

MOŽNOSTI POUŽITIA EKTOMYKORÍZNEJ SYMBIÓZY PRI PESTOVANÍ SADBOVÉHO MATERIÁLU TOPOĽA A VŔBY V PODMIENKACH DUNAJSKÝCH LUŽNÝCH LESOV

INCORPORATION OF ECTOMYCORRHIZAL SYMBIOSIS IN THE CULTIVATION OF PLANTING MATERIAL OF POPLAR AND WILLOW IN CONDITIONS OF THE DANUBE RIPARIAN FORESTS

Martin Belko¹, Martin Bartko¹

¹Sekcia pre vedu a výskum, Národné lesnícke centrum, T. G. Masaryka 2175/22, 960 01 Zvolen, Slovensko

Abstrakt

Cieľom tohto príspevku bolo: i) predbežné vymedzenie druhov ektomykoríznych (EKM) húb prítomných na koreňových systémoch drevín topoľ a vŕba na území CHKO Dunajské luhy a ii) zostavenie prehľadu najvhodnejších postupov použitia vymedzených EKM húb pri pestovaní sadbového materiálu topoľ a vŕba v rámci aktuálne riešeného projektu LIFE-RESISTANCE zameraného na komplexnú premenu lesných porastov dunajského lužného lesa, tvorených prevažne nepôvodnými hybridnými jedincami rýchlorastúcich drevín. Vizuálne porovnanie vonkajších morfológických znakov odobratých koreňových špičiek s opismi uvádzanými v literatúre naznačujú pri obidvoch drevinách zhodne na prítomnosť 5 rôznych druhov EKM húb. Z dostupného prehľadu literatúry sa najvhodnejším postupom inokulácie sadbového materiálu v prevádzkových podmienkach javí pridávanie prírodných materiálov (lesná pôda, humus) s prítomnosťou EKM húb do pestovateľského substrátu pred a následne aj priebežne počas pestovania.

Kľúčové slová: ektomykorízne huby, inokulácia, lesná škôlka, sadenice na mieru

Abstract

The main objectives of this contribution were: i) exploration of species of ectomycorrhizal (ECM) fungi present on the root systems of poplar and willow trees in the territory of the Danube riparian forest protected Area and ii) proposal of a procedure for using the ECM fungi in the cultivation of poplar and willow planting material within the currently implemented LIFE-RESISTANCE project aimed at the complex transformation of forest stands of the Danube riparian forest, consisting mainly of non-native hybrid individuals of fast-growing trees. Visual comparison of external morphological features of the collected root tips with descriptions given in the literature indicate the presence of 5 different species of ECM fungi in both examined trees. From the available literature review, the most suitable method of inoculation of planting material under operational conditions appears to be the addition of natural materials (forest soil, humus) with the presence of ECM fungi to the growing substrate before planting and subsequently continuously during planting material cultivation.

Keywords: ectomycorrhizal fungi, inoculation, forest nursery, target plant concept

1 ÚVOD

Premena lesných porastov dunajského lužného lesa, tvorených prevažne nepôvodnými hybridnými topoľovými klonmi na lesné porasty s drevinovým zložením tvoreným autochtónnymi drevinami je mimoriadne náročná úloha (Demo *et al.*, 2013). Zvýšená náročnosť je daná predovšetkým potrebou totálneho odstránenia pôvodného porastu na rozsiahlejších plochách a následne bezpodmienečného použitia umelej obnovy. Na stanoviskách po totálnom odstránení clony porastu dochádza k skokovej zmene mikroklimatických a pôdných podmienok. Zmenené podmienky, najmä vodno-vzdušný režim pôd a prízemnej vrstvy atmosféry, kladú v prípade umelej obnovy zvýšené nároky na adaptačnú schopnosť vysádzaného sadbového materiálu (Grossnickle, 2012). V prípade dodržania všetkých zásad manipulácie so sadbovým materiálom je kvalita, genetická, morfológická, fyziologická, a teda aj adaptačná schopnosť použitého sadbového materiálu, priamo závislá na technologickom postupe jeho pestovania. Podpora tvorby koreňového systému, priaznivý pomer nadzemnej a podzemnej časti, ako aj ostatné parametre týkajúce sa morfologickej kvality sadbového materiálu boli v minulosti podrobené dôkladnému testovaniu s konkrétnymi výsledkami (Grossnickle, El-Kassaby, 2016). V súlade s koncepciou pestovania sadbového materiálu na mieru „Target plant concept“ sa preto začína klásť dôraz na fyziologickú kvalitu a maximálnu kompatibilitu vypestovaného jedinca s podmienkami výsadbovej plochy (Davis, Pinto, 2021).

Sadbový materiál vysadený na plochu je v kontakte s okolitým prostredím prostredníctvom nadzemnej a podzemnej časti. Zatiaľ čo v nadzemnej časti sú sústredené štruktúry, ktorých hlavnou úlohou je tvorba a výdaj látok, hlavnou úlohou podzemnej časti je príjem živín (Grossnickle, 2005). Jednou z možností zvýšenia funkčnosti koreňového systému sadbového materiálu drevín je použitie riadenej kolonizácie koreňového systému ektomykoriznými (ďalej len EKM) hubami (Repáč, 2011). Napriek mnohým pozitívnym výsledkom opísaným vo viacerých štúdiách je účinok symbiotických húb značne závislý na interakcii huba $\times$ drevina $\times$ prostredie (Repáč *et al.*, 2021). Maximalizácia účinku použitia umelej mykorrhizácie sadbového materiálu je tak závislá na vhodnom druhovom zložení húb v použitej inokulačnej zmesi, ktoré by sa malo približovať, zhodovať, s druhovým zložením húb prítomných na daných drevinách v mieste výsadby.

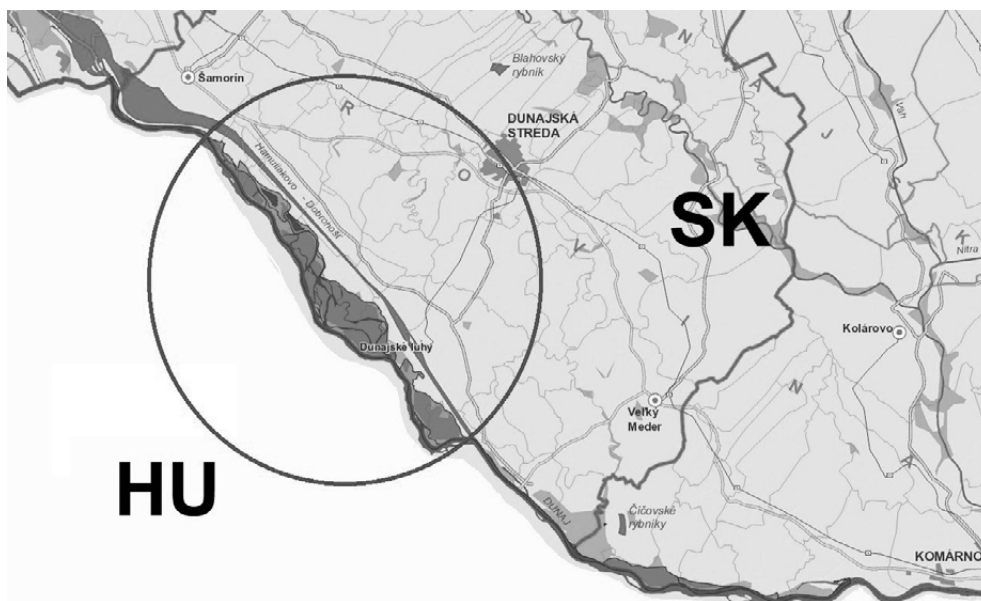
Cieľom tohto príspevku bolo: i) predbežné vymedzenie druhov EKM húb prítomných na koreňových systémoch drevín topoľ a vrbu na území CHKO Dunajské luhy a ii) zostavenie prehľadu najvhodnejších postupov použitia určených EKM húb pri pestovaní sadbového materiálu drevín topoľ a vrbu.

2 MATERIÁL A METODY

Odber vzoriek koreňov určených na stanovenie prítomnosti EKM húb pre dreviny topoľ a vrbu bol vykonaný v lesných porastoch situovaných vo vlastnom území CHKO Dunajské luhy (Obr. 1), vymedzenom sústavou ramien pôvodného a upraveného koryta rieky Dunaj v Slovensko-maďarskom pohraničí.

Na základe dostupných informácií z Lesnej hospodárskej evidencie boli v Lesných hospodárskych celkoch Čalovo, Gabčíkovo a Šamorín identifikované podľa vopred stanovených kritérií porasty s vhodnou drevinou (podiel dreviny topoľ alebo vrbu v drevinovom zložení aspoň 40 %), vekovou (vek <20 r) a priestorovou štruktúrou (zakmenenie >0,7). Výber stromov určených pre odber vzoriek určených na stanovenie prítomnosti EKM húb bol v rámci identifikovaných porastov vykonaný na tranzektoch prechádzajúcich krížom cez porast v širšom smere. Odber vzoriek koreňov bol vykonaný manuálne. Po odstránení zeminy z okolia koreňových nábehov vybraného stromu bolo z odkrytých koreňov záhradnými nožnicami odobraných 6 až 10 segmentov s vyrastajúcimi jemnými koreňmi (priemer koreňa <2 mm).

Koreňové segmenty boli ihneď po odobraní spolu s menším množstvom vlhkej zeminy umiestnené do igelitového vreca, ktoré bolo až do momentu hodnotenia vzoriek v laboratóriu, umiestnené v tmavej miestnosti so stálou teplotou 0 °C.



Obr. 1: Lokalizácia územia určeného pre identifikáciu prítomnosti ektomykORIZNÝCH húb na drevinách topoľ a vŕba

Location of the study area selected for assessment of the presence of ectomycorrhizal fungi on poplar and willow trees

Laboratórne hodnotenie vzoriek pozostávalo zo separácie jemných koreňov z odobraných koreňových segmentov, a ich očistení od zeminy pod prúdom tečúcej vody. Očistená vzorka jemných koreňov bola umiestnená do Petriho misky a pozorovaná pod zväčšením pomocou binokulárnej lupy. Na základe pozorovaných morfológických znakov (tvar, farba, vizuálna prítomnosť hýf) boli na vzorkách jemných koreňov identifikované zakončenia s pravdepodobnou prítomnosťou kolonizácie rastlinnej štruktúry hubovými bunkami. Tieto boli následne na základe spoločných vonkajších morfológických znakov zaradené do samostatných skupín – morfotypov. Morfotypy identifikované na vzorkách jemných koreňov boli následne porovnané s opismi s fotografiami morfotypov preukázateľne tvorenými konkrétnym druhom EKM huby uvedeným v literatúre (Szuba, 2015; Hryniewicz *et al.*, 2015; 2024; Deemy, 2025). Na základe odborných vedeckých prác (Repáč, 2011) bol pre dreviny topoľ a vŕba vykonaný prehľad najvhodnejších spôsobov inokulácie sadbového materiálu zaručujúceho prítomnosť lokálnych druhov EKM húb.

3 VÝSLEDKY A DISKUSIA

3.1 Identifikácia EKM druhov húb na drevinách topoľ a vŕba

Rod Topoľ zahŕňa približne 30 druhov listnatých stromov a rod Salix 400 listnatých stromov a krov, vyskytujúcich sa prevažne v miernom podnebnom pásme. V prípade obidvoch drevín bol na koreňových systémoch pozorovaný a opísaný výskyt EKM aj arbuskulárnej mykORIZNEJ symbiÓZY (Brundrett, Tedersoo, 2020). V prevažnej väčšine prác však dominovali pozorovania EKM symbiÓZY (Szuba, 2015; Brundrett, Tedersoo, 2020; Hryniewicz *et al.*, 2015, 2024; Deemy, 2025).

Vizuálne porovnanie morfológických znakov odobratých koreňových špičiek s opismi uvádzanými v literatúre naznačujú pri drevine topoľ na prítomnosť nasledovných EKM húb: *C. geophyllum*, *Inocybe fuscomarginata*, *Populirhiza asperula*, *Russula amoenolens*. Podrobný prehľad výskytu EKM spracovaný v práci Szuba (2015) uvádza pre dreviny topoľ biely a čierny

Tab. 1: Výskyt EKM húb na jemných koreňoch drevín topoľ a vŕba pozorovaný na hodnotených vzorkách a opísaný v odbornej vedeckej literatúre (Szuba, 2015; Hryniewicz *et al.*, 2015; 2024; Deemy, 2025).
List of ECM fungi on the sampled fine roots of poplar and willow trees identified according to the gross morphological characteristics and cited in the literature (Szuba, 2015; Hryniewicz *et al.*, 2015, 2024; Deemy, 2025)

Topoľ ¹			Vŕba ²		
ECM huba ³	Vizuálne hodnotenie ⁴	Literatúra ⁵	ECM huba ³	Vizuálne hodnotenie ⁴	Literatúra ⁵
Cenococcum geophyllum	x		Cenococcum geophyllum	X	
Inocybe fuscomarginata	x	x	Dermocybe cinnamomeolutea		X
Populirhiza asperula	x	x	Entoloma sinuatum	X	X
Populirhiza pustulosa		x	Inocybe fuscomarginata		X
Russula amoenolens	x	x	Tomentella sp	X	X
Russula medullata		X	Laccaria cf. ochropurpurea	x	X
Scleroderma bovista		X	Hebeloma populinum	x	X
Tomentella pilosa		X	Cortinarius atrocoeruleus		X
Tomentella subtestacea		X	Inocybe hirtella		X
Tricholoma scalpturatum		x	Tuber maculatum		x

¹poplar, ²willow, ³ectomycorrhizal fungi strain, ⁴visual assessment, ⁵literature

pomerne skromný zoznam potvrdeného výskytu EKM húb zahrňajúceho nasledovné druhy: *Tomentella stuposa*, *Tricholoma populinum* a *Tricholoma scalpturatum*. Naproti tomu je pre drevinu topoľ možné nájsť väčší počet záznamov výskytu EKM druhov húb v elektronickej databáze DEEMY (2025) (Tab. 1). Brundrett, Tedersoo (2020) upozorňujú na určité rozdiely v morfológií a rozsahu výskytu EKM symbiôzy medzi drevinami topoľ a vŕba. Zatiaľ čo pri drevine topoľ sú vo väčšine prípadov vonkajšie makromorfologické znaky (zhrubnutie, vetvenie, farebná zmena povrchu, prítomnosť Hartigovej siete a pod.) dobre vyvinuté a zreteľné, v prípade dreviny vŕba majú štruktúry s potvrdeným výskytom EKM sklon k tvorbe omnoho jednoduchšej morfológie (napr.: absencia akéhokoľvek vetvenia).

Vizuálne porovnanie vonkajších morfologických znakov odobratých koreňových špičiek s opismi uvádzanými v literatúre naznačujú, pri drevine vŕba na prítomnosť nasledovných EKM húb: *Entoloma sinuatum*, *Tomentella sp.*, *Laccaria cf. ochropurpurea*, *Hebeloma populinum* (Tab. 1). Podrobnejšie sa výskumu ektomycorízy na drevine vŕba vo svojich prácach venovala Hryniewicz *et al.* (2015; 2024). Na výskumných plochách lokalizovaných v Poľsku a Nemecku pozorovala na drevine vŕba spolu až 19 rôznych morfortypov, z ktorých sa jej podarilo určiť celkovo 7 EKM húb na úrovni druhu a 12 na úrovni rodu. Medzi potvrdených EKM symbiontov drevín vŕba a topoľ patria taktiež *Lactarius controversus*, *Russula atrovirens*, *Russula persicina* a *Tricholoma cingulatum*. Mnohé druhy EKM húb z rodu *Cortinarius* a *Hebeloma* sa taktiež prednostne spájajú s drevinami z čeľade Salicaceae (Hryniewicz *et al.*, 2008; Katanić *et al.*, 2015). Hryniewicz *et al.* (2024) vo svojej práci navyše upozorňuje na zaujímavý jav, keď pri

opakovanom odbere vzoriek z rovnakej lokality za účelom hodnotenia EKM húb pozorovala pri drevine vŕba zmeny v druhovom zložení EKM húb. Hrynkiewicz *et al.* (2024) vysvetľuje tento jav buď vysokou priestorovou heterogenitou výskytu EKM húb na hostiteľskej drevine alebo určitou dynamikou vývoja kolonizácie koreňových špičiek EKM hubami. Hodnotenie EKM na vŕbe *Salix reinii* v sukcesných rastlinných spoločenstvách lávových polí odhalilo, že EKM druhy húb z rodov *Cortinarius* a *Hebeloma* kolonizovali jemné koreňky *S. reinii* až v neskorších rastových štádiách, a že obmedzený prísun asimilátov z hostiteľskej dreviny inhiboval kolonizáciu niektorých húb (ako napríklad *Inocybe*, *lacerna* a *Scleroderma bovista*) a podporoval kolonizáciu nenápadných druhov húb, napr.: *Sebacina*, *Thelephoraceae* a *C. geophilum* (Nara *et al.*, 2003).

3.2 Prehľad najvhodnejších spôsobov inokulácie sadbového materiálu drevín topoľ a vŕba

Sadbový materiál drevín topoľ a vŕba sa v súčasnosti pestuje najčastejšie vegetatívnym spôsobom, z odrezkov. Vzhľadom na intenzívny rast, doba pestovania sadbového materiálu pri obidvoch drevinách spravidla nepresahuje 2 vegetačné obdobia. Štandardné rozmery dopestovaných semennáčikov, sadeníc dosahujú výšku nadzemnej časti od 60 cm až do 200 cm (Bartko, 2015). Tvorba koreňov je následne počas celej doby pestovania viazaná na dolnú časť odrezku umiestnenú v pestovateľskom substráte, ktorý zároveň vytvára vhodné prostredie pre riadenú mykORIZÁCIU sadbového materiálu. EKM huby je možné v prevádzkových podmienkach producentov sadbového materiálu aplikovať počas celého priebehu pestovania. Postup aplikácie EKM húb (inokulácie) do substrátu môže byť vykonaný (Repáč, 2011):

- (i.) aplikáciou organickej hmoty s predpokladaným výskytom EKM húb (humus, opadanka, mŕtve drevo v rôznom stupni rozkladu) (Querejeta, 1998)
- (ii.) aplikáciou bazídiospór EKM húb alebo
- (iii.) aplikáciou nosiča (vermikulit, rašelina, alginátové granule) s nakultivovanou EKM hubou (Himanen *et al.*, 2024).

Každý z uvedených postupov vnášania EKM húb v procese pestovania sadbového materiálu lesných drevín má svoje výhody aj nevýhody.

V prípade aplikácie organickej hmoty (humus, opadanka, mŕtve drevo v rôznom stupni rozkladu) je najväčšou výhodou ľahká dostupnosť veľkého množstva inokulačnej zmesi obsahujúcej s vysokou pravdepodobnosťou životaschopné inokulum EKM húb prispôbené miestnym podmienkam. Hlavnou nevýhodou takéhoto inokula je, že druhy EKM húb v inokulačnej zmesi nemožno kontrolovať. Takéto inokulum môže okrem požadovaných húb obsahovať navyše aj škodlivé mikroorganizmy a buriny (Querejeta, 1998; Repáč, 2011).

Jednou z hlavných výhod použitia inokulačnej látky na báze spór je, že si na rozdiel od nosiča s nakultivovanou EKM hubou nevyžadujú náročnú prípravu vo forme kultivácie v aseptických podmienkach. Inokulum tvorené spórmi je veľmi ľahké a spóry sú schopné prežiť skladovanie z jednej sezóny do druhej. Hlavnými nevýhodami tohto druhu inokula sú nedostatok štandardných laboratórnych testov na stanovenie životaschopnosti spór, nedostatočný počet plodníc mnohých húb v ktoromkoľvek roku a pomalšia tvorby ektomykorízy v porovnaní s vegetatívnym inokulom (Repáč, 2011).

Repáč (2011) uvádza, že použitie nosiča (vermikulit, rašelina, alginátové granule) s nakultivovanou EKM hubou v procese pestovania sadbového materiálu je vzhľadom na svoju prácnosť, skôr záležitosťou aplikácii menšieho rozsahu. Uvedená prácnosť metódy je spojená s viacerými okolnosťami najmä získaním čistej kultúry požadovanej EKM huby a následne zabezpečením dostatočného prerastenia použitého nosiča (zmes rašeliny a vermikulitu). Na druhej strane je pri použití tejto zmesi garantovaná prítomnosť a druhové zloženie požadovaných EKM húb (Rincón *et al.*, 2001; 2007; Repáč *et al.*, 2011).

Vlastnú aplikáciu inokulačnej zmesi s EKM hubami je možné realizovať viacerými spôsobmi. Jednoduchým primiešaním do rastového substrátu. V prípade organickej hmoty (humusový pôdny horizont, listy drevo v rôznom stupni rozkladu) sa pridáva do substrátu vo väčšom pomere (1:4 až 1:1). V prípade aplikácie EKM huby nakultivovanej na vermikulitovo-rašelinovom alebo alginátovom nosiči je pomer zmiešania nižší (1:10 až 1:20). Pri spórach, prichádza do úvahy taktiež aplikácia vo forme zálievky prostredníctvom suspenzie pripravenej rozmiešaním spór vo vode.

Podpora vitality drevín prostredníctvom aplikácie EKM húb sa rovnako ako iné technológie zamerané na zlepšenie rastu predmetom záujmu komerčnej sféry. V súčasnosti už existuje na trhu viacero etablovaných spoločností ponúkajúcich svoje produkty. EKM huby sa v týchto produktoch nachádzajú v rôznych formách, či už vo forme spór alebo čistých kultúr viazaných na vermikulitovo-rašelinový nosič alebo gél. V zložení komerčných produktov sa navyše objavujú aj rôzne iné látky podporujúce tvorbu a rozvoj EKM ako napr.: výťažky z rias, minerály apod. (Repáč *et al.*, 2015, 2021).

4 ZÁVER

Predbežné hodnotenie EKM na drevinách topoľ a vŕba v podmienkach CHKO Dunajské luhy potvrdilo prítomnosť funkčnej väzby medzi vybranými EKM hubami a drevinami. Na obidvoch drevinách bol zaznamenaný rovnaký počet, päť, morfortypov. Z dostupného prehľadu literatúry sa ako najvhodnejší postup inokulácie sadbového materiálu drevín, topoľ a vŕba, v prevádzkových podmienkach predbežne javí pridávanie prírodných materiálov (lesná pôda, humus) lokálneho pôvodu s predpokladanou prítomnosťou EKM húb do pestovateľského substrátu. Získavanie biologického materiálu z lesných porastov použiteľného pre účely riadenej kolonizácie sadbového materiálu lesných drevín nie je nateraz v podmienkach Slovenska upravené žiadnym osobitným právnym predpisom. V prípade snahy o širšie uplatnenie tejto metódy v praxi je však určite potrebné dôsledne zvážiť možné negatívne dopady na lokálne ekosystémy súvisiace so zásahom do živinového cyklu. Použitie ostatných technológií v prevádzkových podmienkach bude s ohľadom na zvýšenú prácnosť možné odporúčať až po ich experimentálnom otestovaní.

LITERATÚRA

- BARTKO, M. 2020. Pestovanie rýchorastúcich drevín v podmienkach Slovenska. In: ŠTEFANČÍK, I., BEDNÁROVÁ, D. (eds.). *Aktuálne problémy v zakladaní a pestovaní lesa*. Zvolen: Národné lesnícke centrum, p. 92–105.
- BRUNDRETT, M. C., TEDERSOO, L. 2020. Resolving the mycorrhizal status of important northern hemisphere trees. *Plant Soil*. 454, 3–34.
- DAVIS, A. S., PINTO, J. R. 2021. The scientific basis of the target plant concept: An Overview. *Forests*. 12(9), 1293.
- DEMO, M., PRČÍK, M., TÓTHOVÁ, D., HÚSKA, D. 2013. Production and energy potential of different hybrids of poplar in the soil and climate conditions of southwestern Slovakia. *Wood Research*. 58 (3), 439–450.
- DEEMY. 2025. *DEEMY—An Information System for Characterization and Determination of Ectomycorrhizae* [cit. 2025-05-06]. <http://www.deemy.de>
- GROSSNICKLE, S. C. 2005. Importance of root growth in overcoming planting stress. *New Forests*. 30, 273–294.
- GROSSNICKLE, S. C. 2012. Why seedlings survive: influence of plant attributes. *New Forests*. 43, 711–738.
- GROSSNICKLE, S. C., EL-KASSABY, Y. A. 2016. Bareroot versus container stocktypes: a performance comparison. *New Forests*. 47, 1–51.
- HIMANEN, K., NYGREN, M., PENNANEN, T. 2024. Mycelial inoculation of containerized Norway spruce seedlings with ectomycorrhizal fungi. *New Forests*. 55, 47–61.
- HRYNKIEWICZ, K., INGEBORG, H., CHRISTEL, B. 2008. Ectomycorrhizal community structure under willows at former ore mining sites. *European Journal of Soil Biology*. 44(1), 37–44.
- HRYNKIEWICZ, K., SZYMAŃSKA, S., PIERNIK, A., THIEM, D. 2015. Ectomycorrhizal community structure of *Salix* and *Betula* spp. at a saline site in Central Poland in relation to the seasons and soil parameters. *Water Air Soil Pollution*. 226, 99.

- HRYNKIEWICZ, K., FURTADO, B. U., SZYDŁO, J., BAUM, C. 2024. Ectomycorrhizal Diversity and Exploration Types in *Salix caprea*. *International Journal of Plant Biology*. 15(2), 340–357.
- KATANIĆ, M., GREBENC, T., ORLOVIĆ, S., MATAVULY, M., KOVAČEVIĆ, B., BAJC, M., KRAIGHER, H. 2015. Ectomycorrhizal fungal community associated with autochthonous white poplar from Serbia. *iForest*. 9 (2), 330–336.
- NARA, K., NAKAYA, H., WU, B., ZHOU, Z., HOGETSU, T. 2003. Underground primary succession of ectomycorrhizal fungi in a volcanic desert on Mount Fuji. *New Phytologist*. 159(3), 743–756.
- QUEREJETA, J. I., ROLDÁN, A., ALBALADEJO, J., CASTILLO, V. 1998. The role of mycorrhizae, site preparation, and organic amendment in the afforestation of a semi-arid mediterranean site with *Pinus halepensis*. *Forest Science*. 44, 203–211.
- REPÁČ, I. 2014. Ectomycorrhizal inoculum and inoculation techniques. In: RAI, M., VARMA, A. (eds.). *Diversity and Biotechnology of Ectomycorrhizae*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, p. 43–66.
- REPÁČ, I., BALANDA, M., VENCÚRIK, J., KMET, J., KRAJMEROVÁ, D., PAULE, L. 2014. Effects of substrate and ectomycorrhizal inoculation on the development of two-years-old container-grown Norway spruce (*Picea abies* Karst.) seedlings. *iForest*. 8, 487–496.
- REPÁČ, I., BELKO, M., KRAJMEROVÁ, D., PAULE, L. 2021. Planting time, stock type and additive effects on the development of spruce and pine plantations in Western Carpathian Mts. *New Forests*. 52(3), 449–472.
- RINCÓN, A., ALVAREZ, I. F., PERA, J. 2001. Inoculation of containerized *Pinus pinea* L. seedlings with seven ectomycorrhizal fungi. *Mycorrhiza*. 11, 265–271.
- RINCÓN, A., DE FELIPE, M. R., FERNÁNDEZ-PASCUAL, M. 2007. Inoculation of *Pinus halepensis* Mill. with selected ectomycorrhizal fungi improves seedling establishment 2 years after planting in a degraded gypsum soil. *Mycorrhiza*. 18, 23–32.
- SZUBA, A. 2015. Ectomycorrhiza of *Populus*. *Forest Ecology and Management*. 347, 156–169.

Poděkování

Príspevok vznikol vďaka finančnej podpore projektu LIFE23-NAT-SK-LIFE RESISTANCE.

Kontakty | Contact Information

Martin Belko: e-mail: martin.belko@nlcsk.org