

AKO OVPLYVŇUJÚ PÔDNE ADITÍVA ADAPTAČNÝ PROCES VÝSADIEB BOROVÍC SOSNY NA ZÁHORÍ

Anna Túčeková • Valéria Longauerová • Miriam Maľová

Úvod a problematika

Záhorie tvorí svojimi geologickými, fytoocenologickými i ekologickými podmienkami špecifikum, ktoré nemá na Slovensku obdobu. Dominantnou drevinou je tu borovica lesná s vyše 60 %. Prírodné podmienky sa na Záhorskej nížine vplyvom mikroreliefu často menia na krátkej vzdialenosti. Pre existenciu lesných spoločenstiev je tu rozhodujúca hĺbka hladiny podzemnej vody. Mineralogické zloženie pieskov obsahuje veľmi málo vápnitej zložky, a preto sa na nich vytvárajú málo úrodné pôdy. Vplyvom dlhodobej imisnej záťaže v interakcii so zmenami klimatických pomerov, ale aj poklesom spodnej vody v dôsledku regulácie vodných tokov dochádza na chudobných pôdach Záhoria k nepriaznivému živinovému a vlhkovému stavu, čo sa prejavuje aj na stave lesných porastov. Preto sa hľadajú nové postupy na zlepšenie vlhového a živinového stavu tejto oblasti.

Záhorská nížina patrí medzi oblasti s veľmi teplým podnebí kde priemerná ročná teplota je 10 °C (vo vegetačnom období 14 – 15 °C), zrážky 600 mm ročne (vo vegetačnom období je to iba 250 – 300 mm).

Obhospodarovanie lesov Borskej nížiny má výrazné špecifiká v porovnaní s inými oblasťami Slovenska. Na jednej strane predstavuje územie s vysokým podielom piesčitých a málo humózných pôd na druhej strane svojou rovinnosťou, prevažujúcou drevinovou skladbou a schématickosťou obnovy umožňuje použitie technológií, ktoré sa v iných podmienkach nedajú využívať (celoplošná príprava pôdy s kľčovaním pňov a zhrňovaním pokryvného humusu, strojevo výsadba, frézovanie). Porastové pomery sú tu dnes väčšinou zjednodušené na borovicové monokultúry s ojedinělým výskytom prestárlych dubov, príp. na priaznivejších lokalitách s ďalšími listnáčmi.

V rámci obhospodarovania lesov predstavuje umelá obnova lesa činnosť, ktorá je v najvyššej miere negatívne ovplyvňovaná environmentálnymi faktormi. Pre úspešné ujetie novovysadených sadeníc je nevyhnutné aby sa zosynchronizovalo viacero faktorov. Predovšetkým je to dostatok vlhky. Sadbový materiál je po vysadení vystavení šoku z presadenia a determinujúcim faktorom pre jeho ujetie je rast nových koreňov a tým príjem vody a živín.

V súčasnej dobe existuje viacero výrobkov, ktoré deklarujú pozitívny účinok pri ochrane koreňového systému. Jedným z nich sú hydrogely rady Stockosorb® (Agro, Micro, Powder). Podľa údajov výrobcu ide o zosieťovaný kopolymér kyseliny akrylovej + draselná soľ a amónna soľ. Tento výrobok sa v závislosti od veľkosti frakcie používa buď na ochranu koreňového systému počas manipulácie a transportu, alebo na zvýšenie vodnej kapacity pôdy. Výrobca udáva, že 1 gram tejto látky je schopný viazať až 2,5 – 3 dcl vody. Veľkou výhodou tohto prípravku je, že má niekoľkoročný účinok. K dispozícii sú doteraz len výsledky aplikácie tohto radu hydroabsorbentov v aridných a semiaridných oblastiach (Roldan et al. 1996) a na druhej strane existuje len minimum informácií o ich použití v klimatických podmienkach strednej Európy (Tučeková 2004, Tučeková et al. 2004, 2006).

Okrem dostatku vody, ktorá je determinujúcim faktorom ujetia sadbového materiálu má pre jeho ďalší vývoj rozhodujúci vplyv dostatok prístupných živín. V posledných rokoch sú k dispozícii hnojivá s deklarovaným pomalým uvoľňovaním živín. Toto uvoľňovanie je závislé na vlhkosti (Silvamix). Do skupiny hnojív s kontrolovaným postupným uvoľňovaním živín na základe teploty patria hnojivá Osmocote® a Agroblen®. Základné živiny v tomto type hnojív sú obalené prírodnou živinicou. Chemické zloženie hnojív je uvedené v tabuľke 1.

Tabuľka 1. Charakteristikahnojív Osmocote®Plus a Agroblen® s postupným uvoľňovaním živín vplyvom teploty pôdy a pomaly rozpustného hnojiva Silvamix®Mg

Druh hnojiva	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
	[%]			
Osmocote®Plus	15	9	9	2
Agroblen®	15	9	9	3
Silvamix®Mg	8,0	12,0	5,0	15,0

Klimatické podmienky a činnosť pôdných mikroorganizmov spôsobujú postupný rozklad organickej hmoty a opätovné uvoľňovanie živín do pôdy. V oblasti viatych pieskov na Záhorí po celoplošnej príprave pieskových pôd a odstránení organickej hmoty tieto absentujú. Jednou z možností ako ovplyvniť bakteriálny život v pôdnej koreňovej vrstve je aj produkt mikrobiálneho pôvodu biopreparát BactoFil® B, ktorý obsahuje rôzne varianty mikroorganizmov, rastové stimulatory, fytohormóny a vitamíny, pomocou ktorých sa výrazne zlepšuje kvalita pôdy. Baktérie viažuce dusík, ktoré žijú voľne v pôde (v BactoFile – „Azotobacter“) sú schopné viazať dusík v blízkosti koreňov a dusík z ovzdušia za pomoci asociatívnych viazačov „Azospirillen“ (Tučeková 2004). Prítomnosť azotobaktera je ukazovateľom priaznivej pôdy (Bublinec 1987).

Cieľom nášho výskumu bolo na základe týchto poznatkov aplikovať a overiť vplyv pôdných aditív ako sú hydrogely (Stockosorb®Powder, Agro, Micro), hnojivá (Silvamix®Mg, Osmocote® a Agroblen®) a mikrobiologický pôdny kondicionér Bactofil®B na ujasnenie a rast výsadieb borovice sosny v juvenilnom štádiu na Záhorí.

Metodika a experimentálny materiál

V rámci výskumu v lokalite OZ Šaštín na 3 poloprevádzkových pokusných plochách sme overovali pri výsadbách vplyv troch druhov vododržného materiálu radu Stockosorb®, troch typov hnojív a mikrobiologického pôdneho kondicionéra. Všetky pôdne aditíva sme testovali na voľnokoreňnej borovici sosne rôzneho veku: borovica sosna (*Pinus sylvestris* L.) 1/0, 2/0. Koreňový systém borovic bol po vyzdvihnutí v škôlke ošetrený namáčaním v gelovej substancii Stockosorb®Powder (70 g prášku/10 l vody). Po celoplošnej príprave pôdy na čerstvej holine sme k borovicovým štrbinovým výsadbám aplikovali hydrogely (typu Stockosorb®Agro, Micro – 150 g gel/jamka = 1,16 g Stockosorb granule/jamka) a hnojivá typu Osmocote®Plus – 2 tab/sadenica a Agroblen® – 1 tab/sadenica a pomaly rozpustné lesnícke tabletové hnojivo Silvamix®Mg – 1 tab/sadenica a biopreparát Bactofil®B (tekutá a granulovaná forma). Charakteristika prírodných pomerov a založených výsadieb na poloprevádzkových plochách (PP) je uvedená v tabuľke 2.

Tabuľka 2. Základné charakteristiky prevádzkových pokusných plôch na Záhorí

Organizácia	Názov PP	Zalesnené v roku	Drevina	Lesný typ	Sklon %	Nadmorská výška v m	Poznámka
OZ Šaštín	Na chotári	2002	Borovica (1/0) (2/0)	115	5	200	Stockosorb®Agro, Agroblen®, Osmocote®, Silvamix Mg®
	Moravský Ján	2004	Borovica (1/0)	114	rovina	150	Stockosorb® Powder, Micro + Bactofil® B -tekutý, granule
	Šaštín	2005	Borovica (1/0)	115	rovina	150	Bactofil® B -tekutý, granule

V prvom roku po zalesnení sa pri výsadbách zisťovala ujasnenosť a v ďalšom vegetačnom období sme hodnotili vplyv aditív na celkový adaptačný proces výsadieb (prežívanie, zdravotný stav, poškodenie – zver, biotický škodcovia), príp. ďalšie straty spôsobené klimatickými faktormi (sucho, mráz). Na konci vegetačných období sme na vybranom počte vysadených žijúcich jedincov uskutočnili biometrické merania výšok a výškových prírastkov s presnosťou na 1 cm, hrúbok v koreňovom krčku s presnosťou na 1 mm. Zhodnotili sme nadzemnú časť, terminál, bočné vetvenie a stav asimilačných orgánov (farebné zmeny, zmeny v dĺžke ihlič). Na náhodne vybraných vzorníkoch borovic sme sledovali intenzitu rastu koreňov do okolitej piesočnatej pôdy. Rastové charakteristiky sme spracovali bežnými štatistickými metódami a rozdiely sme otestovali jednofaktorovou analýzou variancie (Duncanov – test).

Výsledky a diskusia

Hydrogely (Stockosorb®Powder, Agro, Micro)

Aplikácia hydrogelov pri transporte aj pri výsadbe na *PP Na chotári* pozitívne ovplyvnila uجاتosť a následné prežívanie jednoročných borovic. Približne o 15 – 25 % sú straty na kontrole vyššie ako vo variantoch s hydrogelmi. Hydrogel Stockosorb®Powder (pri transporte) a Agro (do štrbiny) pozitívne ovplyvnili rastové parametre nadzemnej časti, čo dokazujú aj významné štatistické rozdiely (tabuľka 3).

Tabuľka 3. Uجاتosť, prežívanie a rastové parametre výsadiel borovice 1/0 a 2/0 s aplikáciou hydrogelov so štatistickou významnosťou rozdielov aritmetických priemerov v prvých dvoch rokoch po výsadbe – PP Na chotári

Variant	Uجاتosť a prežívanie [%]		Výška [cm]			Hrúbka v koreňovom krčku [mm]		
	1. r	2. r	1. r – jar	1. r – jeseň	2. r – jeseň	1. r – jar	1. r – jeseň	2. r – jeseň
Borovica 1/0								
Stockosorb	87	78	6,9±1,6 ^a	12,4±4,0 ^a	30,5±9,6 ^a	2,3±0,5 ^a	6,5±2,3 ^a	9,6±3,2 ^a
Stockosorb 2×	82	70	7,7±2,3 ^a	12,9±4,0 ^a	15,9±5,1 ^b	2,4±0,7 ^a	6,2±2,2 ^a	7,9±3,3 ^a
Kontrola	78	54	7,0±1,4 ^a	12,1±2,9 ^a	20,3±6,9 ^b	2,9±1,0 ^a	6,6±1,8 ^a	8,7±2,8 ^a
Borovica 2/0								
Stockosorb	77	77	14,9±4,4 ^a	19,8±5,6 ^a	23,8±7,3 ^a	3,7±0,9 ^a	4,9±1,2 ^a	7,7±2,9 ^a
Stockosorb 2×	75	72	16,4±3,9 ^a	17,8±5,2 ^a	24,3±7,4 ^a	3,9±1,1 ^a	3,7±1,3 ^b	8,6±3,5 ^a
Kontrola	42	42	15,8±4,3 ^a	19,9±4,2 ^a	22,8±8,2 ^a	3,5±0,7 ^a	5,0±1,8 ^a	6,9±2,8 ^a

Rozdielne písmená znamenajú štatisticky významné rozdiely na $p < 0,05$.

Výška borovic (1/0) s aplikáciou Stockosorbu dosahovala po 2. roku hodnotu 30,5 cm, čo je o 30 % viac ako v ostatných variantoch. (variant s aplikáciou Stockosorbu 2× bol v 2. roku významne ovplyvnený eróznym zavievaním presušenými pieskovými čiastočkami – až 8 cm nad krčkom, pretože bol vysadený v strednej časti plochy, kde bola znížená časť terénu – pozri aj vyššie straty).

Výrazné rozdiely boli aj v kvalite a morfológii asimilačného aparátu. Ihlice borovic s aplikáciou Stockosorbu vynikali počas obidvoch vegetačných období v množstve aj dĺžke ihlic. Aj pri zhodnotení koreňového systému môžeme hovoriť o pozitívnom vplyve Stockosorbu. Už v prvom roku bol po aplikácii Stockosorbu®Agro významne lepšie vyvinutý ako pri kontrole (obrázok 1). V druhom roku po výsadbe rástol až do vzdialenosti asi 1 m od krčka a prevažovali dlhé kostrové podpovrchové korene – rastúce rovnobežne s povrchovou vrstvou piesku v hĺbke do 10 cm (obrázok 2).

Výsadby borovic 2/0 sa adaptovali v prostredí oveľa horšie ako borovice 1/0 (obrázok 3). Straty boli o 10 – 20 % vyššie ako u jednoročných a rastové parametre nedosahovali v niektorých variantoch ani také hodnoty ako jednoročné (tabuľka 2). Borovice (1/0) mali výškové prírastky 5 – 20 cm pričom borovice (2/0) dosahovali výškový prírastok v priemere 1 – 10 cm. Pozorovali sme aj významnejšie poškodenie borovic hmyzom.



Obrázok 1. Nadzemná časť a koreňový systém borovice (1/0) ošetrenej hydrogelom Stockosorb Agro zľava: v 1. a 2. roku po výsadbe (@Tučeková)



Obrázok 2. Koreňový systém borovice (1/0) v 2. roku po výsadbe (@Tučeková)



Obrázok 3. Nadzemná časť a koreňový systém borovice (2/0) s aplikáciou hydrogelu Stockosorb® Agro a kontroly v 2. roku po výsadbe (© Túčeková)

Habitus nadzemnej časti borovic 2/0 začínal byť ovplyvnený rastovými deformáciami (väčšie nahlučenie púčikov, čo môže neskôr spôsobovať tzv. „metlovitosť“ alebo až „kríčkovitý“ tvar borovic) (Jančařík 2001). Tento jav môže v neskoršom veku spôsobiť nežiaduci vplyv na tvar kmeňa a celý habitus. Na Záhorí sme si takýto jav všimli na mnohých mladých kultúrach. Rast „jánjských výhonkov“ z terminálnych pupeňov, ale hlavne „proleptických výhonkov“ z bočných pupeňov na 3 – 4-ročných výsadbách borovic nebol teda ojedinelý. Z literatúry je známe, že k tvorbe letných výhonkov významne prispievajú vnútorné ale i vonkajšie dispozície. Je to predovšetkým otázka vlhky, teploty, svetelných podmienok a úrovne výživy (Nárovec 2000). Ak je na výsadbách pozorovaný počet zmnožených bočných pupeňov viac ako 12 možno očakávať, že v kultúre dôjde k väčšiemu počtu rastových deformácií. Vtedy je doporučené preventívne redukovať laterálne pupene vylamovaním, čo sa javí ako veľmi účinné a pomerne ľahké opatrenie (Nárovec 2000). V borovicových kultúrach, kde dochádza k deformáciám v 3. – 5. roku po založení pri viac ako 40 % jedincoch sa odporúča „tvarový rez“ nežiaducich výhonkov robiť každoročne. Pri starších ako 6 r. nie je už spravidla nutný. Na viacerých vzorníkoch jednoročných ale hlavne borovic 2/0 sme pozorovali deformácie koreňového systému spôsobené zahnutím a stlačením pri štrbinovej výsadbe (obrázok 3).

Staršie borovice 2/0 mali v prvých dvoch rokoch veľmi malé výškové aj hrúbkové prírastky, ktoré medzi jednotlivými variantmi ošetrovania neboli významné. Hydrogel Stockosorb® Agro teda ovplyvnil mierne ujatosť, ale neovplyvňoval ich rastové parametre. Šok z presadenia borovic 2/0 bol väčší ako pri jednoročných, z čoho vyplýva, že prednostne odporúčame výsadbu borovic 1/0 (napriek tomu, že nespĺňali ani normou udávané štandardné rastové parametre – STN 482211).

Hnojivá (Silvamix® Mg, Osmocote® a Agroblen®)

Výsledky analýz živín pôdnej vzorky piesku z PP Na chotári sú v tabuľke 4:

- pôdna reakcia je na hranici kyslej a silne kyslej (približne zodpovedá typickým hodnotám v daných stanovištných podmienkach),
- obsah humusu, organického uhlíka a celkového dusíka je nízky, pôda je len slabo humózna,
- v dôsledku nízkej sorpčnej schopnosti (nízky obsah humusu, veľmi nízky podiel ílových častíc) sú aj nízke zásoby prístupných foriem hlavných živín: obsah horčíka, vápnika, draslíka a fosforu nedosahuje ani tretinu optima; tento stav je typický pre takmer celý hĺbkový profil väčšiny piesočnatých pôd Záhoria, zvlášť pokiaľ dochádza k celoplošnej príprave pôdy a k odstráneniu (presunu) materiálu humusových horizontov.

Na základe týchto výsledkov analýz pôdy (piesku) je prihnojovanie v tejto lokalite opodstatnené.

Tabuľka 4. Analýzy pôdnej pieskovej vrstvy na holine PP Na chotári odobrané pri výsadbe

Vzorka pôdy v hĺbke	Sušina	pH _{H2O}	C _T	N _T	Mg _M	Ca _M	K _M	P _M
0 – 20 cm	99,64	4,56	0,560	0,032	38,1	133,3	25,5	7,76

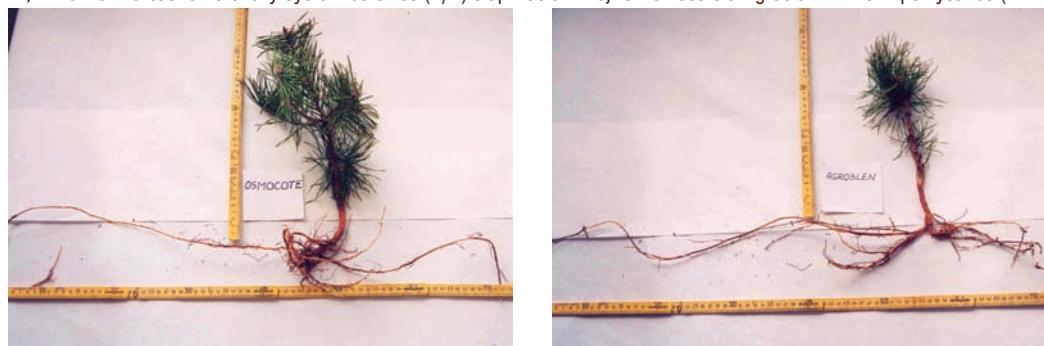
V tabuľke 5 prezentujeme ujatosť, prežívanie a stav rastových parametrov borovic (1/0, 2/0) prihnojovaných tromi druhmi hnojív (Silvamix® Mg, Osmocote® a Agroblen®) počas 2. rokov po výsadbe.

Tabuľka 5. Ujatosť, prežívanie a rastové parametre výsadieb borovice 1/0 a 2/0 so štatistickou významnosťou rozdielov aritmetických priemerov počas 2 rokov po výsadbe – PP Na chotári

Variant	Ujatosť, prežívanie [%]		Výška [cm]			Hrúbka v koreňovom krčku [mm]		
	1. r	2. r	1. r – jar	1. r – jeseň	2. r – jeseň	1. r – jar	1. r – jeseň	2. r – jeseň
Borovica 1/0								
Osmocote	66	55	5,8±1,3 ^a	11,3±2,8 ^a	15,7±6,3 ^a	2,6±0,8 ^a	6,0±1,9 ^{ab}	8,5±2,3 ^a
Agroblen	74	61	6,9±1,7 ^b	10,2±3,0 ^a	20,5±9,9 ^a	2,7±0,7 ^a	5,3±1,5 ^b	6,5±2,6 ^a
Silvamix	68	65	8,4±2,4 ^a	11,9±2,9 ^a	21,0±9,0 ^a	2,9±0,8 ^a	5,0±1,2 ^b	8,8±1,7 ^a
Kontrola	78	54	7,0±1,4 ^b	12,1±2,9 ^a	20,3±6,9 ^a	2,9±1,0 ^a	6,6±1,8 ^a	8,7±2,8 ^a
Borovica 2/0								
Osmocote	40	32	11,7±3,0 ^b	13,2±2,5 ^b	25,6±5,0 ^a	3,5±1,0 ^a	4,5±0,9 ^a	9,6±2,9 ^a
Silvamix	43	42	13,0±3,6 ^b	14,9±4,7 ^b	17,7±9,4 ^a	3,5±0,8 ^a	4,8±0,9 ^a	6,8±3,4 ^a
Kontrola	42	42	15,8±4,3 ^a	19,9±4,2 ^a	22,8±8,2 ^a	3,5±0,7 ^a	5,0±1,8 ^a	6,9±3,7 ^a

Rozdielne písmená znamenajú štatisticky významné rozdiely na $p < 0,05$.

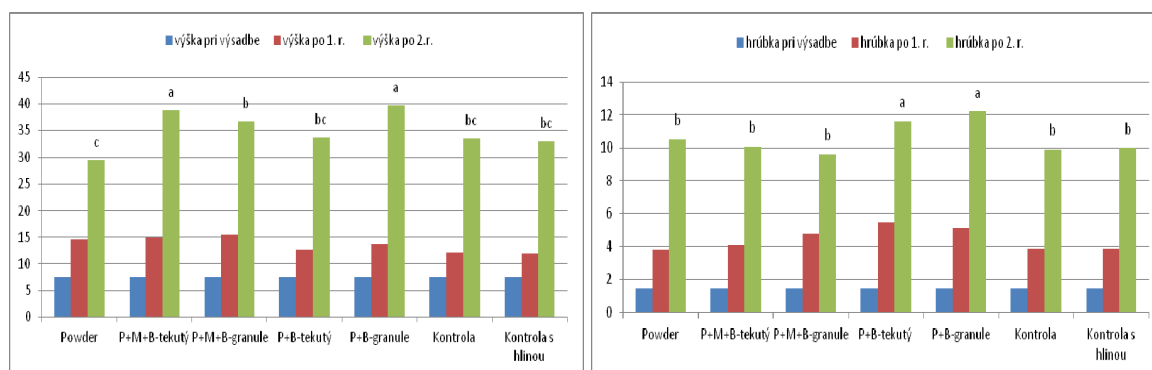
Ako možno vidieť v tabuľke 5, sadbový materiál borovice 1/0 nielenže nespĺňal parametre normy STN 48 2211, ktoré uvádzajú za kritérium výsadbyschopnosti minimálnu výšku pre voľnokorennú borovicu 10 cm a hrúbku v krčku 3 mm, ale naviac sadenice v jednotlivých variantoch neboli pri výsadbe ani homogénne. Tieto štatisticky významné rozdiely medzi variantmi sa v priebehu dvoch vegetačných období však vyrovnali. Napriek tomu, že ani jedno z hnojív ešte významne neovplyvňovalo rastové parametre nadzemnej časti, nemožno to tvrdiť o koreňovom systéme. Tento sa významne lepšie a bohatšie (hlavne dlhé kostrové podpovrchové korene) vyvíjal pri hnojených variantoch všetkých troch druhov hnojív. V druhom roku po výsadbe dosahoval dĺžku asi 70 – 80 cm (obrázok 4 a 5). Významný pozitívny efekt sme pozorovali aj na kvalite asimilačného aparátu.

Obrázok 4, 5. Nadzemná časť a koreňový systém borovice (1/0) s aplikáciou hnojiva Osmocote a Agroblen v 2. roku po výsadbe (© Tučeková)

Hnojivá významnejšie neovplyvnili ujatosť ani prežívanie v nasledujúcom roku, straty boli v obidvoch rokoch pomerne vysoké (34 – 45 %). Výsadby borovíc 1/0 v porovnaní so staršími 2/0 nemali tak vysoké straty. Tieto sa pri boroviciach 2/0 pohybovali v 1. roku od 58 do 60 % a v 2. roku sa ešte pri jednotlivých variantoch zvýšili od 58 – 68 % – tabuľka 4. Znova sa preukazuje, že borovice 2/0 majú v podmienkach presychajúcich a prehrievajúcich sa záhorských pieskov väčší šok z presadenia ako jednoroké. Štatisticky významné rozdiely rastových parametrov nadzemnej časti borovíc 2/0 sa už po 1. roku vyrovnali. Z toho možno usudzovať, že ani jedno z hnojív významne neovplyvňovalo výšku ani hrúbku týchto borovíc. Vývoj koreňového systému, však obdobne ako pri jednorokých boroviciach bol po aplikácii hnojív pozitívne ovplyvnený (najmä Osmocote). V 2. roku sme pozorovali aj farebné prejavy a predlžovanie ihlič oproti kontrole. Celkovo ročné výškové prírastky boli oproti jednorokým omnoho menšie (kontrola – 2 – 3 cm, Osmocote 3 – 12 cm, Silvamix 2 – 3 cm), pričom u jednorokých v prvom roku neboli pod 4 cm a v druhom roku sa pohybovali od 4 do 10 cm.

Mikrobiologický pôdny kondicionér (Bactofil B – tekutý a granulovaný + Stockosorb® Powder, Micro) na PP Moravský Jánpo 1. a 2. roku

Aplikácia pôdneho kondicionéra BactoFil B v tekutom aj granulovanom stave v kombinácii s hydrogelmi v 1. a 2. roku pozitívne ovplyvnila na viatych pieskoch Záhoria – PP Moravský Ján výšku, hrúbku a rozvoj koreňového systému borovíc (obrázok 6, 7). Potvrdzujú to štatisticky významné rozdiely medzi jednotlivými variantmi aplikácie aditív.



Obrázok 6, 7. Priebeh priemerných výšok a hrúbok výsadieb borovice po aplikácii hydrogelov (Stockosorb Powder a Micro) a BactoFil B (tekutý a granulovaný) v 1. a 2. roku po výsadbe – PP Moravský Ján

Positívny vplyv aplikácie BactoFil-u B (granule) sa významne prejavil aj na ďalšej PP Šaštín na ujatosti a minimálnom poškodení výsadieb larvami chrústa (tabuľka 5). Štatisticky významne lepšie parametre nadzemnej časti (po 1. roku dvojnásobné výškové prírastky oproti kontrole) aj koreňa dosahovali borovice s aplikáciou granulového BactoFil-u B (obrázok 8 – 10).



Obrázok 8, 9, 10. Výsadby borovice: zľava BactoFil B, kontrola po 1. r., BactoFil B po 2. r. – PP Šaštín (© Túčeková)

Vysoko významné rozdiely v rastových parametroch borovice aj v 2. roku potvrdzujú pozitívny vplyv pôdneho kondicionéra BactoFil B (granule), ktorý sa významne prejavil na ujatosti (100 %), pričom sme na ošetrených výsadbách zaznamenali minimálne poškodenie larvami chrústa. Na variantoch kontroly bez aplikácie BactoFilu boli zaznamenané 80 % straty spôsobené žerom chrústových pandráv (bolo by potrebné uskutočniť opakované pozorovania).

Záver a odporúčania

V minulosti sa pri obnove borín na Záhorí vyhranili v zásade dva spôsoby obnovy: veľkplošná obnova snažiaca sa vytvoriť optimálne podmienky obnovy technickou prípravou pôdy príp. poliarením a maloplošná obnova, pri ktorej materský porast hrá hlavnú úlohu pri vytváraní najvhodnejších podmienok pre obnovu. Treba kriticky priznať, že v praxi používané celoplošné nasadenie ťažkých mechanizačných prostriedkov na klčovanie pňov spôsobuje ochudobňovanie pôdy o deficitný organický materiál a ďalším odtláčaním vyklčovaných pňov na depóniá sa súčasne zo zrovnávaných plôch odstraňuje takmer úplne stromová opadanka. V extrémnych stanovištných podmienkach Záhoria sa takto pôda ochudobňuje o minerálny podiel organickej hmoty, čím sa ešte viac zhoršuje jej sorpčná schopnosť pre vodu a živiny. Na nevýhody tohto spôsobu poukázal aj Cifra (1983) a odporúčal hľadať nové vhodnejšie technológie umelej obnovy (možnosť frézovania).

Pri degradácii pôdneho pokryvu strácajú pôdy Záhoria schopnosť prirodzenej obnovy a niekedy hrozí aj nebezpečenstvo veternej erózie. Pri očakávaných klimatických zmenách (pozorované vlhové, teplotné výkyvy) je pôdne prostredie vystavené prudkému zahrievaniu a vysychaniu, pričom sa zhoršujú fyzikálne a biologické podmienky v pôde, ktorá bez melioračného (rekultivačného) zásahu neumožňuje žiadnu obnovu porastu. Princíp meliorácie piesčitej pôdy spočíva v zlepšení vodného režimu pôdy úpravou schopnosti infiltrácie a vododržnosti, prehĺbení aktívneho profilu pôdy a normalizácii látkového kolobehu medzi pôdou a vegetačným krytom a v odstránení konkurencie buriny.

Pri súčasnom 15 – 20 % znížení zrážok, otepľovaní a vysušovaní (vietor – veterná erózia) záhorských pieskov je potrebné hľadať spôsoby, ktoré by tieto nepriaznivé vplyvy aspoň sčasti eliminovali. Jedným z riešení ako sa ukázalo na poloprevádzkových pokusných plochách OZ Šaštín je aj použitie hydroabsorbentov pred (manipulácia a transport) a počas výsadby. Rovnako aj v oblasti VLM Malacky sa preukázali veľmi pozitívne výsledky s aplikáciou spomínaných typov hydrogelov radu Stockosorb® Agro, Micro a Powder (Tučeková et al. 2005). Zlepšenie vlhrovej bilancie je základným predpokladom pre zlepšenie produktívnosti piesčitých pôd. Hydrogel ovplyvnil ujatosť a pri jednoročnej borovici aj rastové parametre najmä rozvoj kostrových koreňov, množstvo, dĺžku ihlíc a celkový habitus. O takto významnom vplyve však nemôžeme hovoriť pri rastových parametroch vysádzaných starších 2-ročných sadeníc borovice.

O úspechu umelej obnovy lesa sa rozhoduje už v lesnej škôlke. Pri umelej obnove lesa je nutné použiť len kvalitný sadbový materiál (po stránke morfolologickej, fyziologickej a genetickej). Na základe získaných výsledkov je možné odporučiť novú generáciu hydrogelov, ktoré majú niekoľko ročnú účinnosť a tým nielen chránia koreňový systém pri transporte, ale sú schopné viazať vodu v oblasti koreňového systému aj po výsadbe. Hydrogel Stockosorb® Powder je nutné aplikovať tesne po vyzdvihnutí semenáčikov resp. sadbového materiálu zo záhonu lesnej škôlky a tým plne využiť jeho potenciál na ochranu koreňového systému. Pri umelej obnove lesa sa osvedčuje pridanie gelovej formy hydrogelu z radu Stockosorb® Micro a Agro pri výsadbe do jamky.

Obr (In Remiš et al. 1995) uvádza, že povrch pôdy zbavený vegetácie a humusového profilu a k tomu ešte nakyprený (celoplošná príprava) sa stáva aktívnou vrstvou pre tvorbu horizontálnych zrážok a tiež kondenzáciu vodnej pary, ktorá v dôsledku opožďovania teplotných maxim smerom do hĺbky pôdy sa premiestňuje tzv. termodifúziou z väčších hĺbok pôdy do tejto aktívnej vrstvy. Toto je vlastne na príčine momentálne priaznivejšieho vlhkostného stavu pôdy v kritických obdobiach než je pod porastom alebo na plochách bez celoplošnej prípravy pôdy. Významne sa to prejavuje v ujatosti a prežívaní sadeníc s podporou hydrogelov, kde sme pri výskumnom pozorovaní zaznamenali kostrové korene o dĺžke až 100 cm, v hĺbke do 10 cm pod povrchom.

Prednosťami nových ekologických produktov ako je napr. mikrobiologický pôdny kondicionér BactoFil) je to, že po jednoduchej aplikácii zlepšuje kvalitu pôdy, tvorbu humusu, zlepšuje udržiavanie rovnováhy vody v pôde, významne redukuje používanie umelých hnojív a navyše využíva schopnosť mikroorganizmov viazať na seba stavebné látky, živiny z pôdy a odovzdávať ich koreňovej sústave rastlín. Rozhodujúci pre výživu porastu je nielen obsah prístupných živín, ale v týchto piesčitých pôdach i schopnosť pôdy ich udržať (sorpčná schopnosť). Pozitívny vplyv aplikácie granulovaného BactoFil-u B sa významne prejavil na ujatosti a minimálnom poškodení výsadieb larvami chrústa. Borovice s aplikáciou granulového BactoFil-u B mali štatisticky významne lepšie parametre nadzemnej časti (po 1. roku dvojnásobné výškové prírastky oproti kontrole) aj koreňa.

Treba zdôrazniť, že zvýšený prístup atmosférických zrážok na povrch pôdy po holorube všeobecne zvyšuje biodegradačné procesy, ale aj vymývanie dusíka a minerálnych živín z pôdy. Vykonanou celoplošnou prípravou pôdy sa tieto procesy ešte ďalej zintenzívňujú. Na existujúcich minerálne chudobných až jalových pôdach strata živín sa nemôže kompenzovať z minerálnych rezerv pôdy. Vytlačanie pŕov spolu s materiálom humusového profilu pôdy nemá výrazný negatívny dopad len na plochu, z ktorej sa materiál získal, ale aj na plochu, na ktorej sa nachádza (Remiš et al. 1995, Zachar & Tužinský 1986). Vytváranie valov z pŕov a odhrnutej povrchovej časti pôdy sa skoro jednoznačne spája s ich ochranným účinkom proti veternej erózii. Táto predstava je však len čiastočne pravdivá. Často sa v prevádzke neakceptuje ich najvhodnejšie nasmerovanie (t. j. kolmé na smer prevládajúcich vetrov). Potvrzuje to aj nami zistená veterná erózia (zavievanie výsadieb pieskovými časticami až do 8 cm nad krčkom vo väčšej vzdialenosti od valov). Je známe, že tvorba valov by bola vhodnejšia polopredúvavá, t. j. vytvorenie valov len z pŕov bez zeminy.

Borovica, drevina najčastejšie vysádzaná na Záhorí vykazuje mnohokrát známky poškodenia už v 5. – 6. roku po výsadbe. Je o jej vlastnostiach známe, že jej nároky sa v 4. roku zvyšujú 50-krát a v 5. roku až 80-krát k nárokom v 1. roku (Ledinský 1988). V záujme dosiahnutia trvale udržateľného hospodárenia v týchto lesoch je nevyhnutné preto uvažovať o dodávke hmoty a energie do týchto lesných ekosystémov, hlavne v podobe melioračných hmôt, pretože samotné prirodzené zmladenie na Záhorí preukázalo v asimilačných orgánoch nedostatok vápnika aj horčíka.

Výsledky analýz pôdnych vzoriek poukazujú vo všeobecnosti na pomerne nepriaznivý stav pôd, pričom aj prirodzené vlastnosti pôd najmä z hľadiska textúry (zrnatosti) nie sú optimálne. Podľa spracovaného vyhodnotenia analýz a návrhu hnojenia nemožno zásoby humusu a celkového dusíka hodnotiť priaznivo, preto sa realizovalo doplnenie živín tromi typmi tabletového hnojiva Silvamix® Mg, Osmocote® a Agroblen®. Po aplikácii môžeme hovoriť o priamom vplyve týchto hnojív na ujatosť a rastové parametre najmä po 2. roku, o pozitívnom vplyve na rozvoj koreňového systému a následne aj stav asimilačných orgánov (dlhšie, vitálne ihlice bez príznakov žltnutia). Pri voľbe hnojiva bude potrebné

vychádzať zo stavu živín kultúr pred aplikovaním hnojív. Hnojivá aplikovať na ujaté (žijúce) výsadby (vhodnejšie v druhom vegetačnom období – skoré jarné obdobie) (Tučeková & Sarvaš 2004).

Podakovanie

Príspevok vznikol vďaka Agentúre na podporu výskumu a vývoja projektu APVV-0889-11.

Použitá literatúra

- Bublinec, E., 1987: Limitné a optimálne hodnoty pôdných vlastností a bioprvkov vo vzťahu k sídelnej zeleni. *Životné prostredie*, 4: 193–196.
- Cifra, J., 1983: Problematika poklesu podzemnej vody v podunajských lesoch pod Bratislavou. In: *Výsledky pestovania topoľov a vrb na Slovensku*. Zvolen, ČZS, s. 60–66.
- Ledinský, J., 1988: Minerálna výživa lesných drevín. In: *Možnosti obnovy a zvýšenie stability lesných porostů v oblastiach pod vplyvom imisí. Dům techniky ČSVTS Ústí n. Labem*, s. 119–125.
- Nárovec, V., 2000: Dicyklický rúst výhonů u borovice a nápravná pěstební opatření v nejmladších kultúrách. *Lesnícká práce*, 31 s.
- Remiš, J., Obr, F., Tužinský, L., Ťavoda, P., Lengyelová, A.: *Návrh zmeny obhospodarovania lesov v Záhorkej nížine*. ZS ČRÚ, Zvolen, LVÚ, 60 s.
- Sarvaš, M., Túčeková, A., 2004: Overovanie aplikácie vododržných materiálov použitých pri umelej obnove lesa v pôsobnosti VLM Malacky. *Správa*, Zvolen, LVÚ, 18 s.
- Tognetti, R., Michelozzi, M. and Giovannelli, A., 1997: Geographical variation in water relations, hydraulic architecture and terpene composition of Aleppo pine seedlings from Italian provenances. *Tree Physiol.*, 17: 241–250.
- Túčeková, A., 2004: Eliminácia vplyvu extrémov počasia pri zalesňovaní použitím vododržných a biotechnologických (hnojivých) preparátov. In: *Sborník z 5. česko-slovenského Vědeckého symposia pedagogických a vědeckovýzkumných pracovišť odboru Pěstování lesa: Hlavní úkoly pěstování lesů na počátku 21. století*. Křtiny 14. 9. – 16. 9., s. 101–120.
- Túčeková, A., Sarvaš, M., 2004: Porovnanie adaptapčného procesu krytokorenných Jiffy-7 a voľnokorenných výsadiel a vplyv hnojív (Agroblen®, Osmocote®) v prvých rokoch po výsadbe. *Výskumná správa LVÚ Zvolen*, 23 s.
- Túčeková, A., Sarvaš, M., Pavlenda, P., 2004: Overovanie účinnosti rôznych typov hnojív a vododržných materiálov pri umelej obnove na viatych pieskoch Záhoria. *Výskumná správa LVÚ Zvolen*, 29 s.
- Túčeková, 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.
- Zachar, D, Tužinský, L., 1986: Příčiny usýchání borovicových porostov na Záhorí. *Štúdiá*. Zvolen, VÚLH, 28 s.
- STN 482211: *Semenáčky a sadenice lesných drevín*

Ing. Anna Túčeková, PhD., Ing. Valéria Longauerová, PhD., Ing. Miriam Maľová, PhD.

Národné lesnícke centrum – Lesnícky výskumný ústav Zvolen, T. G. Masaryka 2175/22, 960 92 Zvolen, e-mail: tucekova@nlcsk.org, longauerova@nlcsk.org, malova@nlcsk.org