2007), jež se může odrážet ve výběru ploch pro kladení vajíček. Mikroklima s nižším rozsahem teplotních extrémů a vyššími teplotami půdy v chladných měsících může pozitivně ovlivňovat také přežívání a rychlost vývoje larev (OZOLS 1989 in LEATHER et al. 1999; STARTSEV et al. 2007).

Obdobný vliv by bylo možné očekávat i u vysoké pokryvnosti cévnatých rostlin (ÖRLANDER, NORDLANDER 2003), který se v naší studii neprokázal. Vysvětlení lze hledat ve skutečnosti, že cévnaté rostliny ovlivňují mikroklima půdy méně než mechorosty a výskyt nektarodárných rostlin navyšuje početnost parazitoidů, čímž snižuje počet vylíhnuvších se brouků (HENRY, DAY 2001; HEIJMANS et al. 2004; STARTSEV et al. 2007). Nepozorovaný rozdíl mezi lokalitami je pravděpodobně důsledkem skutečnosti, že obě studovaná místa se nacházejí v územích s rozpadem borových porostů (LIŠKA et al. 2021), a tudíž podmínkami vhodnými pro vysoké abundance klikorohů. Nepotvrzená závislost počtu vylíhnuvších dospělců na tloušťce pařezů se odvíjí

od stejnověkosti porostů, resp. nízkých rozdílů v tloušťce studovaných pařezů (MOORE et al. 2004).

Odstraňování mechorostů v okolí pařezu se jeví jako vhodné opatření, omezující počet líhnoucích se klikorohů, mající ve srovnání např. s odstraňováním pařezů či chemickou ochranou sazenic nižší nežádoucí dopady na okolní ekosystém. I přes jednoznačnost výsledků pro lesnickou praxi by přesný vliv mechorostů bylo vhodné ověřit pomocí experimentů. Při použití metody nelze opomíjet skutečnost, že i mechorosty jsou důležitou složkou lesních ekosystémů (STARTSEV et al. 2007; BOŽANIČ et al. 2013; TÁBORSKÁ et al. 2020). Za nejvhodnější opatření omezující škody způsobené žírem klikorohů lze proto i nadále považovat vysoký podíl listnatých sazenic (WAINHOUSE et al. 2001; AWMACK, LEATHER 2002).

Poděkování:

Studie vznikla za podpory NAZV (projekt QK1920406 a QK22020062) a v rámci spolupráce s Městskými lesy Hradec Králové, a. s., a Vojenskými lesy a statky, divize Mimoň.

LITERATURA

- AWMACK C., LEATHER S. 2002. Host plant quality and fecundity in herbivorous insects. *Annual Review of Entomology*, 47: 817–844. DOI: 10.1146/annurev.ento.47.091201.145300
- BOŽANIČ B., HRADÍLEK Z., MACHAČ O., PIŽL V., ŠTÁHLAVSKÝ F., TUFOVÁ J., VÉLE A., TUF I.H. 2013. Factors affecting invertebrate assemblages in bryophytes of the Litovelské luhy National Nature Reserve, Czech Republic. *Acta Zoologica Bulgarica*, 65: 197–206.
- DENIS D.J. 2019. SPSS data analysis for univariate, bivariate, and multivariate statistics. London, Wiley: 224 s.
- DURRANT T., DE RIGO D., CAUDULLO G. 2016. *Pinus sylvestris* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. In: San-Miguel-Ayán J. et al. (eds.): *European atlas of forest tree species*. Luxembourg, Publications Office of the European Union: 197 s.
- FLINT M.L. 2012. IPM in practice. Principles and methods of integrated pest management. Oakland, University of California Agriculture and Natural Resources: 292 s.
- GRODZKI W., JABŁOŃSKI T. 2021. Główne problemy ochrony lasu w Polsce w roku 2020 i prognoza na rok 2021. In: Lorenc F. (ed.): *Škodliví činitelé v lesích Česka 2020/2021. Ochrana lesa na kalamitních holinách. Sborník referátů z celostátního semináře s mezinárodní účastí*. 6. 5. 2021. Zpravodaj ochrany lesa, 24: 32–39.
- HEIJMANS M.M.P.D., ARP W.J., CHAPIN F.S. 2004. Controls on moss evaporation in a boreal black spruce forest. *Global Biogeochemical Cycles*, 18 (2): DOI: 10.1029/2003GB002128
- HENRY C.J., DAY K.R. 2001. Egg allocation by *Bracon hylobii* Ratz., the principal parasitoid of the large pine weevil (*Hylobius abietis* L.), and implications for host suppression. *Agricultural and Forest Entomology*, 3: 11–18. DOI: 10.1046/j.1461-9563.2001.00080.x
- HLÁSNÝ T., TURČÁNI M. 2013. Persisting bark beetle outbreak indicates the unsustainability of secondary Norway spruce forests. *Annals of Forest Science*, 70: 481–491. DOI: 10.1007/s13595-013-0279-7
- INWARD D.J.G., WAINHOUSE D., PEACE A. 2012. The effect of temperature on the development and life cycle regulation of the pine weevil *Hylobius abietis* and the potential impacts of climate

- change. *Agricultural and Forest Entomology*, 14: 348–357. DOI: 10.1111/j.1461-9563.2012.00575.x
- KENNEDY S., CAMERON A., THOSS V., WILSON M. 2006. Role of monoterpenes in *Hylobius abietis* damage levels between cuttings and seedlings of *Picea sitchensis*. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 21: 340–344. DOI:10.1080/02827580600792582
- KINDVALL O., NORDLANDER G., NORDENHEM H. 2000. Movement behaviour of the pine weevil *Hylobius abietis* in relation to soil type: an arena experiment. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 95: 53–61. DOI: 10.1023/A:1003965811330
- KUNCA A. 2021. Ochrana lesa na Slovensku v roku 2020 a prognóza na rok 2021. *APOL*, 2: 3–7.
- LALÍK M., GALKO J., KUNCA A., NIKOLOV C., RELL S., ZÚBRİK M., DUBEC M., VAKULA J., GUBKA A., LEONTOVYČ R., LONGAUEROVÁ V., KONÔPKA B., HOLUŠA J. 2021. Ecology, management and damage by the large pine weevil (*Hylobius abietis*) (Coleoptera: Curculionidae) in coniferous forests within Europe. *Central European Forestry Journal*, 67: 91–107. DOI: 10.2478/forj-2021-0005
- LÅNGSTRÖM B., DAY K.R. 2004. Damage, control and management of weevil pests, especially *Hylobius abietis*. In: Lieutier, F. et al. (eds.): *Bark and wood boring insects in living trees in Europe: a synthesis*. Dordrecht, Springer: 415–444.
- LEATHER S.R., DAY K.R., SALISBURY A.N. 1999. The biology and ecology of the large pine weevil, *Hylobius abietis* (Coleoptera: Curculionidae): a problem of dispersal? *Bulletin of Entomological Research*, 89: 3–16. DOI: 10.1017/S0007485399000024
- LIŠKA J., KNÍŽEK M., VÉLE A. 2021. Evaluation of insect pest occurrence in areas of calamitous mortality of Scots pine. *Central European Forestry Journal*, 67: 85–90. DOI: 10.2478/forj-2021-0006
- LÖF M., BERGQUIST J., BRUNET J., KARLSSON M., WELANDER N.T. 2010. Conversion of Norway spruce stands to broadleaved woodland-regeneration systems, fencing and performance of planted seedlings. *Ecological Bulletins*, 53: 165–174.
- LORENC F., VÉLE A. 2021. Problematika obnovy kalamitních holin z hlediska hmyzích škůdců a patogenů dřevin. In: Lorenc F. (ed): *Škodliví činitelé v lesích Česka 2020/2021. Ochrana lesa na kalamitních holinách. Sborník referátů z celostátního semináře s mezinárodní účastí*. 6. 5. 2021. Zpravodaj ochrany lesa, 24: 64–71.
- MOORE R., BRIXEY J.M., MILNER A.D. 2004. Effect of time of year on the development of immature stages of the Large Pine Weevil (*Hylobius abietis* L.) in stumps of Sitka spruce (*Picea sitchensis* Carr.) and influence of felling date on their growth, density and distribution. *Journal of Applied Entomology*, 128: 167–176. DOI: 10.1111/j.1439-0418.2004.00828.x
- MŽE. 2021. Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2020. Praha, Ministerstvo zemědělství: 124 s.
- NEUNER S., KNOKE T. 2017. Economic consequences of altered survival of mixed or pure Norway spruce under a dryer and warmer climate. *Climatic Change*, 140: 519–531. DOI: 10.1007/s10584-016-1891-y
- NORDENHEM H., EIDMANN H.H. 1991. Response of the pine weevil *Hylobius abietis* L. (Col., Curculionidae) to host volatiles in different phases of its adult life cycle. *Journal of Applied Entomology*, 112: 353–358. DOI: 10.1111/j.1439-0418.1991.tb01067.x
- ÖRLANDER G., NORDLANDER G. 2003. Effects of field vegetation control on pine weevil (*Hylobius abietis*) damage to newly planted Norway spruce seedlings. *Annals of Forest Science*, 60: 667–671. DOI: 10.1051/forest:2003059
- PETERSSON M., ÖRLANDER G., NORDLANDER G. 2005. Soil features affecting damage to conifer seedlings by the pine weevil *Hylobius abietis*. *Forestry: An International Journal of Forest Research*, 78: 83–92. DOI: 10.1093/forestry/cpi008
- PETERSSON M., ÖRLANDER G. 2011. Effectiveness of combinations of shelterwood, scarification, and feeding barriers to reduce pine weevil damage. *Canadian Journal of Forest Research*, 33: 64–73. DOI: 10.1139/x02-156
- RAHMAN A., VIIRI H., TIKKANEN O.-P. 2018. Is stump removal for bioenergy production effective in reducing pine weevil (*Hylobius abietis*) and *Hylastes* spp. breeding and feeding activities at regeneration sites? *Forest Ecology and Management*, 424: 184–190. DOI: 10.1016/j.foreco.2018.05.003
- RUIZ-PEINADO R., PRETZSCH H., LÖF M., HEYM M., BIELAK K., ALDEA J., BARBEITO I., BRAZAITIS G., DRÖSSLER L., GODVOD K., GRANHUS A., HOLM S.-O., JANSONS A., MAKRIKIEŅĒ E., METSLAID M., METSLAID S., NOTHDURFT A., OTTO JUEL REVENTLOW D., SITKO R., STANKEVIČIENĒ G., RÍO M. 2021. Mixing effects on Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) productivity along a climatic gradient across Europe. *Forest Ecology and Management*, 482: 118834. DOI: 10.1016/j.foreco.2020.118834
- RUOTSALAINEN S., PERSSON T. 2013. Scots pine – *Pinus sylvestris*. In: Mullin T.J., Lee S. (eds): *Best practice for tree breeding in Europe*. Uppsala, Skogforsk: 49–63.
- SKRZECZ I., SUKOVATA L., JABŁOŃSKI T., SOWIŃSKA A., SZMIDLA H. 2021. Spatio-temporal distribution of *Hylobius abietis* in Scots pine stands – implications for pest monitoring. *Journal of Pest Science*, 94: 1393–1404. DOI: 10.1007/s10340-021-01339-6
- SOLBRECK C., GYLDBERG B. 1979. Temporal flight pattern of the large pine weevil, *Hylobius abietis* L. (Coleoptera, Curculionidae), with special reference to the influence of weather. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, 88: 532–536. DOI: 10.1111/j.1439-0418.1979.tb02532.x
- STARTSEV N.A., LIEFFERS V.J., MCNABB D.H. 2007. Effects of feathermoss removal, thinning and fertilization on lodgepole pine growth, soil microclimate and stand nitrogen dynamics. *Forest Ecology and Management*, 240: 79–86. DOI: 10.1016/j.foreco.2006.12.010
- SURMIŃSKI J. 2007. Wood properties and uses. In: Tjoelker M.G. et al. (eds.): *Biology and ecology of Norway spruce*. Dordrecht, Springer: 333–342.
- TÁBORSKÁ M., KOVÁCS B., NÉMETH C., ÓDOR P. 2020. The relationship between epixylic bryophyte communities and microclimate. *Journal of Vegetation Science*, 31: 1168–1180. DOI: 10.1111/jvs.12919
- VÉLE A., 2022: Pine or spruce? Comparison of stump suitability for the large pine weevil *Hylobius abietis* (L.) development. *Sylwan*, 166: 114–122. DOI: 10.26202/sylwan.2021102
- WAINHOUSE D., ASHBURNER R., BOSWELL R. 2001. Reproductive development and maternal effects in the pine weevil *Hylobius abietis*. *Ecological Entomology*, 26: 655–661. DOI: 10.1046/j.1365-2311.2001.00361.x

Short communication

EFFECT OF MOSS COVER ON THE ABUNDANCE OF THE LARGE PINE WEEVIL (*HYLOBIUS ABIETIS*)

SUMMARY

Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) has an overall economic value and spread in European forests (RUOTSALAINEN, PERSSON 2013; DURRANT et al. 2016). Pine forests have recently been exposed to the bark beetle's outbreak (KUNCA 2021; LIŠKA et al. 2021), which is reflected in the large area of replanted clearings. The planting of conifers on larger clearings is often hampered by the harmful impact of large pine weevil (*Hylobius abietis* L.), one of the main forest pests in Europe. This species is associated with fresh coniferous stumps (LEATHER et al. 1999; LALÍK et al. 2021). Many methods are used to reduce weevils' damage, however, none of them is ideal. The rules of integrated plant protection recommend the preferential use of preventive strategies, such as limiting reproduction success (FLINT 2012). The numbers of adults leaving the pine stumps in dependence on stump diameter, canopy closure, vegetation and moss cover within a radius of 5 m from stumps were evaluated. The obtained data were analyzed using a generalized linear model in the IBS SPSS program (DENIS 2019).

In total, 300 individuals (9.4 ± 2.01 per stump) were captured. In seven cases, no individuals were captured from a stump. The highest number of individuals captured from one stump was 43. Most beetles hatched in the first year after felling. Only the coverage of mosses had a significant (positive) effect ($\chi^2=17.07$; $p=0.01$) on the number of beetles. A similar relationship between the presence of moss and seedling damage was studied by ÖRLANDER and NORDLANDER (2003), but their results do not provide clear conclusions. On the contrary, soil scarification in seedlings surroundings, which is similar to removing mosses (and other plants), has a positive effect in reducing damage (ÖRLANDER, NORDLANDER 2003; PETERSSON et al. 2005; PETERSSON, ÖRLANDER 2011). On bare soils, beetles stay for a shorter time, thus avoiding direct sunlight and the high risk of predation (KINDVALL et al. 2000; PETERSSON, ÖRLANDER 2005).

Mosses provide a more suitable microclimate from which weevils can benefit when selecting a place for egg-laying (HEIJMANS et al. 2004; STARTSEV et al. 2007). A more suitable microclimate (lower range of temperature extremes, higher soil temperatures) under mosses during colder months also affects larvae's survival and developmental rate (Ozols 1989 in LEATHER et al. 1999; STARTSEV et al. 2007). A similar effect could be expected for vascular plant cover (ÖRLANDER, NORDLANDER 2003), not shown in our study. The explanation may be that vascular plants affect soil microclimate less than moss (HENRY, DAY 2001; STARTSEV et al. 2007). And secondary, the presence of nectarivorous plants increases the abundance of weevils' parasitoids (HEIJMANS et al. 2004).

Removing moss around the stump seems to be an appropriate measure to reduce the number of hatching weevils, which will have lower undesirable impacts on the surrounding ecosystem than stump removal or chemical protection of seedlings. Although the results are unambiguous for forest management, the specific effects of mosses should be verified by experiments. However, it cannot be neglected that mosses are also an important part of forest ecosystems, and its removal can have a negative effect (STARTSEV et al. 2007; BOŽANIĆ et al. 2013; TÁBORSKÁ et al. 2020). Therefore, a high proportion of deciduous seedlings is still the most appropriate method to limit the damage caused by the large pine weevils (WAINHOUSE et al. 2001; AWMACK, LEATHER 2002).

Zasláno/Received. 07. 12. 2021

Přijato do tisku/Accepted: 08. 03. 2022