

ANALÝZA ZDRAVOTNÉHO STAVU MLADÝCH PORASTOV NA KYSUCIACH A SKÚSENOSTI S OCHRANNÝMI OPATRENAMI PROTI PATOGÉNOM

Anna Tučeková, Valéria Longauerová, Andrej Kunca,
Ľudovít Ondrášek

Všetky lesné dreviny sú pevne viazané na pôdu cez svoj koreňový systém. Pôda je zložitý biologický organizmus, ktorý umožňuje lesným drevinám ich pevné zakotvenie, výživu a dostatok vody. Pôda je pritom živý organizmus, ktorý obsahuje množstvo organickej hmoty (milióny baktérií, stovky rias, bezstavovcov, húb aj vyšších organizmov). Bez tejto živej zložky by pôda v lese nemohla plniť ani jednu zo svojich funkcií. Na povrchu pôdy sa vytvára vrstva odumretej organickej hmoty (tzv. pokrývkový humus), ktorá vzniká opadom lístia, ihličia, odumretých konárikov a bylín, a vytvára na pôde súvislú vrstvu. Klimatické podmienky a činnosť pôdných mikroorganizmov spôsobujú postupný rozklad tejto organickej hmoty a opätovné uvoľňovanie živín do pôdy.

Lesné pôdy Kysúc boli prirodzene pomerne kyslé a relatívne slabo zásobené živinami. Vplyvom imisií, ale aj zmien v druhovom zložení sa situácia ešte zhoršila. Z lesníckych protiopatrení pri premenách smrečín prichádza do úvahy najmä zvýšenie zastúpenia listnatých drevín, predovšetkým buka a javora horského na úkor smreka. Do úvahy prichádza i melioračné hnojenie a vápnenie lesných porastov, resp. vhodná aplikácia prípravkov ako sú napr. aj prírodné baktérie (pôdny kondicionér BactoFil® B) viažuce pôdny, vzdušný dusík v priestore koreňov a zároveň zvyšujúce biologickú aktivitu kyslých vrchných pôdných a koreňových vrstiev.

Biopreparát BactoFil® B obsahuje rôzne varianty mikroorganizmov, rastové stimulátory, fytohormóny a vitamíny, pomocou ktorých sa výrazne zlepšuje kvalita pôdy. Humus má rozhodujúci význam pre úrodnosť pôdy, pričom ovplyvňuje pozitívne všetky jej vlastnosti. Zelen si pre svoj rast vyžaduje v koreňovej zóne aspoň 5 %-ný obsah humusu. Pre rast drevín má najväčší význam dusík (ale aj ďalšie živiny), ktoré viaže humus svojou veľkou sorpčnou kapacitou. Baktérie viažuce dusík, ktoré žijú voľne v pôde (v BactoFil®-e – „Azotobacter“) sú schopné viazať dusík v blízkosti koreňov a dusík z ovzdušia za pomoci asociatívnych viazačov „Azospirillen“. Prítomnosť azotobaktera je ukazovateľom priaznivej pôdy (BUBLINEC 1987). Mikroorganizmy pôdných baktérií BactoFil® A a B biosyntetizujú vo vode rozpustné a nerozpustné polysacharidy, ktorých chemické zlúčeniny zlepšujú štruktúru pôdy a tým zvyšujú odolnosť voči suchu, zároveň syntetizujú fytohormóny, kinetíny, auxióny a gibberelíny, ktoré zasa podporujú klíčenie, rast a odolnosť voči patogénom. Prírodné mikroorganizmy ako je nám známe zásobujú rastliny najdôležitejšími živinami. Mikroorganizmy „Bacillus“ a „Pseudomonas“, ktoré produkty BactoFil obsahujú, odovzdávajú fosfor v pôde rastlinám.

Je všeobecne známe, že v kyslých pôdach sa množstvo baktérií znižuje a nastupuje prevaha húb. Huby tvoria významnú skupinu organizmov v lesných ekosystémoch a s drevinami vytvárajú celý rad interakcií od symbióz cez saprofytizmus až po parazitizmus. Medzi najvýznamnejšie parazitické drevokazné huby, ktoré napádajú lesné dreviny, patria podpňovky (*Armillaria sp.*) a koreňovka vrstevnatá (*Heterobasidion annosum*). Prvotnou príčinou infekcie smreka parazitickými drevokaznými hubami býva fyziologické oslabenie hostiteľskej dreviny, spôsobené najčastejšie nedostatkom vody alebo veľkými sezónnymi výkyvmi v zásobovaní vodou, ako tomu býva na podmáčaných stanovištiach (ČERNÝ 1989). Z ďalších faktorov prostredia, ktoré prispievajú k intenzite napadnutia porastov patrí nevyvážený obsah živín, vysoký obsah Ca a vysoké pH pôd. Na smreku spôsobuje napr. *Armillaria ostoyae* najväčšie škody v oblastiach, kde táto drevina nie je pôvodná (ČERNÝ 1989). K infekcii dochádza v rôznych vekových štádiách, od sadbového materiálu v škôlke až po dospelé stromy (ČERNÝ 1989, JANČAŘÍK, JANKOVSKÝ 1999).

Vplyv hydrogelov STOCKOSORB[®] (500 Powder a Micro) v kombinácii s pôdnym kondicionérom BactoFil[®] B na umelých výsadbách v oblasti Kysúc (PP Čadečka I)

Vplyv pôdneho kondicionéra na pôdne pomery

V tabuľke 1 sú prezentované laboratórne analýzy odobratých vzoriek pôd v dvoch hĺbkach (0–5 cm a 10–20 cm) pred aplikáciou prípravkov (v priestore koreňového systému 0–20 cm). Pôdy v imisnej lokalite Čadečka sú charakterizované značnou aciditou a nevyváženosťou živín. Na PP Čadečka I, kde sme vysádzali ošetrované voľnokorenné sadenice **buka** (jar 2004) bola pôda silne zakyslená a vo vrstve do 5 cm mala pomerne priaznivé zásoby živín (N, P, K, Mg a Ca). Vo vrstve do 20 cm sa preukázal nedostatok N, P, C, ale najmä Mg. Je to práve priestor, v ktorom sa nachádza koreňový systém sadeníc. Z toho dôvodu prihnojovanie a prípadná aplikácia ekologického pôdneho kondicionéra BactoFil B je vhodná. Pridanie BactoFil[®]-u B priamo pri výsadbe (do jamky) ovplyvnilo biologickú aktivitu pôdy v priestore koreňa.

Tabuľka 1 Výsledky pedologických analýz na PP Čadečka I pred zalesňovaním (jar 2004)

PP	Por. č.	Rok	Hĺb. odb. cm	Sušina hm. %	pH-H ₂ O	N _T	C _T	C _{org}	P _M	K _M	Ca _M	Mg _M
				naváž.								
Čadečka I	444 ₁₀	2004	0–5	95,74	4,10	0,91	16,6	16,6	32,50	396,0	863	170,0
			10–20	96,67	4,17	0,43	6,45	6,45	21,30	185,0	480	11,5

Vysvetlivky: DM – sušina, N_T – celk. dusík, Ca_M – príst. vápnik, pH-H₂O – aktívna reakcia, P_M – príst. fosfor Mg_M – príst. horčík, C_{OX} – celk. oxid. org. uhlík, K_M – príst. draslík

Výsledky rozborov pôd odobratých po 1. roku od aplikácie BactoFil[®]-u (v kombinácii s hydrogelmi) spracované na „Výskumnom ústave trávnych porastov a horského poľnohospodárstva“ v Banskej Bystrici uvádzame v tabuľke 2.

Tabuľka 2 Výsledky rozborov pôdnych vzoriek odobratých v priestore koreňového systému buka a na holine po 1. vegetačnom období po aplikácii BactoFil[®]-u B (v kombinácii s hydrogelmi) na PP Čadečka I

Variant	Pôdna vlhkosť	pH-KCl	Cox	Nt	C/N	P	K	Mg	TMN	NIT	CO ₂ (B)
BactoFil B – tekutý	316,90	3,30	59,70	3,20	18,65	6,50	267,35	98,37	12,60	19,05	132,18
BactoFil B – granule	267,22	3,32	28,50	2,50	11,40	4,29	270,91	53,49	1,66	1,33	49,49
Kontrola	316,80	3,00	29,30	2,15	13,65	0,25	152,69	20,65	14,15	21,07	111,51
Kontrola – holina	265,15	3,04	20,90	2,10	9,94	4,93	188,97	18,40	-0,15	2,74	47,79

Pôdna vlhkosť - (g kg⁻¹); Cox, Nt - (g kg⁻¹); P, K, Mg - (mg kg⁻¹); TMN - celková mineralizácia dusíka v pôde (mg NH₄ - N kg⁻¹ 14 d¹); NIT - nitrifikácia v pôde (mg NO₃ - N kg⁻¹ 14 d¹); CO₂ (B) - bazálna produkcia CO₂ v pôde (mg CO₂ kg⁻¹ 20 h⁻¹)

Pôda (1. rok po aplikácii hydrogelov a pôdneho kondicionéra BactoFil[®] B) vo všetkých štyroch odberoch s aplikáciou: BactoFil B (tekutý) + STOCKOSORB Micro gel,

BactoFil B (granule),

kontrola,

kontrola – holina (0–15 cm)

sa stále vyznačuje extrémne kyslou reakciou a podľa hodnôt Cox dobrou (varianty: BactoFil[®] B – granule a holina) až veľmi dobrou (varianty: BactoFil[®] B – tekutý a kontrola) zásobou humusu (v prípade variantu BactoFil[®] B – tekutý možno uvažovať o chybe pri rozbere, obsah je extrémne vysoký). Obsah Nt je stredný (kontrola a kontrola – holina) až vysoký (BactoFil[®] B – tekutý a BactoFil[®] B – granule) čo okrem variantu BactoFil[®] B – tekutý, potvrdzuje aj užití pomer C/N. Hladina fosforu je veľmi nízka. Obsah draslíka možno vo variante kontroly a holiny (dtto kontrola bez

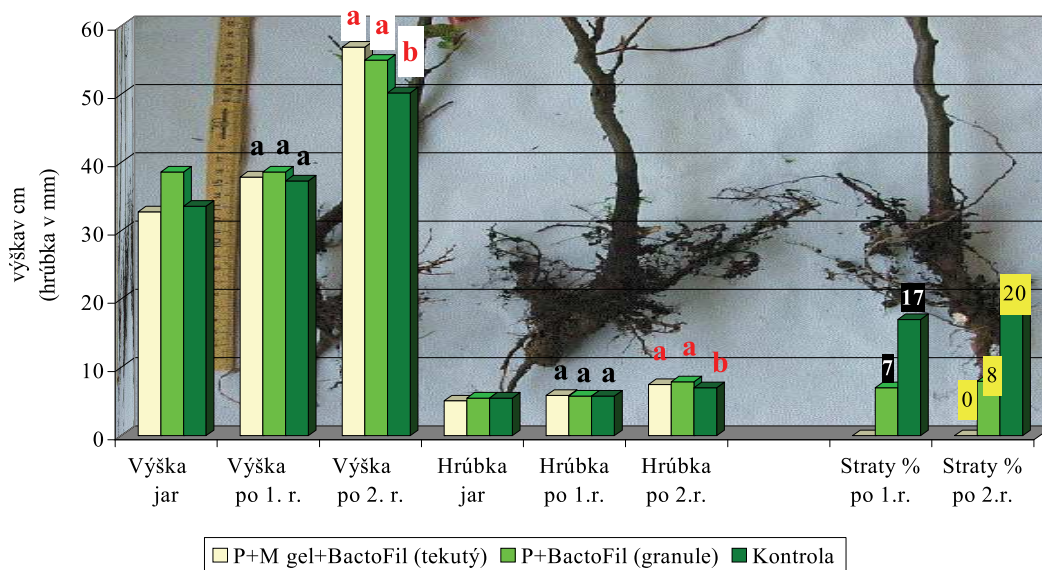
ošetrenia) hodnotiť ako vyhovujúci a vo variante BactoFil® B – tekutý a BactoFil® B – granule ako dobrý. Vo všetkých štyroch variantoch je nízka hladina horčíka.

Najväčšou schopnosťou pôdy mineralizovať dusík (TMN) sa vyznačoval variant BactoFil® B – tekutý a kontrola čo platí aj pre nitrifikáciu (NIT). Prekvapujúce je najmä zistenie pomerne vysokých hodnôt NIT v týchto variantoch, pretože v pôde s tak nízkymi hodnotami pH by nemal tento proces takmer vôbec prebiehať. Veľmi nízkymi hodnotami TMN a NIT sa vyznačovali variant BactoFil® B – granule a variant holina (0–15 cm).

Z porovnania výsledkov v hodnotených variantoch vyplýva, že oproti kontrole došlo vo variante BactoFil® B – tekutý a BactoFil® B – granule k zvýšeniu hodnôt pH, Nt, Mg a K. V prípade mikrobiologických rozborov sme vo variante BactoFil® B – tekutý zaznamenali v porovnaní s kontrolou vzrast produkcie CO₂ o 18 %.

Vplyv pôdneho kondicionéra (v kombinácii s hydrogelom) na rastové parametre umelých výsadiel buka

Účinok aplikácie obidvoch prípravkov pri štrbinovej výsadbe buka sa prejavil menej pozitívne ako v iných lokalitách Slovenska pri jamkovej sadbe. Obidva prípravky vplývali pozitívne na ujatosť, ktorá bola u buka 100 %-ná (aplikácia STOCKOSORB® Powder+Micro gel+BactoFil® B – tekutý), ale rozdiely v rastových parametroch neboli po 1. roku ešte štatisticky významné (obr. 1). Vo variante s hydrogelom STOCKOSORB Powder+BactoFil® B (granule) sa pohybovali straty do 8 %, pričom variant kontroly dosahoval v 1. roku 17 %-nú a po 2. roku až 20 %-nú stratu (obr. 1).



Obr. 1 Priebeh priemernej výšky, hrúbky a straty bukových výsadiel ošetrených STOCKOSORB®-om a pôdnym kondicionérom BactoFil® B po 1. a 2. roku na PP Čadečka I

Vplyv hydrogelov v kombinácii s BactoFil-om B (STOCKOSORB® Micro gel + BactoFil® B – tekutý) sa preukázal pozitívne na výškových prírastkoch. Variant buka bez hydrogelu STOCKOSORB Micro gel + BactoFil B (granule) mal nulový prírastok, čo bolo ovplyvnené aj poškodením sadenic jarným plazivým prízemným mrazom. Sadencie síce opäť napučali vytvorili si náhradný terminál, ale ich výškový prírastok bol už na náhradnom terminály a nižší. Vo výškovom prírastku, celkovej výške a hrúbke v koreňovom krčku po 2. roku potvrdzujú pozitívny vplyv kombinácie obidvoch prípravkov štatisticky významné rozdiely (obr. 1).

Významnejšie rozdiely medzi ošetrenými a kontrolným variantom sme zaznamenali v rozvoji koreňového systému buka (TUČEKOVÁ *a kol.* 2006). Po aplikácii mikrobiologického preparátu BactoFil® B, ktorého mikroorganizmy, nielen že viažu v priestore koreňového systému vzdušný a pôdny dusík, ale biologickou mobilizáciou fosforu a draslíka mineralizujú a vytvárajú lepšiu

živinovú bázu a štruktúru pôdy. V kombinácii s hydrogelmi, ktoré viažu vodu v koreňovom priestore, vytvárajú priaznivé podmienky pre rozvoj koreňa následne pre ujetie a celkový adaptačný proces výsadiieb. Tieto pozitívne výsledky kombinácie obidvoch produktov sa preukazujú už po 1. roku aplikácie najmä na bohatom rozvoji jemných vlásočnicových koreňov buka. Vývoj koreňového systému najvýznamnejšie ovplyvnila kombinácia hydrogelu STOCKOSORB[®] Micro gel + tekutý BactoFil[®] B pridané do priestoru jamky priamo pri výsadbe. V ďalšom vegetačnom období na základe tohto rozvoja koreňového systému sa výraznejšie prejavuje pozitívny vplyv obidvoch prípravkov na rastové parametre nadzemnej časti.

Vyhodnotenie laboratórnych rozborov vzorníkov umelo vysadených sadeníc smreka, smrekovca, buka a jedle na PP Čadečka I, Čadečka II a Oščadnica po aplikácii BactoFil[®]-u B

Popri podrobnom pedologickom vyhodnotení priestoru koreňového systému ošetrovaných (aj kontrolných) výsadiieb buka sa v záujmovom území Kysúc vyhodnotil aj zdravotný stav príp. poškodenie sadeníc všetkých štyroch umelo vysadených drevín (smreka, smrekovca, buka a jedle). Overuje sa či aplikácia bakteriálneho pôdneho kondicionéra ovplyvní prípadne začne meniť vitalitu, odolnosť prípadne aktivitu všadeprítomných patogénnych húb rodu *Armillaria sp.*, *Heterobasidion sp.*

Vzorníky sadeníc všetkých hodnotených drevín smrekovec, smrek, jedľa a buk preukazovali primerane vyvinutý koreňový systém aj kmienok s nadzemnou časťou. Deformácie koreňového systému sa prejavili u polovice vysádzaných sadeníc, ktoré sme však pozorovali aj u sadeníc z prirodzeného zmladenia (vysoká skeletnosť stanovišťa). U umelo vysádzaných sadeníc bolo popri deformácii výraznejšie aj poškodenie povrchu koreňov. Takéto poškodenia sú rýchlou vstupnou bránou pre patogénne huby. Sfarbenie ihličia bolo u vzoriek z umelo vysádzaných sadeníc primerané, žltnutie sa prejavilo na jednej vzorke smreka z prirodzeného zmladenia.

Z každého vzorníka (sadenice) boli odobraté časti koreňového systému a časť koreňového krčka, ktoré boli štandardným spôsobom kultivované na sladínovom agare pri izbovej teplote. V tabuľke 3 uvádzame prehľad výsledkov kultivácie u jednotlivých drevín.

Prítomnosť patogénnych húb bežne sa vyskytujúcich v tejto lokalite *Armillaria sp.*, *Heterobasidion sp.* sa nepotvrdil ani na jednej sledovanej vzorke umelo vysadených drevín.

Pri kultiváciách sa najčastejšie vyskytli *Trichoderma sp.*, *Verticilium sp.* a *Fusarium sp.*

Trichoderma sp. je huba, ktorá sa vyskytuje bežne v pôde ako saprofyt, ale môže prejsť aj k parazitizmu, škodí najmä na semenách a semenáčikoch v počiatočných štádiách rastu.

Verticilium sp. je huba, ktorá žije saprofytycky na rastlinných zbytkoch, prechádza k parazitizmu. Žije najmä vo vnútri pletív a spôsobuje tracheomykotické ochorenia semenáčikov a sadeníc.

Fusarium sp. je parazit spôsobujúci tracheomykotické ochorenie drevín.

Prvé pozorovania preukazujú, že pri výsadbách s aplikáciou BactoFil-u B sa vyskytuje po 1. roku (od ošetrovania) oveľa menej húb a parazitov ako pri kontrole bez pridania pôdnych baktérií. To isté zaujímavé zistenie sa preukazuje aj na prirodzenom zmladení smreka. Na jedincoch smreka z prirodzeného zmladenia, ku ktorým sme v jarnom období pridali 5–10 granuliek BactoFil-u B sme nenakultivovali žiadne huby, pričom boli u nich prítomné baktérie. Vo výskume je nutné kontinuálne pokračovať v nasledujúcich vegetačných obdobiach.

Tabuľka 3 Výsledky kultivácie živých organizmov nachádzajúcich sa na koreňovom krčku a koreni vysadených drevín po 1. roku po aplikácii pôdneho kondicionéra BactoFil® B (v kombinácii s hydrogelmi radu STOCKOSORB®)

Lokalita	Drevina	Variant aplikácie	Sladinový agar
II PP Čadečka	Smrekovec	BactoFil B – granule	baktérie, trichoderma,
		P+M+BactoFil B tekutý	baktérie, trichoderma
		kontrola	verticilium
I PP Čadečka	Buk	kontrola	fusarium
		BactoFil B – granule	fusarium, baktérie
		Stockosorb P+M	verticilium
		P+M+BactoFil B tekutý	baktérie, trichoderma
PP Oščadnica	Smrek	BactoFil B – granule	baktérie
		BactoFil B – granule	fusarium, baktérie
		Rokosan – práškové hnojivo	fusarium
		kontrola	trichoderma
		kontrola	trichoderma
	Jedľa	BactoFil B – granule	baktérie, trichoderma, verticilium
		kontrola	fusarium, baktérie
	Buk	BactoFil B – granule	baktérie
kontrola		fusarium, baktérie	
Oščadnica	Smrek	prir.zmladenie – kontrola	trichoderma, verticilium
		prir.zmladenie – kontrola	fusarium
		prir. Zmladenie – žltúce – BactoFil B – granule	baktérie

Záver

Prvé pozorovania a čiastkové výsledky aplikácií niektorých spomínaných prípravkov na pôdach s kyslou reakciou, v ktorých je omnoho menej baktérií ako húb, (v obnove lesa v oblasti Kysúc) preukazujú podporu aktivity baktérií. Pridaním mikroorganizmov k novým umelým výsadbám sa aktivizujú baktérie radu Azotobacter (rozkladným procesom rastlinných zvyškov viažuce vzdušný a pôdny dusík) a tým začínajú podporovať adaptačný a rastový proces vysadených drevín. V kombinácii s hydrogelmi sa zvyšujú účinky mikroorganizmov, ktoré pozitívne vplyvajú na ujatosť a na viaceré zo sledovaných rastových parametrov (najmä rozvoj koreňa) už v 1. roku. Zároveň sa ukazuje priaznivý zdravotný stav výsadiieb.

V laboratórnych analýzach sa preukazuje po 1. roku (od ošetrenia) pri nových výsadbách s aplikáciou BactoFil-u B vyšší výskyt baktérií, menej húb a parazitov ako pri kontrole bez pridania pôdnych baktérií. To isté zaujímavé zistenie sa preukazuje aj na prirodzenom zmladení smreka, na ktorom sa nenakultivovali žiadne huby, pričom boli u nich prítomné baktérie. Výskum bude kontinuálne pokračovať.

Literatúra

- BUBLINEC, E. 1987: Limitné a optimálne hodnoty pôdnych vlastností a bioprvkov vo vzťahu k sídelnej zeleni. Životné prostredie 4, s. 193 – 196.
- ČERNÝ, A. 1989: Parazitické drevokazné houby. Praha, SZN, 99 s.
- JANČAŘÍK, V., JANKOVSKÝ, L. 1999: Václavka stále aktuální. Lesnická práce, 78(9).

TUČEKOVÁ, A., LONGAUEROVÁ, V., ONDRÁŠEK, L. 2006: Umelá obnova kalamitných holín po aplikácii hydrogelov a mikrobiálneho preparátu BactoFil® B v rámci OZ Čadca. Výskumná správa, NLC – LVÚ Zvolen. 22 s.

Ing. Anna Tučeková, PhD., Ing. Valéria Longauerová, Ing Andrej Kunca, PhD.

Národné lesnícke centrum – LVÚ Zvolen, T. G. Masaryka 22, 960 92 Zvolen, e-mail: tucekova@nlcsk.org, longauerova@nlcsk.org, kunca@nlcsk.org

RNDr. Ľudovít Ondrášek, CSc.

VÚTPaP, Mládežnícka 36, 974 21 Banská Bystrica, e-mail: ondrasek@vutphp.sk
