



Zborník referátov

z medzinárodnej konferencie, ktorá sa konala
29. – 30.6.2022 v Liptovskom Jáne

Lesné semenárstvo, škôlkarstvo a umelá obnova lesa 2022

Recenzenti: Ing. Ján Hoffmann, CSc.
Ing. Elena Takáčová
Mgr. Gabriela Luptáková, PhD.
Ing. Miriam Sušková, PhD.

Editor: Ing. Miriam Sušková, PhD.

Vydalo: Združenie lesných škôlkarov Slovenskej republiky, 031 01 Liptovský Mikuláš - Iľanovo
1.vydanie – náklad 100 výtlačkov
Copyright © Združenie lesných škôlkarov Slovenskej republiky, 2022

ISBN 978-80-972697-3-9



9 788097 269739

O B S A H

ČINNOSTI KONTROLY LESNÉHO REPRODUKČNÉHO MATERIÁLU

Dagmar Bednářová, Elena Takáčová, Ivan Horvát, Slavomír Strmeň

ČINNOST AKREDITOVANÉ ZKUŠEBNÍ LABORATOŘE SEMENÁŘSKÁ KONTROLA VE VÚLHM, VS KUNOVICE

Kamila Brožovičová, Lena Bezděčková

ZÁSADY PŘENOSU REPRODUKČNÍHO MATERIÁLU V ČR – AKTUÁLNÍ ZMĚNY LEGISLATIVNÍCH PŘEDPISŮ

Pavel Kotrla, Vlasta Knorová

VYUŽITÍ METODICKÝCH POSTUPŮ DNA ANALÝZ PRO KONTROLU DEKLAROVANÉHO PŮVODU

Paolína Máchová, Helena Cvrčková, Olga Trčková, Kateřina Vítová

ELIMINACE MRTVÝCH SEMEN Z ODDÍLŮ OSIVA METODOU IDS

Kateřina Houšková, Petra Pantová, Miloš Pařízek, Marek Zeman, Oldřich Mauer

PODZIMNÍ VÝVOJ ODOLNOSTI KE STRESŮM U SAZENIC RŮZNÝCH DRUHŮ DŘEVIN

Jan Leugner, Jarmila Martincová

GENETICKÁ CHARAKTERIZÁCIA VÝBEROVÝCH STROMOV RODU LARIX AKO ZÁKLAD PRE ĎALŠIE ŠLACHTENIE V NEMECKU

Ute Tröber

NÁRODNÍ BANKA OSIVA LESNÍCH DŘEVIN V ČR

Pavel Kotrla, Josef Cafourek, Lena Bezděčková

VYUŽITÍ RYCHLEROSTOUCÍCH DŘEVIN V ČR Z POHLEDU LEGISLATIVY

Hana Bajajová, Pavel Kotrla, Jan Weger

NOVÉ PŘÍSTUPY K OBNOVĚ LESA V ČESKÉ REPUBLICE A JEJICH UPLATNĚNÍ V LEGISLATIVĚ A PRAXI LESNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ

Jan Leugner, Antonín Jurásek

AGROLESNÍCKÉ SYSTÉMY – NOVÁ PŘÍLEŽITOST PRO PRODUCENTOV SADBOVÉHO MATERIÁLU DREVÍN DO OBHOSPODAROVANEJ KRAJINY

Jaroslav Jankovič

POLOODROSTKY A ODROSTKY NOVÉ GENERACE NA SPECIFICKÝCH LESNÍCH STANOVIŠTÍCH: SHRUTÍ VYBRANÝCH POZNATKŮ

Ivan Kuneš, Martin Baláš, Pavel Burda, Josef Gallo, Jarmila Nárovcová

PĚSTOVÁNÍ VYBRANÝCH KULTUR ZELENÉHO HNOJENÍ V LESNÍCH ŠKOLKÁCH

Jarmila Nárovcová, Přemysl Němec

VLIV VYBRANÝCH MELIORAČNÍCH HMOT

Vilém Podrázský, Jan Svoboda, Jiří Záruba, Josef Gallo, Martin Baláš

POUŽITÍ MYKORHIZNÍCH PŘÍPRAVKŮ PRO PŘEKONÁNÍ POVÝSADBOVÉHO ŠOKU

Martin Baláš, Václav Trojan, Josef Gallo, Ivan Kuneš, Vilém Podrázský

PŮDA - ŽIVÝ EKOSYSTÉM VO VZŤAHU K FYZIKÁLNÝM PARAMETROM

Ivana Šindelková, Ľubomír Marhavý

ČINNOSTI KONTROLY LESNÉHO REPRODUKČNÉHO MATERIÁLU

Dagmar Bednárová, Elena Takáčová, Ivan Horvát, Slavomír Strmeň

Abstrakt:

V príspevku je podrobnejšie analyzovaná činnosť kontroly lesného reprodukčného materiálu v zmysle platných predpisov a semenárskeho laboratória ISTA SK02.

Kľúčové slová: činnosti, dôležité termíny, nedostatky, uznané zdroje, vyhláška, zákon

Činnosť kontroly lesného reprodukčného materiálu (ďalej len „centrum“) vyplýva zo Zákona 138/2010 Z. z. o lesnom reprodukčnom materiáli (ďalej len „LRM“) v znení neskorších predpisov, ktorými sú Zákon 49/2011 Z. z., ktorým sa mení a dopĺňa zákon 138/2010 Z. z. a Zákon 73/2013 Z. z., ktorým sa dopĺňajú predchádzajúce zákony a Vyhlášky 501/2010 Z. z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o produkcii LRM a jeho uvádzaní na trh v znení neskorších predpisov, ktorým je Vyhláška 118/2013 Z. z., ktorou sa mení a dopĺňa uvedená vyhláška.

Centrum zabezpečuje nasledovné činnosti:

a) Podľa zákona

§ 8 Uznávanie zdrojov

Centrum navrhuje uznanie zdroja pre kategóriu identifikovaný, selektovaný, kvalifikovaný a testovaný. Centrum spracováva aj zmeny týkajúce sa uznaných zdrojov k 31. decembru kalendárneho roka, ktoré správca zdroja zasiela centru do 15. februára nasledujúceho roka.

V roku 2021 sme v spolupráci s NLC – ÚHÚL Zvolen a s firmou Foresta SK, a. s. Banská Bystrica vypracovali metodiku na výpočet zníženia výmery uznaných zdrojov, ktorá je uvedená na stránke NLC: https://web.nlcsk.org/?page_id=3908. Cieľom bolo zjednotenie výpočtu.

§ 9 Národný register a národný zoznam

Vedie evidenciu uznaných zdrojov, ktorá je aktualizovaná každoročne pri obnove programov starostlivosti o les (ďalej len „PSL“) vrátane uznávania zdrojov aj počas platnosti PSL.

Prehľad stavu zdrojov za posledných 5 rokov je uvedený v tabuľke 1.

Tabuľka 1 Počet uznaných zdrojov (ks)

Zdroj/rok	2017	2018	2019	2020	2021
Uznané porasty	16961	17087	16572	16342	16230
Identifikované zdroje	388	436	532	642	590
Výberové stromy	4407	4466	4492	4560	4552
Génové základne	116	117	119	120	118
Semenné sady	58	59	62	64	63
Semenné porasty	130	130	129	131	132

§ 15 Obchodná výmena a vývoz

Pre obchodnú výmenu vystavuje centrum listy o pôvode v anglickom jazyku. Po uskutočnení obchodnej výmeny je odborne spôsobilá osoba na činnosti s LRM povinná zaslať centru kópiu sprievodného listu, na základe ktorého je centrum povinné zaslať príslušnému orgánu v rámci EÚ informačný dokument do 60 dní od vydania listu o pôvode (ods. 7).

Aby LRM mohol byť z obchodnej výmeny použitý na obnovu lesa a zalesňovacie a na iné lesnícke účely, je odborne spôsobilá osoba povinná pred jeho uvedením, požiadať centrum o vydanie súhlasu (ods. 1).

Prehľad vydaných listov o pôvode a informačných dokumentov za posledných 5 rokov je v tabuľke 2.

Tabuľka 2 Počet vydaných dokumentov (ks)

Dokument/rok	2017	2018	2019	2020	2021
List o pôvode v AJ	41	38	40	44	82
Informačný dokument	41	35	69	54	129
Súhlas na použitie LRM z obchodnej výmeny	7	39	4	6	5

§ 25 Dozor nad produkciou a uvádzaním LRM na trh

Centrum v zmysle tohoto paragrafu kontroluje najmä:

- pôvod, balenie, označovanie, evidencia, kvalita lesného reprodukčného materiálu a vykonávanie činností s lesným reprodukčným materiálom od jeho získania až po dodávku konečnému odberateľovi,
- stav a obhospodarovanie uznaných zdrojov lesného reprodukčného materiálu,
- použitie stanovištné a geneticky vhodného lesného reprodukčného materiálu na obnovu lesa a zalesňovanie a na iné lesnícke účely,
- genetická identita klonov, zmesí klonov a multiklonálnych variet, e) použitie lesného reprodukčného materiálu z obchodnej výmeny a dovozu.

Prehľad vykonaných kontrol za posledných 5 rokov je uvedený v tabuľke 3.

Tabuľka 3 Počet vykonaných kontrol

Kontrola/rok	2017	2018	2019	2020	2021
Producenti (škôlky)	118	94	121	84	108
Použitie (KPP)	5	5	48	13	33
Obchodovanie	4	-	11	12	11
Skladovanie	1	-	2	4	8

§ 26 priestupky a § 27 Iné správne delikty

Pri zistení nedostatkov, centrum posielala podnety na udelenie pokuty príslušným okresným úradom. Za roky 2017 – 2020 bolo podaných 16 podnetov. V roku 2021 bolo podaných podnetov 25 – priestupky a 68 – iné správne delikty. Väčšinou išlo o porušenie § 8, ods. 16 – hlásenie zmien v uznaných zdrojoch k 31. 12. kalendárneho roka, ktoré sa zasiela do 15. 2. nasledujúceho roka.

b) Podľa vyhlášky

§ 3 Uznávanie zdrojov

V rámci uznávania zdrojov, centrum schvaľuje a podáva návrhy na uznanie zdrojov príslušným okresným úradom. Najviac zdrojov, selektovaných a identifikovaných je schvaľovaných počas obnovy PSL.

Výberové stromy sa selektujú a uznávajú podľa potreby užívateľov, hlavne pred založením nového semenného sadu.

Pre semenný sad sa tiež vystavuje uznávací list na základe projektu, ktorý schvaľuje príslušný okresný úrad.

Evidenciu semenných porastov a génových základní vedie len centrum a užívateľ na základe projektov obhospodarovania pre uvedené zdroje.

Prehľad schválených uznaných jednotiek za posledných 5 rokov je v tabuľke 4.

Tabuľka 4 Počet schválených uznaných jednotiek (ks)

Zdroj/rok	2017	2018	2019	2020	2021
-----------	------	------	------	------	------

Uznané porasty	950	1218	1416	997	981
Identifikované zdroje	61	49	82	88	99
Výberové stromy	21	152	86	101	34
Semenné sady				1	1
Génové základne				1	
Semenné porasty				2	2

§ 11 Banka semien

Banka semien je zriadená ako súčasť ochrany genetických zdrojov lesných drevín na účel uchovania genofondu vysokohodnotných a v mieste výskytu ohrozených porastov lesných drevín.

Banka semien pozostáva zo základnej a pracovnej zásoby. Z pracovnej zásoby je možné osivo pri poklese klíčivosti a energie klíčenia vyskladniť, aby sa vypestoval sadbový materiál pre génové základne a semenné porasty.

V banke semien je uložených 66 oddielov, z toho smreka obyčajného – 48 oddielov, smrekovca opadavého – 9 oddielov a borovice lesnej – 9 oddielov.

Najstaršie oddiely sú z roku 2000. Banka semien sa začala revitalizovať od roku 2018 a tak do nej pribudli nové oddiely nasledovne: v roku 2018 6 oddielov smrekovca opadavého a 2 oddiely smreka obyčajného, v roku 2019 4 oddiely borovice lesnej, v roku 2020 5 oddielov smreka obyčajného, 1 oddiel smrekovca opadavého, 1 oddiel borovice lesnej, v roku 2021 1 oddiel borovice lesnej a 1 oddiel smrekovca opadavého a v roku 2022 jeden oddiel borovice lesnej.

Množstvo zásob a vyskladneného osiva za posledných 5 rokov je uvedený v tabuľke 5.

Tabuľka 5 Množstvo zásob a vyskladneného osiva (kg)

Rok	Základná zásoba	Pracovná zásoba	Vyskladnené osivo
2017	41,77	129,37	30,01
2018	41,77	129,37	-
2019	49,48	131,71	4,05
2020	52,66	123,05	9,16
2021	52,66	134,20	1,66

§ 16 Semenárske oblasti a prenos LRM

Tu je dôležité pripomenúť, že pre hlavné dreviny – smrek obyčajný, jedľa biela, borovica lesná, smrekovec opadavý, buk lesný, dub zimný, dub letný – nie je možný prenos medzi semenárskymi oblasťami v areáli prirodzeného rozšírenia dreviny. Do semenárskej oblasti 4 je možný prenos z hociktorej semenárskej oblasti, ale musí byť dodržaný vertikálny prenos.

Vertikálny prenos pre uvedené dreviny je dovolený o 1 vegetačný stupeň nahor a o 2 vegetačné stupne nahor so súhlasom centra v rámci semenárskych oblastí. Mimo semenárskych oblastí a u ostatných drevín je vertikálny prenos povolený o 2 vegetačné stupne. Za roky 2017 – 2021 bolo vydaných spolu 52 súhlasov.

Jediný vertikálny prenos nadol je povolený z vegetačného stupňa 2 do vegetačného stupňa 1. Ak pre hore uvedené dreviny nemožno na obnovu lesa a zalesňovanie zabezpečiť lesný reprodukčný materiál z určenej semenárskej oblasti, je možné použiť LRM z obchodnej výmeny alebo z dovozu za podmienok uvedených v metodike na použitie LRM na obnovu lesa a zalesňovanie z obchodnej výmeny alebo z dovozu, ktorá je uverejnená na stránke NLC https://web.nlcsk.org/?page_id=3908.

§ 19 Evidencia škôlok a prevádzkových zariadení

Evidencia škôlok a prevádzkových zariadení sa predkladá centru v plnom rozsahu pri prvom predložení do 31. 3. kalendárneho roka a pri zmenách do 60 dní od ich uskutočnenia.

V tabuľke 6 je uvedená štruktúra škôlok a prevádzkových zariadení k 31. 12. 2021.

Tabuľka 6 Škôlky a prevádzkové zariadenia k 31. 12. 2021

Druh	Škôlkarské stredisko	Škôlka	Hlavová škôlka	Klimati-začný sklad	Manipulačná hala	Snežná jama	Skleník	PEK	Mraziaci box
Počet	11	252	2	44	2	162	6	3	1

§ 20 Evidencia LRM

Evidenciu tvorí:

- list o pôvode,
- sprievodný list lesného reprodukčného materiálu (ďalej len „sprievodný list“),
- grafická evidencia, ak ide o lesný reprodukčný materiál pestovaný v škôlkach a v prevádzkových zariadeniach,
- oznámenie o produkcii lesného reprodukčného materiálu,
- oznámenie o skladovanom zostatku semena a osiva.

Ďalej ju tvorí aj:

- list o pôvode alebo sprievodný list,
- karta pôvodu porastu,
- súhlas na použitie lesného reprodukčného materiálu na obnovu lesa a zalesňovanie z obchodnej výmeny (ďalej len „súhlas na použitie z obchodnej výmeny“),
- súhlas na použitie lesného reprodukčného materiálu na obnovu lesa a zalesňovanie z dovozu (ďalej len „súhlas na použitie z dovozu“).

Centrum vedie evidenciu listov o pôvode, skladovaných zostatkov osiva k 30. 6. a 31. 12. kalendárneho roka a evidenciu pestovaného LRM a množstva osiva po spracovaní semennej suroviny.

V tabuľke 7 je uvedená výmera lesných škôlok a množstvo pestovaného LRM. Celková výmera škôlok, produkčná plocha sa za posledných 5 rokov znížili o 2 % a produkcia sadeníc sa za posledných 5 rokov znížila cca o 20 %. Je to dôsledok zrušenia škôlok a prechodu na prírode blízke hospodárenie.

Tabuľka 7 Výmera lesných škôlok, produkčnej plochy (ha), pestovaný LRM (mil. ks)

Ukazovateľ	Rok				
	2017	2018	2019	2020	2021
	Celková výmera škôlok (ha)				
Štátny sektor	358	358	358	358	352
Neštátny sektor	171	175	175	177	169
Spolu	529	533	533	535	521
	Produkčná plocha škôlok (ha)				
Štátny sektor	235	235	235	235	231
Neštátny sektor	129	132	132	133	128
Spolu	364	367	367	368	359
	Produkcia sadeníc (mil. ks)				
Štátny sektor	89,5	90,0	90,2	86,3	83,8
Neštátny sektor	136,8	129,2	117,0	107,5	96,8
Spolu	226,3	219,2	207,2	193,8	180,6

c) Najčastejšie zistené nedostatky pri kontrolách

- Nedodržiavanie termínov v zmysle platných predpisov pri zasielaní oznámení o produkcii sadbového materiálu, o skladovanom zostatku osiva a o zmenách v uznaných zdrojoch;

- nezasielanie oznámení o produkcii semena do 30 dní po spracovaní semennej suroviny – následne nie je možné evidovať produkciu semenáčikov 1+0;
- nevystavovanie sprievodných listov hneď pri predaji LRM, ale často dodatočné zasielanie sprievodných listov odberateľom na podpis po niekoľkonásobnej urgencii. SL je rastlinný pas, bez ktorého nie je možné LRM uvádzať na trh;
- nepodpisovanie sprievodných listov zo strany odberateľa – zistené pri kontrolách kariet pôvodu porastu, kde je často zistené, že sprievodné listy chýbajú
- Vyšší výdaj ako bol nákup alebo produkcia LRM
- nesprávne vykonávaná inventúra sadbového materiálu a následný aj 20 % vyšší výdaj v jarnom období, dokonca aj pri krytokorennom sadbovom materiály;
- dodatočné oznámenia o produkcii LRM sa oznamuje pri kontrole, resp. po nej – je potrebné oznámiť vyšší počet LRM oproti oznámeniu o produkcii ihneď po zistení skutočnosti;
- nesprávny vek sadbového materiálu 1/1, 3/2 namiesto 1+1, 3_2 a pod.;
- pri nákupe osiva chýbajú rozbory kvality osiva;
- neoznamovanie obchodovania v zmysle predpisov 15 dní pred jeho uskutočnením;
- prepisové chyby – v evidenčných kódoch a listoch o pôvode;
- chronicky opakujúce sa chyby vždy u tých istých producentov;
- pri nákupe LRM odporúčame si overiť v centre, či LRM je evidovaný (tzv. registrovaný).

d) ISTA semenárske laboratórium SK02

Semenárske laboratórium vykonáva rozbory kvality semien lesných drevín podľa ISTA štandardov a vydáva národné aj ISTA certifikáty.

Akreditované po organizačnej zmene v roku 2012 bolo opäť v roku 2014 a každé 3 roky komisia poverená ISTA, vykonáva reakreditáciu, ktorú sme obhájili v roku 2020.

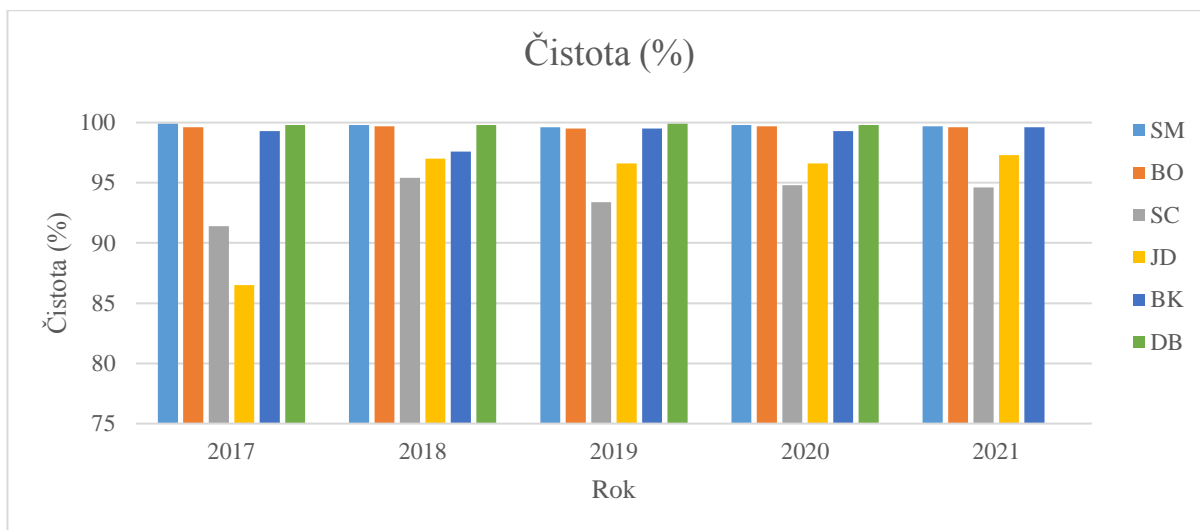
V tabuľke 8 je uvedený počet rozborov a vydaných certifikátov za posledných 5 rokov.

Tabuľka 8 Počet vykonaných rozborov a vydaných certifikátov kvality (ks)

Druh/rok	2017	2018	2019	2020	2021
Klíčivosť	75	46	55	68	45
Životnosť	37	27	44	24	28
Čistota	94	48	64	51	56
Ober vzoriek	86	42	70	57	41
Obsah vody	5	1	10	9	20
Národný certifikát	103	70	94	95	70
ISTA certifikát	15	3	5	2	4

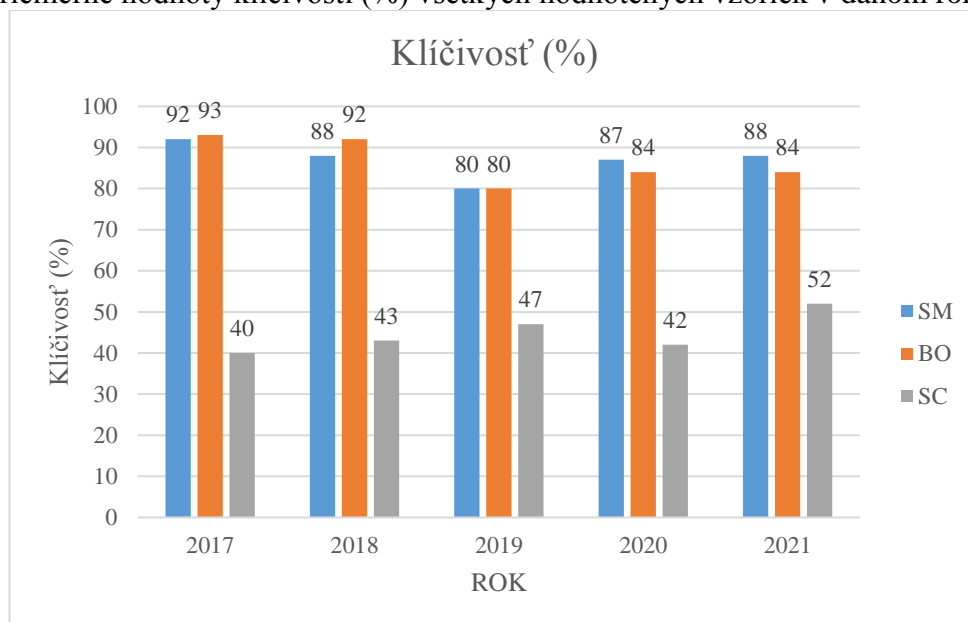
V nasledovných grafoch sú uvedené priemerné hodnoty kvality semien lesných drevín za posledných 5 rokov.

Graf 1 Priemerné hodnoty čistoty (%) všetkých hodnotených vzoriek v danom roku.



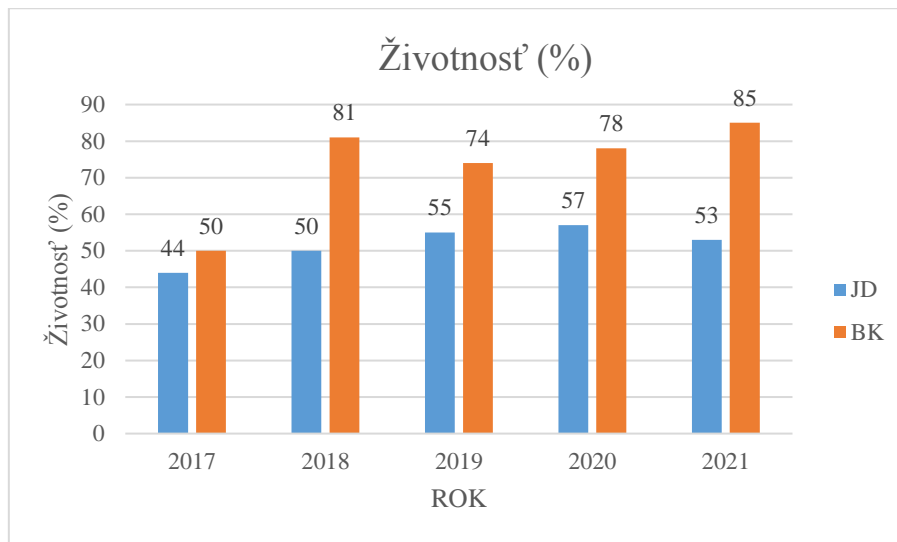
Hodnoty čistoty pre hlavné dreviny sú vyrovnané a sú nad 90 %. U smreka obyčajného, borovice lesnej, buka lesného a dubov sú nad 99 %.

Graf 2 Priemerné hodnoty klíčivosti (%) všetkých hodnotených vzoriek v danom roku.



Priemerné hodnoty klíčivosti u smreka obyčajného a borovice lesnej sú nad 80 % a u smrekovca opadavého dosahujú 40 – 52 %.

Graf 3 Priemerné hodnoty klíčivosti (%) všetkých hodnotených vzoriek v danom roku.



U buka lesného (priemerná životnosť) bola 50 %, čo je hodnota nižšia ako je uvádzaná v literatúre (70 %) (HOFFMANN a kol., 2005). To bolo spôsobené skutočnosťou, že hodnotené oddiely boli nazbierané v roku 2016, prípadne boli z nájomného skladovania. V ostatných rokoch boli hodnoty životnosti nad 74 %. U jedle bielej hodnoty životnosti sú nad 44 %.

Záver

Centrum na základe kontrolnej činnosti odporúča odborne spôsobilým osobám na činnosti s LRM zamerať sa na nedostatky uvedené v bode c) Najčastejšie zistené nedostatky pri kontrolách, predovšetkým dodržiavanie termínov v zmysle platných predpisov a odborným lesným hospodárom na včasné predkladanie zmien v uznaných zdrojoch.

Centrum odporúča producentom a obchodovateľom s LRM tiež:

- konzultovať, resp. overovať si správnosť postupov;
- pri pochybnostiach pri nákupe dať so overiť v centre, či LRM je evidovaný (tzv. registrovaný).

Všetky dôležité a aktuálne informácie získate na webovej stránke:

https://web.nlcsk.org/?page_id=3908

Zároveň prikladáme dôležité termíny v zmysle platných predpisov v prílohe 1.

Literatúra

HOFFMANN, J. a kol., 2005: Lesné semenárstvo na Slovensku. PEREX K+K, s. r. o. pre LESMEDIUM, k. s. Bratislava, ISBN 80-85599-34-1, 193 s.

Zákona 138/2010 Z. z. o lesnom reprodukčnom materiáli

Zákon 49/2011 Z. z., ktorým sa mení a dopĺňa zákon 138/2010 Z. z.

Zákon 73/2013 Z. z., ktorým sa dopĺňajú predchádzajúce zákony

Vyhláška 501/2010 Z. z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o produkcii LRM a jeho uvádzaní na trh

Vyhláška 118/2013 Z. z., ktorou sa mení a dopĺňa uvedená vyhláška

Databázy NLC – LVÚ Zvolen, 2022

Kontakt

Ing Dagmar Bednárová, PhD.

Ing. Elena Takáčová

Ing. Ivan Horvát

Ing. Slavomír Strmeň

Odbor pestovania lesa

NLC – LVÚ Zvolen, T. G. Masaryka 22, 960 01 Zvolen

Príloha 1

**Dôležité termíny na predkladanie oznámení a iných dokumentov
v zmysle zákona 138/2010 Z. z. v znení neskorších predpisov
a vyhlášky 501/2010 Z. z. v znení neskorších predpisov**

P. č.	Podľa zákona 138/2010 Z. z.	Názov oznámenia	Údaje k	Poslať	Poslať komu
1	§ 8, príloha 6	Oznámenie o zmenách v uznaných zdrojoch (uznané porasty, identifikované zdroje, výberové stromy, semenné sady, semenné porasty, génové základne)	31. 12. bežného roka	do 15. 02. nasledujúceho roka	NLC – LVÚ Zvolen, Odbor pestovania lesa
2	§ 10	Oznámenie o odbere		3 dni pred plánovaným začiatkom odberu	Príslušný okresný úrad
3		Požiadat' o vystavenie listu o pôvode		do 15 dní po skončení odberu	
4	§ 15	Oznámenie o uskutočnení obchodnej výmeny a vývozu		15 dní pred uskutočnením	NLC – LVÚ Zvolen, Odbor pestovania lesa
5		Sprievodný list – kópia		ihneď po uskutočnení obchodnej výmeny a dovozu	
	Podľa vyhlášky 501/2010 Z. z.	Názov oznámenia	Údaje k	Poslať	Poslať komu
6	§ 20, príloha 18	Oznámenie o produkcii sadbového materiálu	30. 9. bežného roka	do 15. 10. bežného roka	NLC – LVÚ Zvolen, Odbor pestovania lesa
7		Oznámenie o produkcii osiva		do 30 dní po spracovaní semennej suroviny	
8	§ 20, príloha 19	Oznámenie o skladovanom zostatku osiva	30. 6. bežného roka	do 15. júla bežného roka	
9			31. 12. bežného roka	do 15. januára nasledujúceho roka	

ČINNOST AKREDITOVANÉ ZKUŠEBNÍ LABORATOŘE SEMENÁŘSKÁ KONTROLA VE VÚLHM, VS KUNOVICE

Kamila Brožovičová, Lena Bezděčková

Abstrakt

V posledních letech se výrazně mění klimatické podmínky v České Republice. Dochází ke snižování množství srážek a narůstá sucho. Tato změna klimatu se výrazně promítla i do druhového složení vzorků dřevin, které jsou ve zkušební laboratoři podrobeny kvalitativním zkouškám osiva. Množství listnatých a jehličnatých dřevin zůstává vyrovnané, ale mění se druhové složení jednotlivých skupin. Mezi listnatými dřevinami stále dominují dub a buk, ale výrazně přibylo dřevin, které jsou tolerantní k suchu. Ve skupině jehličnatých dřevin jsou stále nejpočetnější vzorky smrku, ale jeho zastoupení má sestupný charakter. Velkou měrou se na tom podílí jiný přístup k lesnímu hospodaření a postupná změna klimatu. Naopak je zřetelný nárůst ostatních jehličnatých druhů, díky kterým je zajištěna druhová rozmanitost porostů.

Klíčová slova

Jehličnaté dřeviny, kvalita osiva lesních dřevin, listnaté dřeviny, rozbor kvality osiva

Úvod

Počátky lesního semenářství ve VS Kostelany pod vedením Ing. Jiřího Machaníčka, CSc. se datují od roku 1951, kdy ze zrušeného výzkumného ústavu v Brně byla do stanice Kostelany přemístěna kontrolní semenářská stanice. Původní náplní semenářské skupiny byla výzkumná činnost řešící problematiku lesního semenářství, výběr a evidenci lesních uznaných porostů a jakostní a zdravotní kontroly lesního osiva. V roce 1995 byla na stanici zřízena laboratoř „Semenářská kontrola“, kterou až do roku 2013 vedla prom. biol. Zdeňka Procházková, CSc. Od roku 1997 byla zkušební laboratoř akreditována na národní i mezinárodní úrovni. Mezinárodní akreditace v rámci ISTA skončila v roce 2010, ale národní akreditace je pravidelně prodlužována a je platná do současnosti. Předmětem akreditace jsou vzorkování a zkoušky kvality semenného materiálu dřevin (zejména semen a plodů stromů a keřů lesních dřevin). V současné době za vedení laboratoře zodpovídá Ing. Lena Bezděčková.

Služby laboratoře

Zkušební laboratoř Semenářská kontrola (dále jen ZL SK) provádí zkoušky kvality semenného materiálu lesních dřevin podle osvědčení o akreditaci získaného od akreditačního orgánu ČR na základě posouzení činnosti laboratoře podle požadavků normy ČSN EN ISO/IEC 17025:2018. Zkoušky kvality semen jsou vždy prováděny v souladu se stanovenými závaznými akreditovanými metodami a požadavky zákazníků. Zkoušky se provádějí podle SOP (standardních operačních postupů) vycházejících z platných norem ČSN 48 1211 Lesní semenářství - Sběr, kvalita a zkoušky kvality semenného materiálu lesních dřevin. Kvalitativní rozbor každého vzorku začíná odběrem vzorku, který provádí proškolený pracovník laboratoře nebo proškolený externí vzorkovatel. Na základě požadavku zákazníka jsou provedeny jednotlivé kvalitativní zkoušky, a to klíčivost, životnost, čistota, stanovení absolutní hmotnosti semen a/nebo stanovení obsahu vody. Veškeré zkoušky provádí zaměstnanci laboratoře, kteří mají oprávnění danou zkoušku provádět. Výstupem rozborů osiva je protokol o zkouškách, vydaný laboratoří, ve kterém jsou uvedeny kompletní výsledky kvalitativních zkoušek daného vzorku. ZL SK v rámci své činnosti také monitoruje výskyt škodlivých činitelů negativně ovlivňujících kvalitu semenného materiálu lesních dřevin při obnově lesa a zalesňování. Tato zkouška je prováděna mimo rozsah akreditace.

Vzorky semenného materiálu lesních dřevin pochází převážně ze Semenářského závodu Týniště nad Orlicí (LČR, s. p. a vlastníci lesa, kteří v SZ Týniště mají uloženo osivo).

Vzorky osiva zpracované v roce 2016

V roce 2016 bylo v ZL SK přijato celkem 1229 vzorků dřevin. Z tohoto množství bylo 802 vzorků přijato jako prvorozbor a 427 vzorků bylo přijato jako inventurní vzorky (z uskladněných zásob osiva).

Listnaté dřeviny

Prvorozbory semen listnatých dřevin tvořily 46 % z celkového počtu prvorozborů. V celkovém součtu se jednalo o 468 vzorků. Nejpočetněji byly zastoupeny buk lesní (179 vzorků) a duby letní, zimní, červený a cer (83 vzorků). Dalšími dřevinami s početnějším zastoupením byly třešeň ptačí (23 vzorků), javory klen, mléč a babyka (19 vzorků), olše lepkavá a šedá (16 vzorků) a lípa malolistá (11 vzorků). Ostatní dřeviny, jako jsou bříza bělokorá, habr obecný, hloh jednobližný, jasan ztepilý nebo jilm horský byly zastoupeny řádově v jednotkách kusů přijatých vzorků.

Jehličnaté dřeviny

Prvorozbory semen jehličnatých dřevin tvořily 54 % z celkového počtu prvorozborů. V celkovém součtu se jednalo o 432 vzorků. Nejpočetněji byly zastoupeny vzorky smrku ztepilého (293 vzorků). Dalšími dřevinami s početnějším zastoupením byly borovice lesní, (68 vzorků), jedle bělokorá (37 vzorků), douglaska tisolistá (22 vzorků) a modřín opadavý (12 vzorků).

Vzorky osiva zpracované v letech 2017-2020

V rozmezí let 2017-2020 bylo zpracováno průměrně 1333 vzorků ročně. Z tohoto počtu patří průměrně 591 zpracovaných vzorků osiva mezi prvorozbory. Mezi lety 2017-2020 není zřetelný žádný signifikantní rozdíl v množství a druhovém složení zpracovaných vzorků. Vzorky přijaté v tomto časovém úseku jsou téměř rovnoměrně rozloženy mezi jehličnaté a listnaté dřeviny, ale už začíná být zřetelný mírný nárůst rozborů listnatých dřevin (v roce 2017 činily listnaté dřeviny 61 % ze všech prvorozborů). Množství rozborů smrku ztepilého, dubu letního a zimního a buku lesního meziročně kolísá v řádech desítek procent na základě bohatosti úrody. V těchto letech už začíná být patrný úbytek vzorků smrku ztepilého a naopak nárůst vzorků osiva ostatních jehličnatých i listnatých dřevin.

Vzorky osiva zpracované v roce 2021

V roce 2021 bylo v ZL SK přijato celkem 1480 vzorků dřevin. Z tohoto množství bylo 916 vzorků přijato jako prvorozbor a 564 vzorků bylo přijato jako inventurní vzorky (z uskladněných zásob osiva).

Listnaté dřeviny

Prvorozbory semen listnatých dřevin tvořily 51 % z celkového počtu prvorozborů. V celkovém součtu se jednalo o 468 vzorků. Stejně jako v předchozích letech bylo přijato nejvíce vzorků buku lesního (167 vzorků) a dubů letního, zimního, červeného a ceru (82 vzorků). Ve větším počtu byly zastoupeny vzorky javorů klenu, mléče a babyky (49 vzorků), lípy malolisté a velkolisté (42 vzorků), třešně ptačí (38 vzorků), olše lepkavé a šedé (29 vzorků), břízy bělokoré (23 vzorků) a habru obecného (21 vzorků). Ostatní druhy listnatých dřevin byly zastoupeny v minimálním počtu.

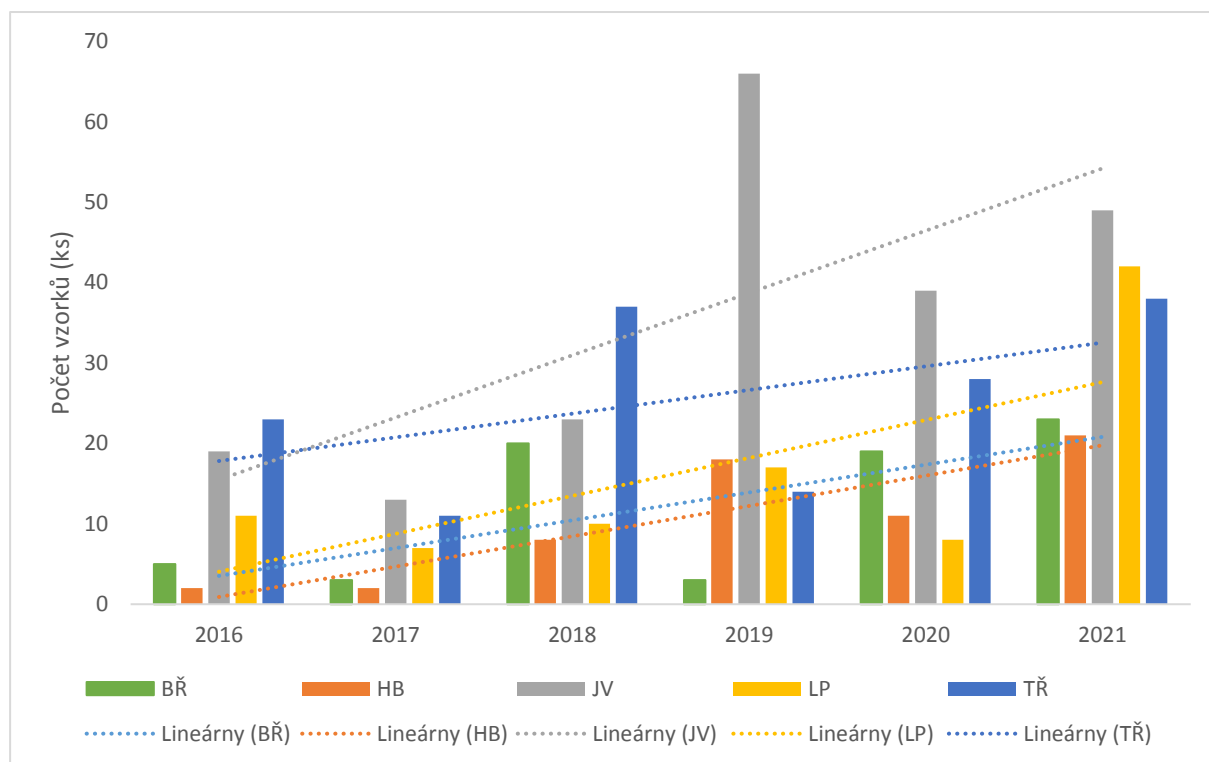
Jehličnaté dřeviny

Prvorozbory semen jehličnatých dřevin tvořily 49 % z celkového počtu prvorozborů. V celkovém součtu se jednalo o 448 vzorků. Nejpočetnějším druhem byl smrk ztepilý (135 vzorků) a jedle bělokorá (103 vzorků). Další jehličnaté dřeviny byly zastoupeny v menším množství: modřín opadavý (86 vzorků), douglaska tisolistá (71 vzorků), a borovice lesní (53 vzorků). V porovnání s předešlými lety se výrazně snížilo množství vzorků smrku ztepilého a výrazně vzrostl počet vzorků ostatních jehličnatých dřevin, zejména druhů tolerantních k suchu.

Celkový trend vzorků osiva zpracovaných v letech 2016-2021

Listnaté dřeviny

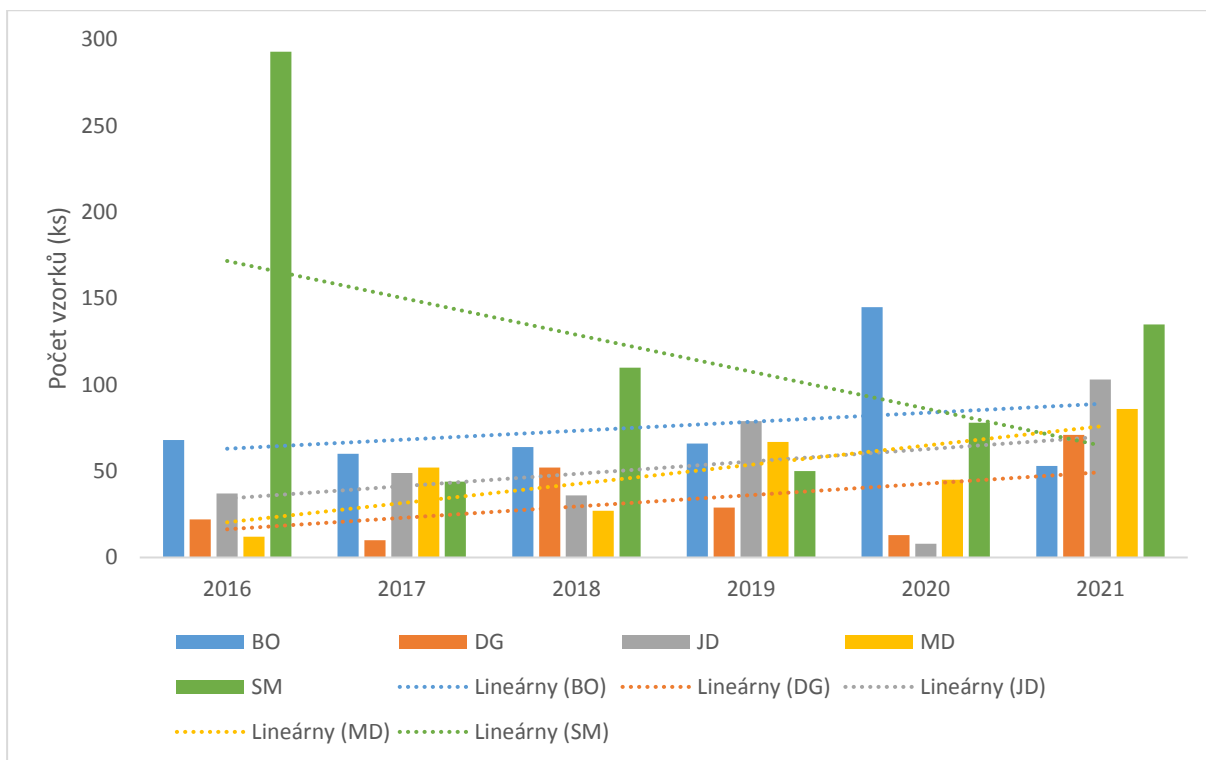
V rozmezí let 2016-2021 byl zaznamenán prokazatelný nárůst prvorozborů listnatých dřevin. Velmi výrazně vzrostlo množství vzorků lípy, břízy, habru, javorů a třešně (Graf 1). V případě těchto druhů dřevin se jedná o nárůst v desítkách procent. Z tohoto druhového zastoupení je patrné, že se v posledních letech zvyšuje produkce druhů, které jsou tolerantní k suchu. Jednotlivě se vyskytly vzorky jírovce maďalu, liliovníku tulipánokvětého a kaštanovníku setého, které bývají využívány jako okrasné parkové dřeviny. Ojedinelé byly k rozborům kvality přijaty vzorky listnatých keřů, jako je hloh jednobložný nebo líska obecná. V menším množství byly zpracovány vzorky topolu šedého a osiky (22 vzorků).



Graf 1: Porovnání množství vzorků jehličnatých dřevin v letech 2016-2021.

Jehličnaté dřeviny

Mezi lety 2016-2021 výrazně kleslo (i přes mírný nárůst v posledních třech letech) množství testovaných vzorků smrku ztepilého. Důvodem poklesu je omezení pěstování smrkových monokultur a omezení výsadby smrku do ekologicky nevhodných lokalit. Naopak výrazně vzrostlo zastoupení douglasky tisolisté, které tak poukazuje na produkci jehličnatých dřevin vhodných do sušších podmínek. K výraznému nárůstu došlo také u vzorků modřínu opadavého a jedle bělokoré (Graf 2). Vzorky borovice lesní jsou mezi lety 2016-2021 ve vyrovnaném počtu, který činí průměrně 76 vzorků ročně.



Graf 2: Porovnání množství vzorků jehličnanů v letech 2016-2021.

Text byl zpracován s podporou Ministerstva zemědělství ČR (MZE-RO0118).

Literatura

ČSN 48 1211. *Lesní semenářství – Sběr, kvalita a zkoušky kvality semenného materiálu lesních dřevin*. Praha: Český normalizační institut, 2006, 60 s. Třídící znak 75 374.

Kontakt

Bc. Ing. Kamila Brožovičová

Ing. Lena Bezděčková

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v.v.i.

Zkušební laboratoř Semenářská kontrola

Na Záhonech 601, 686 04 Kunovice

E-mail: brozovicova@vulhmuh.cz , bezdeckova@vulhmuh.cz

ZÁSADY PŘENOSU REPRODUKČNÍHO MATERIÁLU V ČR – AKTUÁLNÍ ZMĚNY LEGISLATIVNÍCH PŘEDPISŮ

Pavel Kotrla, Vlasta Knorová

Abstrakt:

V závěru roku 2021 byla s účinností od 1.1.2022 přijata nová legislativní úprava (vyhláška MZe č. 456/2021 Sb.), která mimo jiné řeší oblast podrobností přenosu reprodukčního materiálu lesních dřevin. Tato vyhláška tak nahradila stávající vyhlášku MZe č. 139/2004 Sb. V návaznosti na přijetí nové vyhlášky byla souběžně provedena novela nařízení vlády č. 30/2014 Sb. (rovněž s účinností od 1.1.2022), která mimo jiné řeší finanční příspěvky na umělou obnovu lesa. Uvedenými změnami legislativních předpisů byla ve vztahu k vlastníkům lesa zvýšen důraz na motivační formu dodržování pravidel přenosů v podobě finančních příspěvků.

Klíčová slova: Česká republika, legislativní předpisy, přenosy reprodukčního materiálu

- 1) Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v.v.i.
Výzkumná stanice Kunovice
Na Záhonech 601
686 04 Kunovice
Ing. Pavel Kotrla, Ph.D.
kotrla@vulhmuh.cz
- 2) Ministerstvo zemědělství ČR
Odbor hospodářské úpravy a ochrany lesů
Těšnov 17
110 00 Praha 1
Ing. Vlasta Knorová, Dis.
Vlasta.Knorova@mze.cz

VYUŽITÍ METODICKÝCH POSTUPŮ DNA ANALÝZ PRO KONTROLU DEKLAROVANÉHO PŮVODU REPRODUKČNÍHO MATERIÁLU VYBRANÝCH LESNICKY VÝZNAMNÝCH DRUHŮ DŘEVIN V PODMÍNKÁCH ČR

Pavína Máchová, Helena Cvrčková, Olga Trčková, Kateřina Vítová

Abstrakt

Pro možnost ověření genetické struktury a sledování identity oddílů reprodukčního materiálu (RM) smrku ztepilého a borovice lesní v různých fázích zpracování, od sběru semenného materiálu až po dopěstování sadebního materiálu byly zpracovány metodické postupy analýz DNA. Pro RM smrku ztepilého a borovice lesní bylo vybráno po 7 optimálně polymorfních nSSR markerech vykazujících střední genetickou variabilitou a bylo provedeno jejich ověření na souborech vzorků RM získaných v poloprovozních podmínkách. U vybraných markerů byly optimalizovány postupy PCR a fragmentačních analýz. Pomocí provedených analýz Structure byly získané profily sledovaných oddílů (UJ) RM rozdílného původu mezi sebou odlišitelné. Získané postupy lze následně využít v kontrolních systémech státní správy a pro zvýšení spotřebitelské ochrany vlastníků lesa a producentů sazenic.

Klíčová slova

borovice lesní, mikrosatelity, původ reprodukčního materiálu, smrk ztepilý

Úvod

Velká část sadebního materiálu pěstovaného v lesních školkách pochází z osiva z lesních porostů (jedná se zpravidla o přirozené populace s vysokou genetickou diverzitou a genetická struktura konkrétního oddílu osiva z každého sběru je jiná), a to je i důvodem, proč je současný evropský systém garance původu reprodukčního materiálu lesních dřevin postaven na principu pravidelných úředních kontrol v kombinaci s povinností vedení evidencí. V souvislosti se vstupem ČR mezi členské země ES byla do národní legislativy transponována Směrnice Rady 1999/105/ES do zákona č. 149/2003 Sb. (ve znění pozdějších předpisů). Každá členská země ES je povinna vytvořit kontrolní systém k zajištění zachování pravdivé identity (informace o původu) daného oddílu reprodukčního materiálu od jeho získání až po dodávku konečnému spotřebiteli (MALÁ et al. 2013). V ČR je stávající systém kontroly odkázán na přísný dohled zaměřený na evidenci a kontrolu pohybu reprodukčního materiálu. V procesu nakládání s RM lesních dřevin v ČR byly v průběhu prováděných kontrol a dozoru pověřenou osobou ÚHÚL zjištěny nedostatky typu: nestandardně vystavená potvrzení o původu, chyby v předkládaných hlášení dodavatelů o reprodukčním materiálu v držení a uváděném do oběhu, nestandardní množství reprodukčního materiálu získaná z uznaných jednotek, nepředložená hlášení dodavatelů, existence reprodukčního materiálu bez původu, množství vypěstovaných sazenic neodpovídající množství reprodukčního materiálu na potvrzení o původu apod. (KOTRLA, PAŘÍZEK 2008). Nedostatkem používaného kontrolního systému je nemožnost dokázat případné porušení právních předpisů objektivní metodou, která by umožnila ověření skutečného původu vybraného vzorku RM lesních dřevin. Vývoj biochemických a molekulárních metod genetické analýzy dřevin otevřel i v této složité problematice kontroly identity lesního reprodukčního materiálu nové možnosti, např. kontrola reprodukčního materiálu lesních dřevin na bázi molekulárně-genetických metod je základem zavedeného systému ZüF-Verfahren (BEHM, KONNERT 2002; KONNERT 2006, 2011) využívaného v Německu. Genetickou skladbu organismů a jejich variabilitu na úrovni populací a jedinců lze stanovit pomocí DNA markerů, které jsou založeny na polymorfismu nukleotidových sekvencí a na rozdílu od izoenzymových markerů nereagují na environmentální změny. Pro získání informací o genetické proměnlivosti

studovaných jedinců je nutné vyhledat vysoce polymorfní DNA markery, např. mikrosatelitové (SSR) markery. Mikrosatelity byly poprvé popsány a využity v humánní medicíně (LITT, LUTY 1989; TAUTZ 1989), jejich využití se dále rozšířilo i pro studium dalších organismů a v současnosti metoda SSR markerů patří mezi standardní molekulárně genetické techniky. Vzhledem ke kodominantnímu charakteru v kombinaci s velkým počtem variabilních alel se SSR markery dají využít pro identifikaci klonů a kultivarů rostlin a také pro mapování genomů (HORMAZA 2002). Mikrosatelitové markery jsou vhodné i pro rozlišení druhů a hybridů u lesních dřevin (BACILIERI et al. 1996), vykazují vysokou úroveň diverzity a jsou vhodné pro populační genetické studie (SCOTTI et al. 2008, VERBYLAITÈ et al. 2017). Cílem práce bylo na základě analýz DNA s využitím vybraných mikrosatelitových markerů zjistit genetickou podobnost sledovaných oddílů reprodukčního materiálu vybraných lesních dřevin a ověřit vhodnost této metody pro možnost sledování identity reprodukčního materiálu u smrku ztepilého a borovice lesní.

Materiál a metody

V provedené studii byly pro podmínky ČR ověřeny možnosti využití DNA analýz pro sledování identity RM smrku ztepilého a borovice lesní v různých fázích zpracování od sběru semenného materiálu až po dopěstování sadebního materiálu. DNA analýzy byly provedeny u 1920 vzorků rostlinného materiálu z 8 zdrojů reprodukčního materiálu (uznaných jednotek, UJ) smrku ztepilého a u 2390 vzorků rostlinného materiálu z 10 zdrojů reprodukčního materiálu borovice lesní. Odběry referenčních vzorků z oddílů (UJ) byly realizovány v průběhu 4 let. Sběry semenného materiálu probíhaly z 35–60 stromů z uznaných porostů. V průběhu zpracování semenné suroviny bylo odebráno a analyzováno ca 60 vzorků semen ze šišek před zpracováním a 60 vzorků z osiva po vylučování, při následné produkci sadebního materiálu v poloprovozních podmínkách bylo odebráno a analyzováno 60 vzorků z produkce semenáčku a 60 vzorků ze školkovaných sazenic. Přehled oddílů RM a označení jednotlivých analyzovaných souborů vzorků pro smrk ztepilý je uveden v tab. 1, pro borovici lesní v tab. 2. Izolace DNA z rostlinného materiálu (klíčnické rostlinky, semena, semenáčky a mladé výhony z jednotlivých sazenic) byla provedena pomocí soupravy (kitu) DNeasy Plant Mini Kit od firmy QIAGEN (Qiagen, Hilden, Germany). Genetické parametry zkoumaných souborů vzorků byly získány na základě fragmentačních analýz mikrosatelitových lokusů. Pro potřeby nastavení metodického postupu kontroly deklarovaného původu RM smrku ztepilého bylo z testované sady 26 SSR lokusů vybráno 7 optimálně polymorfních markerů s dostatečnou vypovídací hodnotou (PAAC23, SpAG2, WS00111.K13, WS00716.F, WS0022.B15, WS0073.H08, WS0023.B03), pro borovici lesní bylo z testované sady 14 SSR lokusů vybráno 7 optimálně polymorfních markerů s dostatečnou vypovídací hodnotou (psyl17, psyl42, psyl57, SPAG 7.14, SPAC 11.4, SPAC 12.5, PtTX 3107). Byly provedeny optimalizace postupů PCR amplifikací (MÁCHOVÁ et al. 2021) s cílem získat reprodukovatelné jednoznačné velikosti alel studovaných lokusů. U smrku ztepilého amplifikace sledovaných lokusů s ohledem na velikost alel a charakter reakčních podmínek PCR probíhaly ve 2 multiplexech, pouze marker WS0023.B03 měl vlastní specifickou sestavu PCR parametrů, u borovice lesní byly použité lokusy seskupeny do 2 multiplexů a u markeru PtTX 3107 byly reakční podmínky k PCR specifické. PCR produkty získané pomocí optimalizovaných amplifikačních podmínek byly podle jejich velikosti separovány kapilární elektroforézou na genetickém analyzátoru Applied Biosystem 3500 (Applied Biosystems, Foster City, CA, USA). Velikosti alel v hodnotách párů bází byly odečteny pomocí softwarového programu GeneMapper[®]4.1 (Applied Biosystems, Foster City, CA, USA) s využitím velikostního standardu GeneScan[™] 600LIZ[®] (Applied

Biosystems, Foster City, CA, USA), který je přidáván ke každému vzorku pro stanovení kalibrační křivky. Pro zhodnocení genetických parametrů souboru vzorků byla data mikrosatelitových lokusů statisticky zpracována s využitím programů GenAIEx 6.501 (PEAKALL, SMOUSE 2006, 2012) a CERVUS (KALINOWSKI et al. 2007). Pro možnost porovnání populační struktury sledovaných souborů vzorků s využitím multilokusových genetických dat byla použita Bayesiánská metoda implementovaná v softwaru STRUCTURE 2.3.4. (PRITCHARD et al. 2000; FALUSH et al. 2003, 2007; HUBISZ et al. 2009). Nastavené parametry v softwaru byly směsný model, korelované alelické frekvence, 10 000 Length of Burn-in Period, 100,000 Markov chain Monte Carlo (MCMC), počet klastrů (K) od 1 do 10, každý s deseti opakováními. Vzhledem k nízkým hodnotám F_{ST} (vzájemné diferenciaci mezi porosty) byl nastaven model Lock prior. Optimální hodnota K (počet klastrů) byla zjištěna pomocí programu Structure Selector (LI, LIU 2018).

Výsledky

Vybrané mikrosatelitové markery poskytovaly po optimalizaci amplifikačních podmínek jednoznačné a reprodukovatelné velikosti lokusů u jednotlivých hodnocených stromů smrku ztepilého i borovice lesní. Počty alel u studovaných lokusů, získaných analýzami 1920 vzorků smrku ztepilého se pohybovaly od 8 do 34, což potvrzuje dostatečnou až vyšší hladinu polymorfismu jak vybraných markerů, tak sledovaných souborů. Nejvíce polymorfni byl lokus WS0023.B03, nejméně WS0073.H08. Počty alel u studovaných lokusů získaných analýzami 2390 vzorků borovice lesní se pohybovaly od 5 do 40, byla tedy opět zjištěna dostatečná až vyšší hladina polymorfismu jak vybraných markerů, tak sledovaných souborů. Nejvíce polymorfni byl lokus SPAG 7.14, nejméně psyl42. Pro všechny použité lokusy byl stanoven polymorfni informační obsah. U sledovaných 1920 jedinců smrku ztepilého byla průměrná hodnota polymorfniho informačního obsahu (Polymorphism Information Content, PIC) 0,8432. V případě 2390 vzorků borovice lesní byla průměrná hodnota polymorfniho informačního obsahu 0,7697. Vzhledem ke skutečnosti, že markery jsou klasifikovány jako informativní, pokud hodnota PIC je $\geq 0,5$ (SHARMA et al. 2010), všechny použité markery byly informativní.

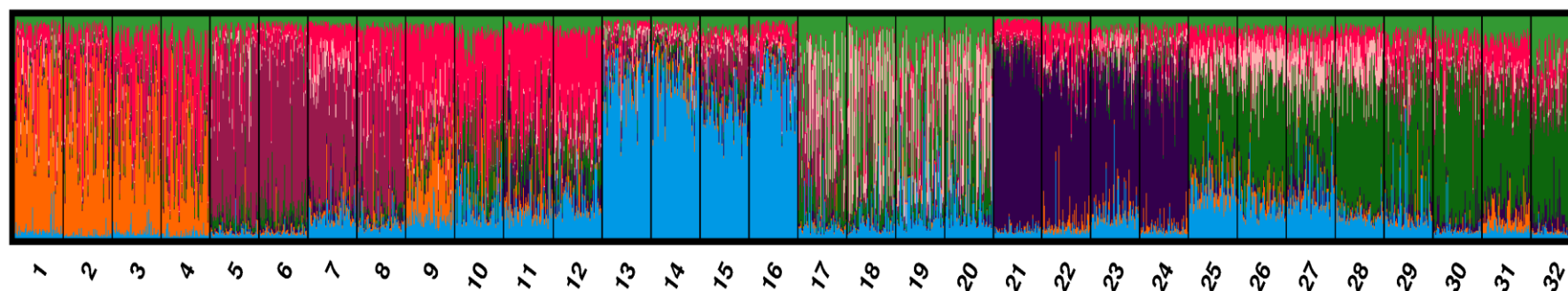
Rozdíly genetických profilů mezi všemi sledovanými soubory vzorků smrku ztepilého a borovice lesní byly dále ověřovány analýzou Structure z alelických dat jednotlivých vzorků. Optimální počet klastrů byl stanoven pomocí Structure Selectoru na $K = 8$ pro soubory vzorků smrku ztepilého a $K = 5$ pro soubory vzorků borovice lesní. Jednotlivé stromy všech souborů vzorků smrku ztepilého i borovice lesní byly zastoupeny ve všech klastrech, ale s různým poměrem jejich zastoupení a struktura klastrů byla pro každý sledovaný oddíl odlišná. Struktury souborů vzorků odebíraných v různých fázích procesu zpracování RM si byly u sledovaných oddílů (UJ) podobné. Získané profily 8 sledovaných oddílů (UJ) rozdílného původu smrku ztepilého (Obr. 1) a 10 oddílů borovice lesní byly mezi sebou odlišitelné (Obr. 2).

Tabulka 1: Přehled oddílů reprodukčního materiálu a označení jednotlivých analyzovaných souborů vzorků smrku ztepilého

Označení oddílu	Původ				fáze odběru vzorku	označení souboru vzorků
	ČUJ	rok zrání	Přírodní lesní oblast	Lesní vegetační stupeň		
1	CZ-2-2A-SM-0004-36-3-Z	2017	3. LVS	36 – Středomoravské Karpaty	šišky po sběru	SM_1A_SIS
					osivo po vyluštění	SM_1B_OSI
					semenáčky ve školce	SM_1C_SEM
					školkované sazenice	SM_1D_SAZ
2	CZ-2-2A-SM-00010-17-3-E	2017	3. LVS	17 – Polabí	šišky po sběru	SM_2A_SIS
					osivo po vyluštění	SM_2B_OSI
					semenáčky ve školce	SM_2C_SEM
					školkované sazenice	SM_2D_SAZ
3	CZ-2-2A-SM-00002-8-3-S	2017	3. LVS	8 – Křivoklátsko	šišky po sběru	SM_3A_SIS
					osivo po vyluštění	SM_3B_OSI
					semenáčky ve školce	SM_3C_SEM
					školkované sazenice	SM_3D_SAZ
4	CZ-2-2A-SM-03411-38-5-Z	2017	5. LVS	38 – Bílé Karpaty a Vizovické vrchy	šišky po sběru	SM_4A_SIS
					osivo po vyluštění	SM_4B_OSI
					semenáčky ve školce	SM_4C_SEM
					školkované sazenice	SM_4D_SAZ
5	CZ-2-2A-SM-03546-31-4-E	2017	4.LVS	31 – Českomoravské mezihorí	šišky po sběru	SM_5A_SIS
					osivo po vyluštění	SM_5B_OSI
					semenáčky ve školce	SM_5C_SEM
					školkované sazenice	SM_5D_SAZ
6	CZ-2-2A-SM-03379-40-5-T-G185	2017	5. LVS	40 – Moravskoslezské Beskydy	šišky po sběru	SM_6A_SIS
					osivo po vyluštění	SM_6B_OSI
					semenáčky ve školce	SM_6C_SEM
					školkované sazenice	SM_6D_SAZ
8	B-SM-56+4-25-6-RK	1995	6. LVS	25 – Orlické hory	osivo po vyluštění	SM_8B_OSI
					semenáčky ve školce	SM_8C_SEM
					semenáčky ve školce	SM_8C_OPO_SEM
					školkované sazenice	SM_8D_SAZ

10	CZ-2-2A-SM-3134-25-7-H	2006	7. LVS	25 – Orlické hory	osivo po vylučení	SM_10B_OSI
					semenáčky ve školce	SM_10C_SEM
					semenáčky ve školce	SM_10C_OPO_SEM
					školkované sazenice	SM_10D_SAZ

Obr. 1. Zhodnocení genetické struktury Bayesianou metodou pro $K = 8$ u 32 sledovaných souborů vzorků smrku ztepilého



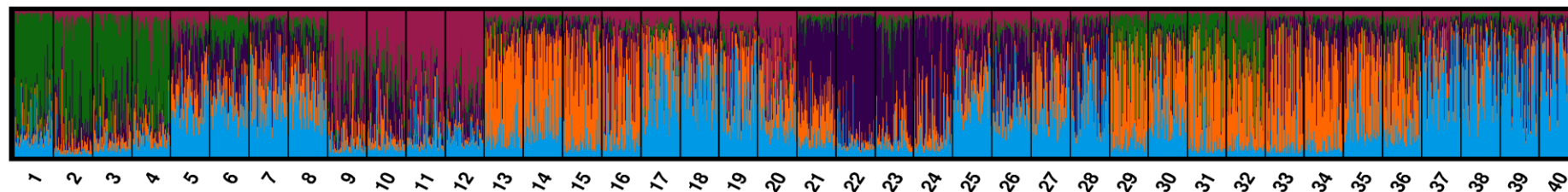
Označení klastrů 1 - 4 (SM_1A, SM_1B, SM_1C, SM_1D); 5 – 8 (SM_2A, SM_2B, SM_2C, SM_2D); 9 – 12 (SM_3A, SM_3B, SM_3C, SM_3D); 13 -16 (SM_4A, SM_4B, SM_4C, SM_4D); 17 – 20 (SM_5A, SM_5B, SM_5C, SM_5D); 21 – 24 (SM_6A, SM_6B, SM_6C, SM_6D); 25 – 28 (SM_8B, SM_8C, SM_8C_OPO, SM_8D); 29 – 32 (SM_10B, SM_10C, SM_10C_OPO, SM_10D)

Tabulka 2: Přehled oddílů reprodukčního materiálu a označení jednotlivých analyzovaných souborů vzorků borovice lesní

Označení oddílu	Původ				fáze odběru vzorku	označení souboru vzorků
	ČUJ	rok zrání	Přírodní lesní oblast	Lesní vegetační stupeň		
1	CZ-2-2B-BO-03324-39-3-T	2014	3. LVS	39 – Podbeskydská pahorkatina	šišky po sběru	BO_1A
					osivo po vyluštění	BO_1B
					semenáčky ve školce	BO_1C
					školkované sazenice	BO_1D
2	CZ-2-2B-BO-04715-10-3-S	2014	3. LVS	10 – Středočeská pahorkatina	šišky po sběru	BO_2A
					osivo po vyluštění	BO_2B
					semenáčky ve školce	BO_2C
					školkované sazenice	BO_2D
3	CZ-3-3-BO-00157-16-6-E	2015	6. LVS	16 – Českomoravská vrchovina	šišky po sběru	BO_3A
					osivo po vyluštění	BO_3B
					semenáčky ve školce	BO_3C
					školkované sazenice	BO_3D
4	CZ-3-3-BO-00082-15-3-C	2015	3. LVS	15 – Jihočeské pánve	šišky po sběru	BO_4A
					osivo po vyluštění	BO_4B
					semenáčky ve školce	BO_4C
					školkované sazenice	BO_4D
5	CZ-3-3-BO-00154-29-4-T	2018	4. LVS	29 – Nízký Jeseník	šišky po sběru	BO_5A
					osivo po vyluštění	BO_5B
					semenáčky ve školce	BO_5C
					školkované sazenice	BO_5D
6	CZ-2-2B-BO-03140-21-5-L	2014	5. LVS	21 – Jizerské hory a Ještěd	šišky po sběru	BO_6A

					osivo po vyluštění	BO_6B
					semenáčky ve školce	BO_6C
					školkované sazenice	BO_6D
7	CZ-3-3-BO-00078-17-2-H	2014	2. LVS	17 – Polabí	šíšky po sběru	BO_7A
					osivo po vyluštění	BO_7B
					semenáčky ve školce	BO_7C
					školkované sazenice	BO_7D
8	CZ-3-3-BO-00106-1-5-K	2017	5. LVS	1 – Krušné hory	šíšky po sběru	BO_8A
					osivo po vyluštění	BO_8B
					semenáčky ve školce	BO_8C
					školkované sazenice	BO_8D
9	CZ-2-2B-BO-00021-15-3-C-G025-1	2017	3. LVS	15 – Jihočeské pánve	šíšky po sběru	BO_9A
					osivo po vyluštění	BO_9B
					semenáčky ve školce	BO_9C
					školkované sazenice	BO_9D
10	CZ-3-3-BO-00079-6-2-P	2017	2. LVS	6 – Západočeská pahorkatina	šíšky po sběru	BO_10A
					osivo po vyluštění	BO_10B
					semenáčky ve školce	BO_10C
					školkované sazenice	BO_10D

Obr. 2. Zhodnocení genetické struktury Bayesianou metodou pro $K = 5$ u 40 sledovaných souborů vzorků borovice lesní.



Označení klastrů 1 - 4 (BO_1A, BO_1B, BO_1C, BO_1D); 5 - 8 (BO_2A, BO_2B, BO_2C, BO_2D); 9 - 12 (BO_3A, BO_3B, BO_3C, BO_3D); 13 - 16 (BO_4A, BO_4B, BO_4C, BO_4D); 17 - 20 (BO_5A, BO_5B, BO_5C, BO_5D); 21 - 24 (BO_6A, BO_6B, BO_6C, BO_6D); 25 - 28 (BO_7A, BO_7B, BO_7C, BO_7D); 29 - 32 (BO_8A, BO_8B, BO_8C, BO_8D); 33 - 36 (BO_9A, BO_9B, BO_9C, BO_9D); 37 - 40 (BO_10A, BO_10B, BO_10C, BO_10D)

Závěr

V průběhu 4 let byly získány referenční vzorky RM smrku ztepilého a borovice lesní, u kterých byly provedeny analýzy mikrosatelitových markerů a získané genetické kompozice sledovaných oddílů sadebního materiálu byly po statistickém zpracování porovnány. Pro potřeby nastavení metodického postupu kontroly deklarovaného původu RM bylo pro obě sledované dřeviny vybráno 7 optimálně polymorfních markerů s dostatečnou vypovídací hodnotou pro následné zhodnocení genetické struktury sledovaných oddílů sadebního materiálu. U vybraných markerů byly optimalizovány postupy PCR a fragmentačních analýz. Pomocí provedené analýzy Structure byly získané profily sledovaných oddílů (UJ) reprodukčního materiálu smrku ztepilého i borovice lesní mezi sebou odlišitelné. Získané postupy lze následně využít v kontrolních systémech státní správy a pro zvýšení spotřebitelské ochrany vlastníků lesa a producentů sazenic. Nastavení objektivního způsobu kontroly deklarovaného původu je součástí plnění povinností ČR jako členské země EU vytvářet kontrolní systémy se zachováním pravdivé identity v celém průběhu nakládání s lesním reprodukčním materiálem.

Poděkování

Príspevek vznikl za podpory Ministerstva zemědělství, institucionální podpora MZE-RO0118 a v rámci řešení výzkumného projektu NAZV č. QK1810129

Literatura

- BACILIERI R., DUCOUSSO A., KREMER A. 1996: Comparison of morphological characters and molecular markers for the analysis of hybridization on sessile and pedunculate oak. *Annales des Sciences Forestières* 53: 79–91.
- BEHM A., KONNERT M. 2002: Proposal for a seed certification scheme. *Dendrobiology* 47: 105–108.
- FALUSH D., STEPHENS M., PRITCHARD J.K. 2003: Inference of population structure using multilocus genotype data: linked loci and correlated allele frequencies. *Genetics* 164 (4): 1567–1587.
- FALUSH D., STEPHENS M., PRITCHARD J.K. 2007: Inference of population structure using multilocus genotype data: dominant markers and null alleles. *Molecular Ecology* 7(4): 574–578.
- HORMAZA J.I. 2002: Molecular characterization and similarity relationships among apricot (*Prunus armeniaca* L.) genotypes using simple sequence repeats. *Theoretical and Applied Genetics* 104: 321–328.
- HUBISZ M.J., FALUSH D., STEPHENS M., PRITCHARD J.K. 2009: Inferring weak population structure with the assistance of sample group information. *Molecular Ecology Resources* 9 (5): 1322–1332.
- KALINOWSKI S.T., TAPER M.L., MARSHALL T.C. 2007. Revising how the computer program CERVUS accommodates genotyping error increases success in paternity assignment. *Molecular Ecology*, 16: 1099–1106.
- KONNERT M., BEHM A. 2006. Proof of identity of forest reproductive material based on reference samples. *Mitteilungen der Bundesforschungsanstalt der Forst- und Holzwirtschaft (BFH)*, 221: 61–71.
- KONNERT M. 2011: Certification of forest reproductive material based on reference samples and genetic methods. In: *Applied Forestry Research in the 21st Century*. International conference held on the occasion of the 90th anniversary of the Forestry and Game Management Research

- Institute. Prague-Průhonice, Sept. 13-15, 2011: book of abstracts. Jíloviště, Forestry and Game Management Research Institute: 58.
- KOTRLA P., PAŘÍZEK M. 2008: Kontroly dodavatelů RM prováděné ze strany ÚHÚL. Lesnická práce 87: 618–619.
- LI Y.L., LIU J.X 2018: StructureSelector: A web based software to select and visualize the optimal number of clusters using multiple methods. *Molecular Ecology Resources* 18:176–177
- LITT M., LUTY J.A. 1989: A hypervariable microsatellite revealed by in vitro amplification of a dinucleotide repeat within the cardiac-muscle actin gene. *American Journal of Human Genetics* 44: 397–401.
- MÁCHOVÁ P., CVRČKOVÁ H., TRČKOVÁ O., CAFOUREK J., ŠIMERDA L. 2021: Metodika využití DNA markerů pro systém kontroly deklarovaného původu reprodukčního materiálu smrku ztepilého. Certifikovaná metodika. Lesnický průvodce 2021
- MALÁ J., CVRČKOVÁ H., MÁCHOVÁ P., KONNERT M. 2013: Možnosti kontroly identity reprodukčního materiálu lesních dřevin využívaného při umělé obnově lesa a zalesňování pomocí analýz DNA: odborné sdělení. *Zprávy lesnického výzkumu* 58 (4): 388–390.
- PEAKALL R., SMOUSE P.E. 2006: GENALEX 6: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research. *Molecular Ecology Notes*, 6: 288–295. PEAKALL R., SMOUSE P.E. 2012: GenAIEx 6.5: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research – an update. *Bioinformatics*, 28: 2537–2539.
- PRITCHARD J.K., STEPHENS M., DONNELLY P. 2000: Inference of population structure using multilocus genotype data. *Genetics* 155 (2): 945–959.
- PROCHÁZKOVÁ Z. 2008: Povinnosti dodavatelů semenného materiálu. Lesnická práce, 87: 614–615.
- SHARMA M.V, KANTARTZI S.K., STEWART J.M. 2010: Molecular diversity and polymorphism information content of selected *Gossypium hirsutum* accessions. In: Oosterhuis D.M. (ed.): **Summaries of Arkansas cotton research 2009. Fayetteville, Arkansas Agricultural Experiment Station: 124–127. Research Series, 582.**
- TAUTZ D. 1989: Hypervariability of a simple sequences as a general source for polymorphic DNA markers. *Nucleic Acids Research*, 17: 6463–6471.
- VERBYLAITĚ R., PLIŪRA A., LYGIS V., SUCHOCKAS V., JANKAUSKIENĖ J., LABOKAS J. 2017: Genetic diversity and its spatial distribution in self-regenerating Norway spruce and Scots pine stands. *Forests* 8 (12): 470.

Kontakt

Ing. Pavlína Máchová, Ph.D.

Ing. Helena Cvrčková, Ph.D.

Ing. Olga Trčková

Bc. Kateřina Vítová

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i.

Strnady 136, 252 02 Jíloviště

e-mail: machova@vulhm.cz , cvrckova@vulhm.cz , trckova@vulhm.cz, vitova@vulhm.cz

ELIMINACE MRTVÝCH SEMEN Z ODDÍLŮ OSIVA METODOU IDS

Kateřina Houšková, Petra Pantová, Miloš Pařízek, Marek Zeman, Oldřich Mauer

Abstrakt

Cílem práce bylo otestovat metodu IDS (Incubation, Drying, Separation), která eliminuje mrtvá semena z oddílů osiva. Postupně byla metoda IDS aplikována na 4 oddíly osiva borovice lesní a 2 oddíly smrku ztepilého v celkem 7 testech. Osivo bylo dovlhčeno na obsah vody 30 %, inkubováno při 10 °C s periodickým oplachem vodou, sušeno na fluidním loži a separováno v plavící komoře (vertikální flotace ve vodě). U borovice lesní došlo aplikací metody IDS ke zvýšení rychlosti klíčení osiva a z osiva s klíčivostí do 80 % byla oddělena část s klíčivostí 97-98 % (frakce sedimentovaná a přetříděná dle specifické hmotnosti v plavící komoře). Většina mrtvých semen byla separována v průběhu plavení v rámci plovoucí frakce. U osiva smrku ztepilého zatím nebyl potvrzen pozitivní účinek metody IDS a je třeba v jejím testování pro tuto dřevinu pokračovat.

Klíčová slova

borovice lesní, energie klíčení, klíčivost, kvalita osiva, smrk ztepilý, třídění semen

Úvod

V posledních letech se v České republice setkáváme s většími výkyvy na trhu se sadebním materiálem způsobenými především kůrovcovou kalamitou a potřebou usměrnit druhovou skladbu lesů ve prospěch zejména listnatých dřevin. S ohledem na výhody užití krytokořenného sadebního materiálu, pomocí něhož jsme schopni mnohem operativněji reagovat na změny v poptávce (kratší doba pěstování) a zalesňovat v průběhu roku mnohem déle, dochází k jeho vyššímu uplatnění při zalesňování a rozšíření jeho produkce v lesních školkách. Pěstování krytokořenných semenáčků však vyžaduje nákladné vybavení a precizní dodržení technologických postupů a je rentabilní, pouze pokud víceméně v každé buňce sadbovače poroste rostlina s parametry vyhovujícími normě ČSN 48 2115 (2012) a bude možné ji využít pro výsadbu. V optimálním případě tedy potřebujeme vyset do jedné buňky sadbovače jedno semeno, které vyklíčí a vzejde v semenáček. Pro pěstování krytokořenného sadebního materiálu je proto žádoucí osivo s klíčivostí blízkou 100 %. Pokud bude mít osivo nižší klíčivost, bude třeba vysévat více než jedno semeno do jedné buňky sadbovače a po vzejití klíčící rostliny jednotit. Navíc, aby měly všechny rostliny šanci dorůst do požadovaných rozměrů, měly by vzejít všechny víceméně najednou, a to co nejdříve po výsevu. Při nehomogenním vzcházení totiž dochází k zesílení konkurence mezi rostlinami, přičemž ty později vzešlé jsou omezovány ve svém vývoji s nemožností dorůst do žádané velikosti. Z výše uvedených důvodů je tedy zřejmé, že je třeba pro pěstování sadebního materiálu do budoucna zajistit osivo vysoké kvality, resp. klíčivosti a vitality (rychlosti klíčení) semen. Tuto skutečnost si velmi dobře uvědomuje rovněž Semenářský závod Lesů České republiky, s.p. v Týništi nad Orlicí (dále jen Semenářský závod), který velmi úspěšně hledá a zavádí nové technologie zpracování semenné suroviny a předosevní přípravy.

Po získání osiva ze semenné suroviny je třeba z osiva odstranit nečistoty a neproduktivní semena. Pro čištění osiva, separaci prázdných a mechanicky poškozených semen je Semenářský závod velmi dobře vybaven, schází však technologie, která by vytřídila z oddílů osiva mrtvá semena. Literatura popisuje pouze jednu metodu, která tyto semena dokáže z osiva odstranit, a to metodu IDS (Bergsten 1987). Princip metody je relativně jednoduchý: plná semena (živá i mrtvá) ve vlhkém prostředí přijímají vodu, ale při následném vysoušení mrtvá semena ztrácejí vodu rychleji; různě rychlá ztráta vody tedy mění specifickou hmotnost a umožňuje separaci (Palátová 2008). Název metody vychází z prvních písmen anglických názvů jejích jednotlivých kroků: I – incubation, D – drying, S – separation. Metoda je relativně dobře popsána v literatuře, kterou shrnuje Kolářová a kol. (2005), ale je využívána pouze sporadicky v některých státech Severní Evropy a Severní Ameriky, neboť je pracná a vyžaduje specifické vybavení. Semenářský závod se proto prostřednictvím Grantové služby Lesů České republiky, s.p. obrátil na výzkumné

organizace s žádostí zjistit možnosti zvyšování kvality osiva pro pěstování krytokořenného reprodukčního materiálu technologií na vzduchovém polštáři obecně. V rámci řešení zadání projektu potom bylo pořízeno vybavení pro metodu IDS na Ústavu zakládání a pěstění lesů Lesnické a dřevařské fakulty Mendelovy univerzity v Brně ve spolupráci s Fakultou strojního inženýrství Vysokého technického učení v Brně. Cílem tohoto příspěvku je představit zkušenosti a výsledky jeho užití.

Materiál a metody

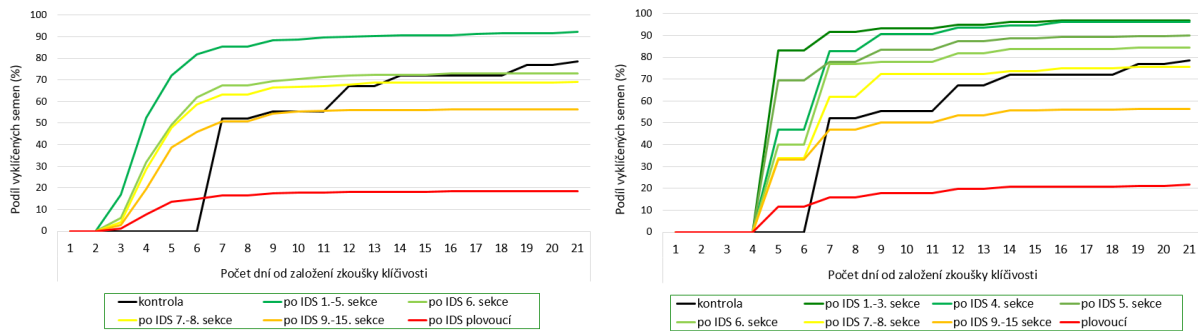
První testování metody IDS bylo realizováno v r. 2020, a to 2x na osivu borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.) z uznané jednotky CZ-3-3-BO-00070-17-2-S ve výsledcích označovaného BO 70/1 a BO 70/2 a na dvou oddílech smrku ztepilého (*Picea abies* (L.) Karst.) z uznaných jednotek CZ-2-2A-SM-03537-30-4-E a CZ-2-2B-SM-01338-33-3-B ve výsledcích označované SM 3537 a SM 1338. S ohledem na perspektivní výsledky získané u borovice lesní byl v r. 2021 přetříděn další oddíl této dřeviny pro okrasnou školku Vladimír Joska (s označením BO 2021) a v r. 2022 2x oddíl borovice lesní pro Dykovy školky Školního lesního podniku Masarykův les Křtiny Mendelovy univerzity v Brně (s označením BO 2022/1 a BO 2022/2).

Osivo všech oddílů borovice lesní i smrku ztepilého bylo podrobena metodě IDS. Nejprve bylo vždy dovlhčováno na obsah vody cca 30 %, následně bylo sušeno na fluidním loži. Sušení bylo ukončeno v momentu, kdy při průběžné kontrole vzorku osiva plavením ve vodě sedimentoval podíl osiva vzorku, jenž odpovídal podílu živých semen v oddílu osiva zjištěný předem při zkoušce klíčivosti, resp. podíl semen plovoucích odpovídal podílu mrtvých semen. Osivo po sušení bylo vstříkováno z boku do vody v plavící komoře, plovoucí frakce byla odvedena z vodní hladiny do drátěného koše, sedimentovaná frakce byla rozdělena na jednotlivé sekce u dna plavící komory přihrádkami v různé vzdálenosti od ústí (vstříku) na celkem 15 sekcí.

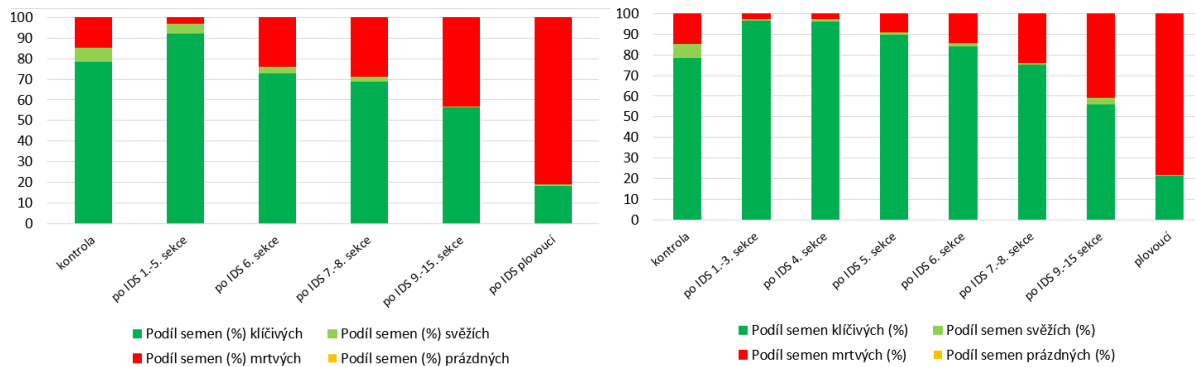
U osiva před ošetřením metodou IDS (kontrola) a u osiva separovaného metodou IDS byla zjištěna a vyhodnocena klíčivost dle ČSN 48 1211 (2006), a to zvláště pro osivo plovoucí a zvláště pro sedimentované v různých sekcích plavící komory. Sedimentované frakce z různých sekcí byly dle podobnosti sedimentace sdružovány. Po povrchovém osušení osiva separovaného metodou IDS v r. 2020 byla zjištěna hmotnost jednotlivých frakcí (plovoucí a sedimentovaných).

Výsledky a diskuze

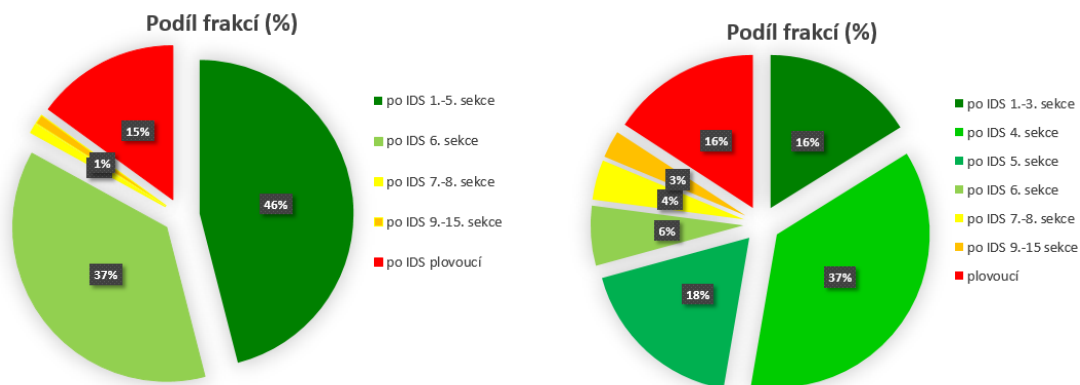
Při prvních dvou testováních metody IDS v r. 2020 u osiva borovice lesní bylo zjištěno, že osivo před úpravou (kontrola) klíčilo výrazně pomaleji než osivo po ošetření metodou IDS (obr. 1). Důvodem je zjevně povzbuzující účinek prvních fází metody IDS – dovlhčení a inkubace, který popisuje Bergsten (1993). Nejrychleji klíčilo osivo sedimentované v prvních sekcích plavící komory směrem od ústí, v prvních 5 sekcích plavící komory také dosahovalo výrazně vyšší klíčivosti (92 %, resp. 97 %) než osivo před tříděním (79 %), viz obr. 2. Podíl mrtvých semen v původním osivu byl cca 15 %, po přetřídění metodou IDS bylo těchto semen v prvních sekcích plavící komory 3 % (1. test), resp. 2 % (2. test). Čím dále od ústí plavící komory osivo sedimentovalo, tím pomaleji klíčilo a dosahovalo nižší klíčivosti. Osivo plovoucí naopak obsahovalo většinu neproduktivních, mrtvých semen, jeho klíčivost se pohybovala okolo 20 %. Při prvním testu se podařilo metodou IDS výrazně zlepšit kvalitu u poloviny osiva (obr. 3). U druhého testu bylo osiva nejvyšší kvality 53 % (1.-4. sekce), klíčivost se výrazně zvýšila ale i u osiva sedimentovaného v dalších sekcích plavící komory (5.-6. sekce, 24 % osiva), u 4 % semen nedošlo ke změně v klíčivosti (7.-8. sekce) a osivo sedimentované v zadní části plavící komory (9.-15. sekce) a osivo plovoucí obsahovalo více mrtvých semen než původní osivo (41 %, resp. 78 %). Z výsledků je zřejmé, že metodou IDS, resp. vybavením k ní pořízeným, bylo separováno z borového osiva cca polovinu s klíčivostí blízké 100 % a cca 15 % semen obsahující cca 80 % mrtvého osiva. Podobných výsledků dosáhl u borovice lesní rovněž Simak (1981 in Simak 1984), který přetřídil osivo s 79% klíčivostí a získal osivo s klíčivostí 96 %. Kladný účinek metody IDS u borovice lesní potvrzuje rovněž Karrfalt (1996).



Obr. 1: Podíl vyklíčených semen v průběhu zkoušky klíčivosti v osivu borovice lesní před úpravou (kontrola) a po separaci metodou IDS v různých sekcích plavící komory, a to při prvním testování (BO 70/1 vlevo) a při druhém testu (BO 70/2 vpravo)



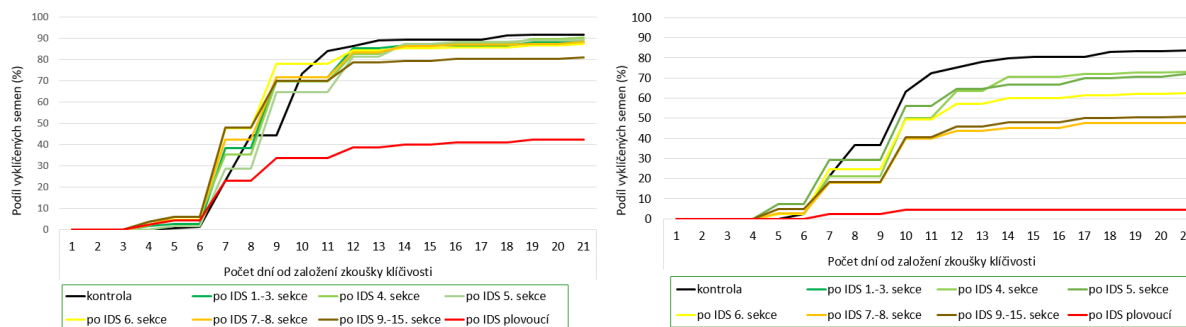
Obr. 2: Výsledky zkoušky klíčivosti u osiva borovice lesní před úpravou (kontrola) a po separaci metodou IDS v různých sekcích plavící komory, a to při prvním testování (BO 70/1 vlevo) a při druhém testu (BO 70/2 vpravo)



Obr. 3: Hmotnostní podíl frakcí semen borovice lesní separovaných metodou IDS v různých sekcích plavící komory, a to při prvním testování (BO 70/1 vlevo) a při druhém testu (BO 70/2 vpravo)

Smrk ztepilý reagoval na ošetření metodou IDS minimálně až negativně (obr. 4, 5). U obou testovaných oddílů nedošlo ke zvýšení vitality osiva a tudíž ke zrychlení jeho klíčení. V sedimentující frakci osivo dosahovalo srovnatelné (SM 3538) nebo i nižší (SM 1338) klíčivosti než osivo neošetřené. V plovoucí frakci u oddílu SM 3538 byl navíc velký podíl (43 %) semen klíčivých, i když tato frakce představovala pouze cca 5 % z výchozího oddílu (obr. 3). Je otázkou, zda bylo osivo ošetřeno správně a jestli nebylo vhodné prodloužit dobu sušení, čímž by se mohlo vysušit více mrtvých semen, o které by se zvětšila plovoucí frakce. Frakce sedimentovaná by tak bez těchto neproduktivních semen mohla dosáhnout vyšší klíčivosti. Ve Švédsku totiž metodu IDS pro smrk ztepilý běžně používají (Bergsten, 1993), i když ne vždy dosahují pozitivních výsledků,

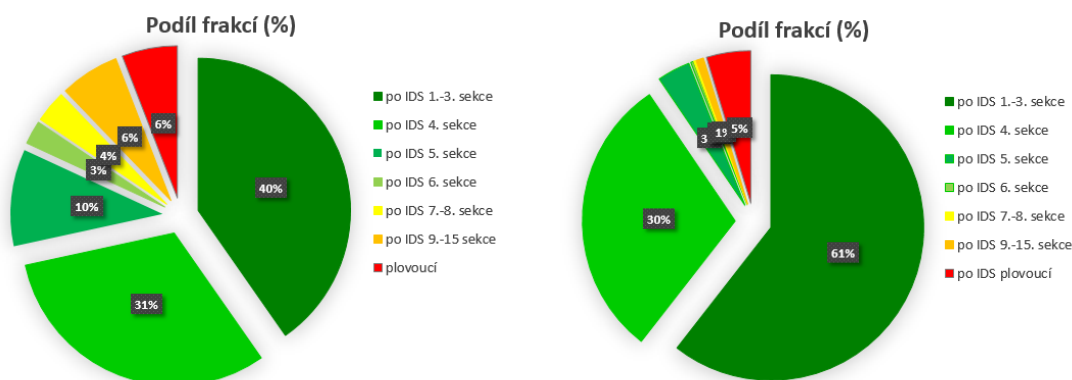
kteří přisuzují odlišnému charakteru osemení ve srovnání s borovicí lesní (Finnvid Prescher, Svenska Skogplantor, ústní sdělení).



Obr. 4: Podíl vyklíčených semen v průběhu zkoušky klíčivosti ve vzorku osiva smrku ztepilého před úpravou (kontrola) a po separaci metodou IDS v různých sekcích plavící komory, a to u oddílu SM 3538 (vlevo) a SM 1338 (vpravo)



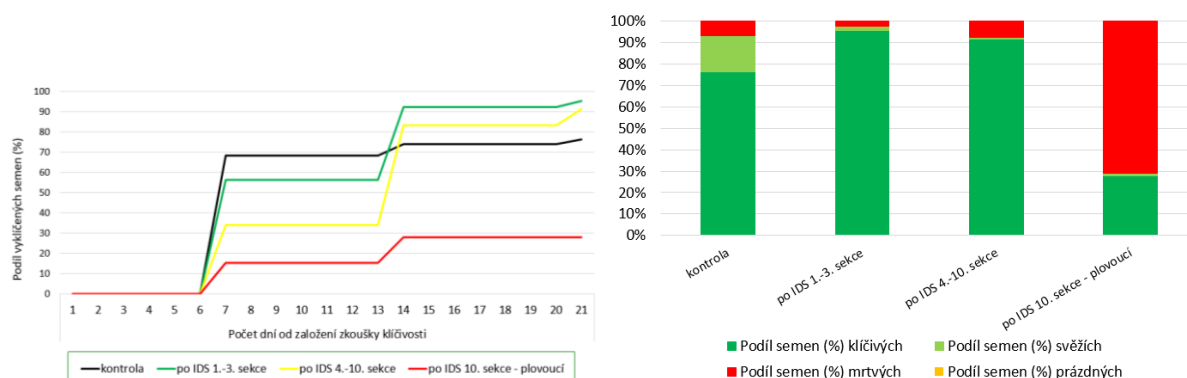
Obr. 5: Výsledky zkoušky klíčivosti u osiva smrku ztepilého před úpravou (kontrola) a po separaci metodou IDS v různých sekcích plavící komory, a to u oddílu SM 3538 (vlevo) a SM 1338 (vpravo)



Obr. 6: Hmotnostní podíl frakcí semen smrku ztepilého separovaných metodou IDS v různých sekcích plavící komory, a to u oddílu SM 3538 (vlevo) a SM 1338 (vpravo)

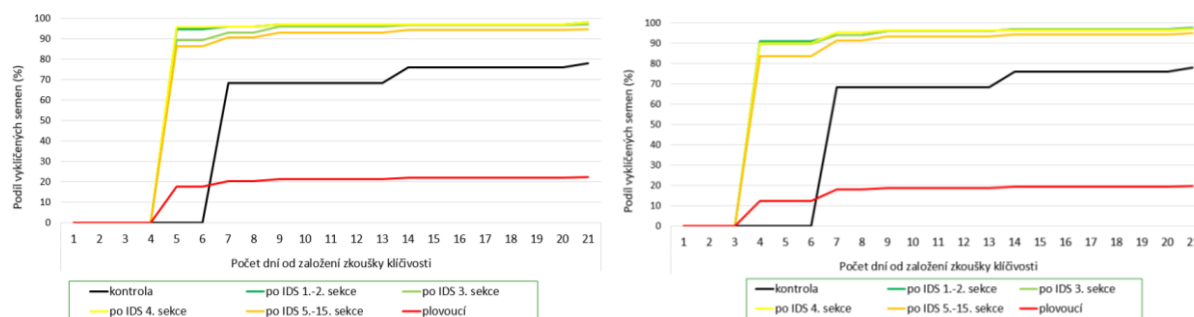
Výsledky provozního třídění pro lesní školky Vladimír Joska v r. 2021 potvrzují kladný účinek metody IDS na semena borovice lesní. Přestože se rychlost klíčení osiva po ošetření nezvýšila (obr. 7), z osiva s původní klíčivostí 77 % bylo vytríděno osivo s klíčivostí 96 % (2,5 % mrtvých a 1,5 % svěžích semen). V plovoucí sekci byla odstraněna část se 71 % mrtvých semen. Osivo bylo ve školce navíc vyseto po 1 semeni do buňky sadbovačů, což je možný postup i u osiva vysoké kvality, které je ještě v Semenářském závodu přetříděno na gravitačním stole a část také

dosahuje klíčivosti blízke 100 %. Mezi takto přetříděným osivem a osivem přetříděným metodou IDS nebyl výrazný rozdíl ve vzházivosti semenáčků (p. Joska, ústní sdělení), prázdné buňky v sadbovačích se vyskytovaly pouze sporadicky. Semenáčky ze semen ošetřených metodou IDS začaly vzházet o 2-3 dny dříve. Provozní zkušenost tedy hovoří o kladné zkušenosti při použití osiva přetříděného metodou IDS pro výsevy po 1 semeni do 1 buňky sadbovače.

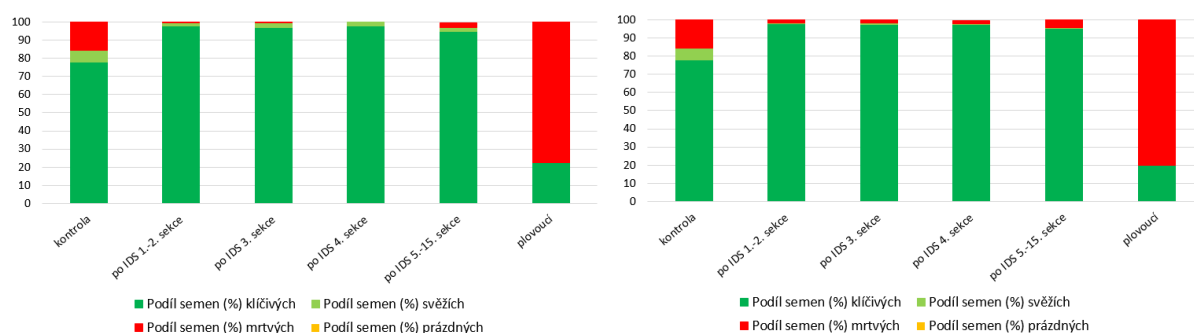


Obr. 7: Výsledky zkoušky klíčivosti u osiva borovice lesní (BO 2021) před úpravou (kontrola) a po separaci metodou IDS v různých sekcích plavící komory (průběh klíčení vlevo, výsledky zkoušky klíčivosti vpravo)

Nejlepších výsledků u osiva borovice lesní přetříděného metodou IDS bylo dosaženo v r. 2022. Osivo bylo určeno k provozním výsevům v Dykových lesních školkách MENDELU v Brně. Ošetřené osivo vykazovalo výrazně vyšší rychlost klíčení než osivo neošetřené – kontrolní (obr. 8). Osivo sedimentované v plavící komoře (ve všech sekcích) dosahovalo vždy vyšší klíčivosti než neošetřené s klíčivostí 78 % (obr. 9). V 1.-4. sekci plavící komory sedimentovalo osivo s klíčivostí 97-98 % (0-2 % mrtvých semen), v 5.-15. sekci osivo s klíčivostí 95 %. Plovoucí sekce obsahovala cca 80 % mrtvých semen. Osivo bylo nyní vyseto do sadbovačů po 1 ks do 1 buňky, výsledky vzházivosti však budou známy až za několik týdnů. Výsledky zkoušky klíčivosti však potvrzují kladný účinek metody IDS na osivo borovice lesní a také vhodnost vybavení pořízeného a testovaného pro aplikaci této metody.



Obr. 8: Podíl vyklíčených semen v průběhu zkoušky klíčivosti ve vzorku osiva borovice lesní před úpravou (kontrola) a po separaci metodou IDS v různých sekcích plavící komory, a to při prvním testování (BO 2022/1 vlevo) a při druhém testu (BO 2022/2 vpravo)



Obr. 9: Výsledky zkoušky klíčivosti u osiva borovice lesní před úpravou (kontrola) a po separaci metodou IDS v různých sekcích plavící komory, a to u oddílu BO 2022/1 (vlevo) a BO 2022/2 (vpravo)

Závěr

Ústav zakládání a pěstění lesů (Lesnická a dřevařská fakulta, Mendelova univerzita v Brně) otestoval vybavení pro aplikaci metody IDS, pomocí níž lze z osiva po pečlivém pročištění a odstranění prázdných a mechanicky poškozených semen separovat semena mrtvá a získat osivo s klíčivostí blízkou 100 %. Bylo potvrzeno, že s pomocí pořízeného vybavení lze úspěšně aplikovat metodu IDS na osivo borovice lesní, u něhož zpravidla po ošetření dochází i ke zvýšení vitality, resp. rychlosti klíčení semen. Z osiva s klíčivostí do 80 % byla vytríděna minimálně vždy cca polovina s klíčivostí 97-98 %, resp. s podílem mrtvých semen zpravidla do 2 % (rozdíl tvořily semena svěží). U osiva smrku ztepilého prozatím nebylo dosaženo obdobných výsledků a aplikaci metody IDS pro tuto dřevinu prozatím nelze doporučit. Je třeba její další testování.

Osivo borovice lesní přetříděné metodou IDS bylo úspěšně ověřeno i v provozních výsevech a je možné si toto třídění metodou IDS v omezeném množství domluvit na MENDELU v Brně prostřednictvím Semenařského závodu Lesů České republiky, s.p. v Týništi n. Orlicí.

Literatura

- BERGSTEN, U. 1987: Incubation of *Pinus sylvestris* L. and *Picea abies* (L.) Karst. seeds at controlled moisture content as an invigoration step in the IDS method. Uppsala. Disertační práce. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of forest management, 98 s.
- BERGSTEN, U. 1993: Removal of dead-filled seeds and invigoration of viable seeds - a review of a seed conditioning concept used on conifers in Sweden. In: Dormancy and barriers to germination. Proceedings of an international symposium of IUFRO Project Group P2.04/00 (Seed Problems), Victoria, BC, Canada, 23.-26. dubna 1991. Compiled and edited by D. G. W. Edwards. Victoria, Forestry Canada, Pacific Forestry Centre, 7-15.
- ČSN 48 1211. 2006: Lesní semenářství – Sběr, kvalita a zkoušky kvality semenného materiálu lesních dřevin: Český normalizační institut, 58 s.
- ČSN 48 2115. 2012: Sadební materiál lesních dřevin. Český normalizační institut, 23 s.
- KARRFALT, R. P. 1996: Upgrading seeds with IDS: A review of successes and failures. In: National proceedings: Forest and conservation nursery associations. Coordinated by Landis, T. D., South, D. B. General Technical Report PNW-GTR-389. USDA, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, 183-186.
- KOLÁŘOVÁ P., BEZDĚČKOVÁ L., PROCHÁZKOVÁ Z. 2005: Využití metody IDS (Incubation-Drying-Separation) pro zlepšení kvality oddílů semen některých jehličnanů. Literární rešerše. Zprávy lesnického výzkumu, 2(50): 108-114.
- PALÁTOVÁ, E. 2008: Zakládání lesa I. Lesní semenářství. Skriptum. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 121 s.
- SIMAK, M. 1984: A method for removal of filled-dead seeds from a sample of *Pinus contorta*. Seed Science & Technology, 12: 767-775.

Kontakt

Ing. Kateřina Houšková, Ph.D.

Ing. Petra Pantová

Prof. Ing. Oldřich Mauer, DrSc.

Mendelova univerzita v Brně

Ústav zakládání a pěstění lesů, Lesnická a dřevařská fakulta

Zemědělská 3, 613 00 Brno

e-mail: katerina.houskova@mendelu.cz, petra.pantova@mendelu.cz, omauer@mendelu.cz

Ing. Miloš Pařízek

Ing. Marek Zeman

Semenářský závod

Lesy České republiky, s.p.

Za Drahou 191, 517 21 Týniště nad Orlicí

e-mail: milos.parizek@lesy-cr.cz, marek.zeman@lesy-cr.cz

PODZIMNÍ VÝVOJ ODOLNOSTI KE STRESŮM U SAZENIC RŮZNÝCH DRUHŮ DŘEVIN

Jan Leugner, Jarmila Martincová

Abstrakt

U sazenic dubu zimního *Quercus petraea* (Matt.) Liebl., buku lesního *Fagus sylvatica* L., borovice lesní *Pinus sylvestris* L., smrku ztepilého *Picea abies* (L.) Karst. a douglasky tisolisté *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco byly sledovány změny odolnosti k mrazu během podzimu a zimy. Poškození po vystavení mrazu bylo hodnoceno pomocí měření fluorescence chlorofylu u jehličnanů, u všech dřevin pak podle relativní elektrické vodivosti výluhů z bazálních částí větví a podle barevných změn pletiv. Odolnost k mrazu u většiny sledovaných dřevin se vyvíjela zejména během měsíce listopadu. Nejméně odolné byly sazenice douglasky, které přestaly být poškozovány mrazovým testem až na začátku ledna. Kvůli pomalému nástupu mrazuvzdornosti u douglasky tisolisté jsou podzimní termíny výsadby prostokořenného sadebního materiálu velmi riskantní.

Klíčová slova

odolnost k mrazu, podzimní dynamika, rozdíly mezi dřevinami

Úvod

Zvýšená potřeba umělé obnovy holin, které byly vytvořeny při zpracování mimořádné kůrovcové kalamity (Křístek et al. 2022) klade vysoké nároky na vypěstování velkého množství kvalitního sadebního materiálu v lesních školkách. Zvyšuje se podíl listnatých dřevin a krytokořenného sadebního materiálu. Mění se klimatické podmínky s častými jarními přísušky spolu s velkým objemem zalesňování zesilují potřebu rozložit zalesňovací práce na delší období a zvýšit podíl podzimních výsadeb. Podzimní termín výsadby u krytokořenného sadebního materiálu listnatých dřevin je z pohledu školkařských technologií optimální (odpadá nutnost zazimování tohoto materiálu).

Využívání klimatizovaných skladů umožňuje dlouhodobé skladování, a tím lze lépe načasovat jarní výsadby podle aktuálních podmínek na zalesňovaných lokalitách (Brønnum 2005). Při určování vhodných termínů pro vyzvedávání sadebního materiálu různých dřevin určeného pro dlouhodobé skladování přes zimní období, ale také pro načasování podzimní výsadby, je důležitá znalost podzimního vývoje odolnosti k nepříznivým podmínkám (Colombo 1990, Simpson 1990). Protože tolerance sadebního materiálu ke stresům může být ovlivněna podzimními teplotními podmínkami (Westergaard, Eriksen 1997, Beuker a kol. 1998, L'Hirondelle et al. 2006), jsou hledány způsoby jejího hodnocení. Bylo zjištěno, že sezónní křivka mrazuvzdornosti těsně odpovídá křivce celkové odolnosti ke stresům (Ritchie, Landis 2004). Odolnost k mrazu je v korelaci i s následnou ujímavostí a růstem, a protože je nejsnadněji měřitelná, může být použita pro posuzování celkové odolnosti v době podzimního vyzvedávání sadebního materiálu (Burr 1990).

Protože různé druhy dřevin mají specifické průběhy podzimního vývoje odolnosti, je obtížné definovat univerzální pěstební postupy pro všechny regionální programy obnovy lesa (Grossnickle, South 2014). Příspěvek se zabývá dynamikou vývoje podzimní odolnosti u několika druhů jehličnatých i listnatých dřevin.

Metodika

Na podzim 2018 se uskutečnilo hodnocení fyziologického stavu vyspělých sazenic dubu zimního *Quercus petraea* (Matt.) Liebl., buku lesního *Fagus sylvatica* L., borovice lesní *Pinus sylvestris* L., smrku ztepilého *Picea abies* (L.) Karst. a douglasky tisolisté *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco rostoucích na záhonech výzkumné stanice v Opočně. Ve 3 termínech (6. 11. 2018, 26. 11. 2018 a 8. 1. 2019) byly vždy ráno odebrány větve z 10 jedinců od každé dřeviny (dvoutleté větve u smrku a douglasky, u ostatních dřevin letorosty). Vzorky byly uchovávány v uzavřených polyetylenových sáčcích a po provedených základních měřeních v čerstvém stavu byly podrobeny mrazovému testu.

Odolnost k mrazu byla hodnocena jako reakce na vystavení mrazovým teplotám. Před a po vystavení teplotě dosahující $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ po 18 hodin byla u jehličnanů měřena fluorescence chlorofylu přístrojem FluorPen 110 (PSI - Photon Systems Instruments, spol. s r.o. Drásov, ČR). Jehlice byly po 30 minut umístěny ve tmě. Následně byl hodnocen kvantový výtěžek fluorescence F_v/F_m jako poměr variabilní fluorescence (rozdílu mezi bazální a maximální fluorescencí) k maximální fluorescenci po osvětlení vzorku adaptovaného na tmu

$$(F_m - F_0)/F_m = F_v/F_m \quad (\text{Mohammed et al. 1995}).$$

U jehličnatých i listnatých dřevin byla měřena relativní elektrická vodivost výluhů z dřevnatých částí větví (EL) v destilované vodě. Metoda je založena na skutečnosti, že poškozená nebo mrtvá pletiva uvolňují do vody podstatně více elektrolytů než pletiva živá s nepoškozenými buněčnými membránami (Ritchie, Landis 2006). Hodnoty EL představují podíl vodivosti výluhů z čerstvých vzorků na celkové vodivosti výluhů po následném usmrcení pletiv

$$\text{EL} = \text{vodivost živých pletiv} / \text{vodivost mrtvých pletiv} * 100 \quad (\text{Sarvaš 1999}).$$

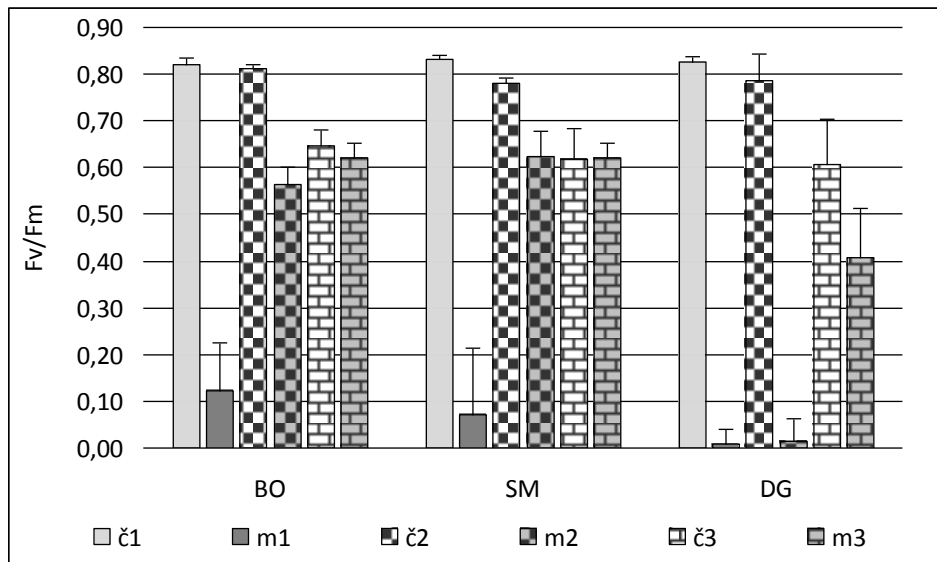
Dva týdny po vystavení mrazu byly podle 3stupňové škály hodnoceny změny barvy na řezech pupenů, místa těsně pod pupenem, kambia a vodivých drah v horní části větvičky a u jehličnanů i jehličí (0 – nepoškozené, 1 částečně poškozené, 2 – zcela zhnědlé). Odolnost k mrazu byla posuzována podle součtu hodnot z jednotlivých částí. Protože jehličnany tak mohly dosáhnout maximálního indexu 8 (hodnoty 0 až 2 pro jehličí, pupen, místo pod pupenem a vodivé dráhy s kambiem v dřevnaté části) a listnáče (bez hodnocení listů) hodnoty 6, byly výsledky vyjádřeny v procentech maximální dosažitelné hodnoty.

Výsledky a diskuse

V roce 2018 byl velmi teplý podzim, kdy k výraznějšímu poklesu teploty došlo až v polovině listopadu, a v průběhu prosince byly teploty stále nadprůměrné. Proto bylo možno předpokládat i určité opoždění vývoje odolnosti k mrazu.

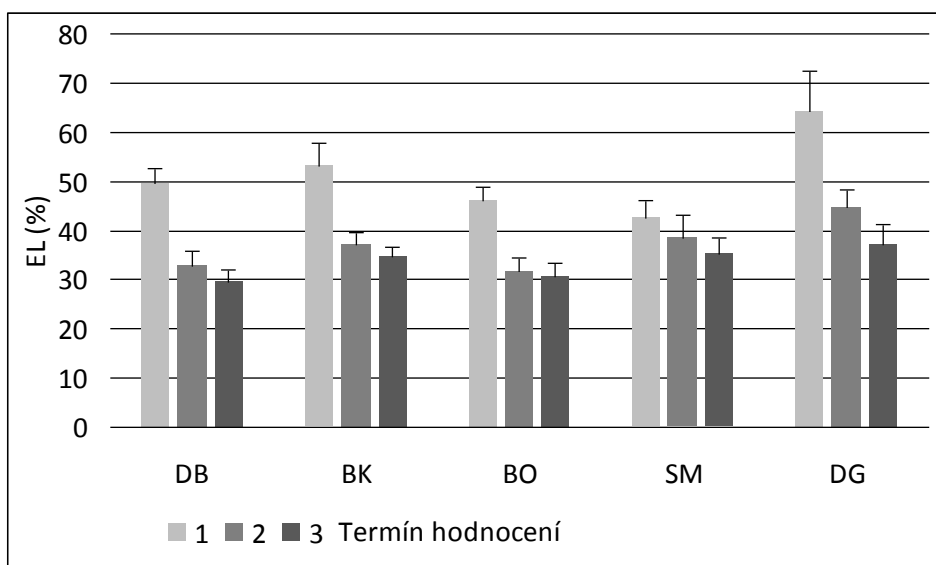
Výsledky hodnocení fluorescence chlorofylu jsou znázorněny na obr. 1. Toto měření poskytuje kvantitativní hodnocení stavu fotosyntetického aparátu. Pro nepoškozené jehličnany jsou uváděny hodnoty F_v/F_m mezi 0,70 až 0,83 nebo mírně nižší v zimě. Když po vystavení mrazu tyto hodnoty klesnou pod 0,60, signalizují závažné poškození fotosyntetických procesů (Ritchie, Landis 2005). Z grafu je patrný slabý pokles hodnot F_v/F_m čerstvých (nemražených) sazenic mezi 1. a 2. termínem hodnocení. K výraznějšímu poklesu pak došlo mezi koncem listopadu a začátkem ledna (mezi 2. a 3. termínem hodnocení).

V 1. termínu hodnocení na začátku listopadu je patrná velmi výrazná reakce na vystavení větví sazenic mrazu. U mražených jehlic klesla hodnota F_v/F_m u smrku a borovice až k hodnotám 0,10, což znamená velmi výrazné poškození až usmrcení fotosyntetického aparátu. Na konci listopadu (2. termín) byl u sazenic borovice pozorován slabý pokles těsně pod 0,60 signalizující minimální poškození jehlic mrazovým testem. Ve 3. termínu u borovice, podobně jako ve 2. a 3. termínu u smrku zůstala hodnota F_v/F_m vyšší než 0,60, podobná jako u čerstvých, nemražených, sazenic.



Obr. 1: Kvantový výtěžek fluorescence chlorofylu F_v/F_m čerstvých a mražených jehlic v různých termínech hodnocení (č = čerstvé, m = mražené, 1 = 6. 11. 2018, 2 = 26. 11. 2018, 3 = 8. 1. 2019). Svislé úsečky představují interval spolehlivosti pro 0,05% hladinu významnosti.

Odlíšná reakce byla pozorována u sazenic douglasky. Na začátku a na konci listopadu klesla hodnota kvantového výtěžku fluorescence téměř k nule, odolnost k mrazu se vyvíjela až během prosince. Ani na začátku ledna však nebyly dosaženy tak vysoké hodnoty jako u smrku a borovice. Hodnocení fluorescence chlorofylu není možno na podzim použít u bezlistých sazenic listnatých dřevin nebo modřínu. Proto bylo pro hodnocení odolnosti k mrazu použito měření relativní elektrické vodivosti výluhů z částí rostlin vystavených mrazu (obr. 2).



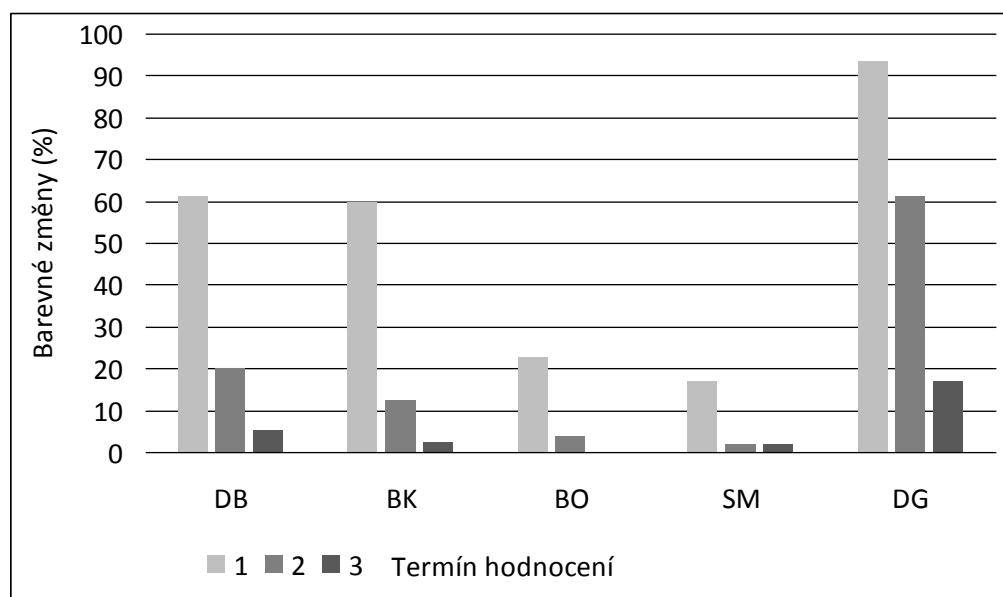
Obr. 2: Relativní elektrická vodivost mražených větví v závislosti na termínu hodnocení (1 = 6. 11. 2018, 2 = 26. 11. 2018, 3 = 8. 1. 2019). Svislé úsečky představují interval spolehlivosti pro 0,05% hladinu významnosti.

Získané hodnoty u jehličnanů ukázaly podobný trend jako výsledky měření fluorescence chlorofylu. Na začátku listopadu byly u všech dřevin zjištěny hodnoty elektrické vodivosti výluhů vyšší než 40 %. U Douglasky, buku a dubu přesáhly 50 %, což signalizovalo určité poškození vodivých pletiv. Výrazný pokles relativní elektrické vodivosti byl pozorován na konci listopadu

(2. termín měření). Během prosince pak již u většiny dřevin nedošlo k výraznějším změnám. Podobně jako měření fluorescence chlorofylu, i hodnocení elektrické vodivosti výluhů ukázalo značnou citlivost k mrazu u sazenic douglasky, a to i na konci listopadu a částečně i na začátku ledna. Nejmenší změny vodivosti výluhů byly pozorovány u sazenic smrku ztepilého.

Hodnocení barevných změn po vystavení rostlinných pletiv mrazu je nejčastěji používanou metodou pro zjišťování mrazuvzdornosti (Tanaka et al. 1997), protože poškozená pletiva během 7 až 14 dnů po vystavení mrazu hnědnou. Nevýhodou je délka nutné expozice vzorků po mražení na světle pro rozvoj viditelných známek poškození.

Na obr. 3 je poškození znázorněno v procentech maximálních dosažitelných hodnot při úplném usmrčení. Vizualní hodnocení souhrnu barevných změn různých částí rostlin způsobených mrazem potvrdilo výsledky získané rychlejšími laboratorními metodami (měřená fluorescence chlorofylu a vodivosti výluhů). Na začátku listopadu (1. termín) se ukázalo výrazné poškození pletiv mrazem u všech dřevin. Nejsilnější bylo u douglasky, dubu a buku. Během listopadu došlo k výraznému rozvoji odolnosti k mrazu u všech dřevin s výjimkou douglasky, u které bylo pozorováno poměrně značné poškození mrazem ještě na začátku ledna.

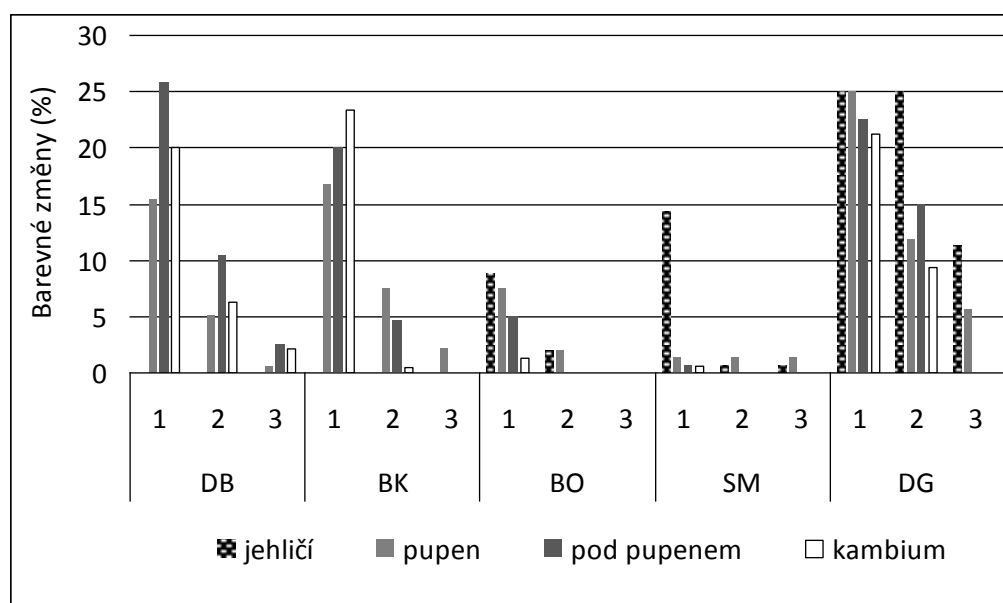


Obr. 3: Celkové barevné změny pletiv mražených větví v závislosti na termínu hodnocení (1 = 6. 11. 2018, 2 = 26. 11. 2018, 3 = 8. 1. 2019) vyjádřené v % maximálních dosažitelných hodnot.

Skutečnost, že nízké teploty podporují zvyšování odolnosti k mrazu, je uváděna řadou autorů (Beuker a kol. 1998, Landis 2013, Grossnickle, South 2014). Různé dřeviny mají odlišné nároky na optimální dobu chladných teplot pro vývoj dostatečné odolnosti a schopnosti snášet například dlouhodobé skladování (Grossnickle et al. 2006). Výrazný útlum fyziologické aktivity zjištěné jako setrvalý pokles elektrické vodivosti pletiv kmínků v průběhu podzimu během dvou let byl pozorován u břízy, jeřábu, lípy a modřínu potom, co došlo k poklesu průměrné denní teploty pod +5 °C (Martincová 1990). Bylo pozorováno, že odolnost k mrazu zvyšovalo vystavení semenáčků nočním mrazům (Sogaard et al. 2009).

Rozdíly pozorované při hodnocení různými metodami odpovídají poznatkům, že odolnost k mrazu se vyvíjí odlišně u různých pletiv (Sogaard et al. 2009). Výsledky měření fluorescence chlorofylu ukazují poškození asimilačního aparátu, relativní elektrická vodivost výluhů z dřevnatých segmentů větví naproti tomu odráží poškození vodivých drah a kambia.

Různé druhy dřevin mají specifické průběhy podzimního vývoje odolnosti (Brønnum 2005, Grossnickle, South 2014). Detailní rozbor barevných změn (obr. 4) ukázal, že při hodnocení na začátku listopadu u smrku ztepilého docházelo především k poškození jehličí. Poškození pupenů a vodivých drah bylo minimální. To odpovídá výrazné reakci fluorescence chlorofylu na vystavení mrazu, zatímco elektrická vodivost výluhů byla nejnižší ze sledovaných dřevin a v dalších termínech hodnocení se měnila jen málo. U borovice lesní na začátku listopadu bylo pozorováno poškození jehličí, pupenů i přilehlých pletiv, na konci listopadu však byly pozorovány jen minimální barevné změny způsobené mrazem. Slabší byla i reakce fluorescence chlorofylu a vodivosti výluhů z bazálních částí větví.



Obr. 4: Barevné změny různých pletiv mražených větví v závislosti na termínu hodnocení (1 = 6. 11. 2018, 2 = 26. 11. 2018, 3 = 8. 1. 2019) vyjádřené v % maximálních dosažitelných hodnot.

U buku lesního a dubu zimního bylo na začátku listopadu pozorováno poškození všech hodnocených pletiv (pupen, část větve v jeho těsném sousedství a vodivé dráhy a kambium v bazální části větve), výrazně menší poškození bylo patrné na konci listopadu a na začátku ledna již byla reakce na vystavení mrazu minimální.

U sazenic douglasky tisolisté docházelo k poškození všech sledovaných pletiv na začátku i na konci listopadu a nižší reakce na mrazový test byla pozorována až v lednu. Větší citlivost a pozdější vývoj odolnosti k mrazu u douglasky popisují i Malqvist a kol. (2017). Odolnost k mrazu těsně souvisí s celkovou odolností k různým stresům. Hermann (1967) zjistil, že podle data vyzvedávání od listopadu do ledna zřetelně klesá citlivost semenáčků k douglasky ke ztrátě vody během jejich záměrného vystavení vysychání. Odolnost k mrazu je v korelaci i s následnou ujímavostí a růstem (Burr 1990).

Neúspěšnost podzimních výsadeb může být ve vztahu i k případnému poškození kořenů mrazem během manipulace od vyzvedávání po výsadbu. Kořeny jsou výrazně méně odolné než nadzemní části stromů (Glerum 1990). Citlivé jsou zvláště jemné kořeny. Dynamika odolnosti kořenů k mrazovým teplotám je odlišná od dynamiky nadzemních částí a souvisí především s teplotou půdy (Glerum 1990, Ryppö et al 1998). Liší se podle druhů dřevin. Bylo zjištěno, že kořeny douglasky na podzim nesnášely teplotu nižší než +4 °C (Lavender, Waring 1972), zatímco kořeny tisu snášely teplotu kolem 0 °C (Riedacker 1976). Uvedené poznatky zdůrazňují nutnost velmi pečlivé manipulace a ochrany kořenů při podzimních výsadbách prostokořenných sazenic.

Závěr

Dynamika podzimního vývoje odolnosti k mrazu, a s ní související odolnosti k dalším stresům, je do značné míry ovlivňována počasím, především výskytem nízkých teplot a následně teplotou půdy. Kvůli teplému podzimu byla na začátku listopadu pozorována nízká odolnost k mrazu.

Hodnocení odolnosti k mrazu ukázalo obdobný trend u všech použitých metod. Zjištěné rozdíly mezi metodami souvisely s odlišnou dynamikou vývoje odolnosti u různých rostlinných pletiv.

Průběh vývoje odolnosti k mrazu byl specifický pro různé druhy dřevin. Nejméně odolné byly sazenice douglasky, které přestaly být poškozovány mrazovým testem až na začátku ledna.

Při teplém průběhu počasí na podzim může být nutné pozdržet termín vyzvedávání sadebního materiálu pro dlouhodobé skladování sadebního materiálu. Také termíny podzimní výsadby je vhodné přizpůsobit předchozímu průběhu teplot během podzimu a to zejména u citlivějších dřevin jako je například buk lesní, který je vysazován do poloh, kde hrozí následný výskyt mrazových teplot.

Získané poznatky mimo jiné také ukázaly, že podzimní termín výsadby prostokořenného sadebního materiálu douglasky tisolisté je velmi riskantní, neboť nástup mrazuvzdornosti je u této dřeviny velmi pomalý a její nechráněné kořeny jsou velmi citlivé k nízkým teplotám.

Poděkování

Výsledek vznikl za podpory Ministerstva zemědělství, institucionální podpora MZE-RO0118.

Literatura

BEUKER E, VALTONEN E, REPO T. 1998: Seasonal variation in the frost hardiness of Scots pine and Norway spruce in old provenance experiments in Finland. *Forest Ecology Management* 107: 87–98.

BRØNNUM P. 2005: Assessment of seedling storability of *Quercus robur* and *Pinus sylvestris*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 20 (1): 26–35.

BURR K. E. 1990: The target seedling concepts: Bud dormancy and cold-hardiness. In: *Target Seedling Symposium: Proc., Comb. Meet. West. For. Nursery Assoc.* August 13–17, 1990. Rosenberg, Oregon. Gen. Techn. Rep. RM-200. Ed. R. Rose, S.J. Campbell, T.D. Landis. Fort Collins (Colorado), Rocky Mount. For. and Range Exp. Stat.: 79–90.

COLOMBO S. J. 1990: Bud dormancy status, frost hardiness, shoot moisture content, and readiness of black spruce container seedlings for frozen storage. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 115: 302–307.

GLERUM C. 1990: The status of frost hardiness research in North American forestry. In: *XIX World Congress. Proceedings.* 5-11, August 1990. Division 2. Montreal (Canada), IUFRO 88–92.

GROSSNICKLE S. C., SOUTH D. B., L'HIRONDELLE S. J., SIMPSON D. G., BINDER W. D. 2006: Overwinter storability of conifer planting stock: operational testing of fall frost hardiness. *New Forests* 32: 307–321.

[GROSSNICKLE, S. C.; SOUTH, D. B. 2014: Fall acclimation and the lift/store pathway: effect on reforestation. *The Open Forest Science Journal* 7: 1–20.](#)

HERMANN R. K. 1967: Seasonal variation in sensibility of Douglas-fir seedlings to exposure of roots. *Forest Science* 13 (2): 140–149.

KŘÍSTEK Š., TUREK K., MLČOUŠEK M., ADOLT R., APLTAUER J., NOVÁK J., LEUGNER J., DUŠEK D., ZOUHAR V., VÁLEK M., PAŘÍZKOVÁ A., ŽÁRNÍK M., SOUŠEK Z., HÁJEK F., KANTOROVÁ M., KOHL I., SMEJKAL J., BARTOŇ R., TRÁVNÍČEK L., SYNEK M., TAUBR K: Generel obnovy lesních porostů po kalamitě. Etapa V. Brandýs nad Labem, Ústav pro hospodářskou úpravu lesů; Strnady, VÚLHM [2022]: 86 s.

- L'HIRONDELLE S. J., SIMPSON D. G., BINDER W. G. 2006: Overwinter storability of conifer planting stock: operational testing of fall frost hardiness. *New Forests* 32:307–321.
- LANDIS T. D. 2013: Condition nursery plants to promote hardiness and dormancy. *Forest Nursery Notes*, Winter 2013. USDA Forest Service (USA) 33(1): 5-14.
- LAVENDER D. P., & WAREING P. F. 1972: Effects of daylength and chilling on the responses of Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb) Franco) seedlings to root damage and storage. *New Phytologist*, 71: 1055–1067.
- MALQVIST C., WALLERTZ K., LINDSTRÖM A. 2017: Storability and freezing tolerance of Douglas fir and Norway spruce seedlings grown in mid-Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 32 (1): 30–38.
- MARTINCOVÁ J. 1990: Sezónní dynamika elektrické vodivosti jako znak růstové aktivity sazenic. *Zprávy lesnického výzkumu*, XXXV (4): 12–15.
- MOHAMMED G. L., BINDER W. D. GILLIES S. L. 1995: Chlorophyll fluorescence: a review of its practical forestry applications and instrumentation. *Scandinavian Journal of Forest Research* 10: 383–410.
- RIEDACKER A. 1976: Rythmes de croissance et de régénération des racines des végétaux ligneux. *Annals of Forest Science* 33 (3):109–138.
- RITCHIE G. A., LANDIS T. D. 2004: Seedling Quality Tests: Stress resistance. *Forest Nursery Notes*, Winter 2004. USDA Forest Service Cooperative Forestry. Portland, Oregon (USA): 17–21.
- RITCHIE G. A., LANDIS T. D. 2005: Seedling Quality Tests: Chlorophyll Fluorescence. *Forest Nursery Notes*, Winter 2005. USDA Forest Service Cooperative Forestry. Portland, Oregon (USA): 12–16.
- RITCHIE G. A., LANDIS T. D. 2006: Seedling Quality Tests: Root Electrolyte Leakage. *Forest Nursery Notes*, Winter 2006. USDA Forest Service Cooperative Forestry. Portland, Oregon (USA): 6–10.
- RYPPÖ A., REPO T., VAPAAVUORI E. 1998: Development of freezing tolerance in roots and shoots of Scots pine seedlings at nonfreezing temperatures. *Canadian Journal of Forest Research* 28: 557–565.
- SARVAŠ M. 1999: Možnosti použitia merania straty elektrolytu na zistenie kvality sadbového materiálu. *Journal of forest science* 45 (3): 131–138.
- SIMPSON D. G. 1990: Frost hardiness, root growth capacity, and field performance relationships in interior spruce, lodgepole pine, Douglas-fir, and western hemlock seedlings. *Canadian journal of Forest Research*, 20: 566–572.
- SØGAARD G., GRANHUS A., JOHNSEN Ø. 2009. Effect of frost nights and day and night temperature during dormancy induction on frost hardiness, tolerance to cold storage and bud burst in seedlings of Norway spruce. *Trees*, 23: 1295–1307.
- TANAKA Y., BROTHERTON P., HOSTETTER S., CHAPMAN D., DYCE S., BELANGER J., JOHNSON B., DUKE S. 1997: The operational planting stock quality testing program at Weyerhaeuser. *New Forests* 13: 423–437.
- WESTERGAARD L. ERIKSEN E. N. 1997: Autumn temperature affects the induction of dormancy in first-year seedlings of *Acer platanoides* L. *Scandinavian Journal of Forest Research* 12 (1): 11–16.

Kontakt

Ing. Jan Leugner, Ph.D.

RNDr. Jarmila Martinová

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti,

Výzkumná stanice Opočno,

Na Olivě 550

517 73 Opočno

e-mail: leugner@vulhmop.cz, martincova@vulhmop.cz

GENETICKÁ CHARAKTERIZÁCIA VÝBEROVÝCH STROMOV RODU LARIX AKO ZÁKLAD PRE ĎALŠIE ŠLACHTENIE V NEMECKU

Ute Tröber

Smrekovec opadavý je v Nemecku domáca drevina len v Alpách. Napriek tomu existujú niektoré porasty veľmi dobrej kvality v rôznych častiach Nemecka, ktoré boli založené umelo. Asi od polovice minulého storočia bol smrekovec aj predmetom šľachtenia na medzinárodnej úrovni. Vo veľkých sériách provenienčných pokusov sa porovnávali vlastnosti smrekovcov pochádzajúcich z rôznych častí areálu (Weißgerber & Šindelář 1992). Neskôr sa vedecké skúmanie posúvalo ku kontrolovanému kríženiu ako metóde pre kombinovanie požadovaných vlastností jednotlivcov v rámci druhu a aj medzi druhmi. Veľa inštitúcií sa zaoberalo hybridizáciou medzi európskym a japonským smrekovcom (napr. Schönbach 1967, Hering & Braun 1992). Vznikli vynikajúce kombinácie ako aj semenné sady na ich hromadnú reprodukciu, z ktorých dodnes zbierame úrodu (napr. Tröber 2011).

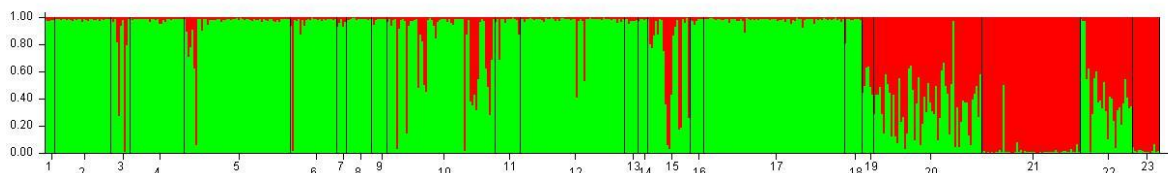
S pribúdajúcimi klimatickými zmenami narastá potreba rozvíjať výskum a šľachtenie lesných drevín.

V rámci dvoch projektov, ktoré sa zaoberali zabezpečením produktívneho a kvalitného lesného reprodukčného materiálu pre stanovištne vhodný les pod vplyvom klimatických zmien (FitforClim – Tröber *et al.* 2020 a AdaptForClim – Wolf *et al.* 2022) a boli financované fondom „Waldklimafonds“, spolupracovali nemecký spolkový a krajinské inštitúcie pre šľachtenie lesných drevín. Cieľom bolo založiť šľachtiteľské populácie pre viacere druhy drevín na základe existujúcich výsledkov v rôznych inštitútoch. Selekcii, popis a vegetatívne rozmnožovanie výberových stromov rodu *Larix* koordinoval Sachsenforst. Pri výbere vhodných klonov a jedincov sa zohľadňovali doterajšie výsledky z pokusných plôch na testovanie proveniencií, semenných sadov a smrekovcových porastov po celom Nemecku. Vznikla zbierka z približne 500 klonov *Larix decidua*, *L. kaempferi* a *L. x eurolepis*.

S cieľom identifikovať klony, charakterizovať genetické zloženie šľachtiteľských populácií a usmerniť budúcu šľachtiteľskú prácu, bol tento materiál analyzovaný genetickými markermi. Okrem toho sa vykonala genotypizácia klonových kolektívov z 4 semenných sadov sudetského pôvodu. Na základe 12 SSR markerov (Wagner *et al.* 2012, Isoda & Watanabe 2006) sa na individuálnej úrovni diferencujú genotypy a dá sa potvrdiť alebo vyvrátiť druhová príslušnosť, resp. hybridizácia (Obr. 1). Pre potvrdené taxonomické skupiny sa zistili pomerne malé rozdiely v genetických parametroch, ale prekvapilo, že najväčšia skupina európskych smrekovcov (ELA) ma nižší počet efektívnych alel (Tab.1).

Tab. 1: Premennivosť a diverzita v taxonomických skupinách podľa databázy a genotypu (N - počet jedincov, A/L - priemerný počet alel na lokus, Ne - priemerný počet efektívnych alel na lokus [diverzita], Ho – pozorovaná heterozygotnosť, He – očakávaná heterozygotnosť, F – fixačný index)

Taxonomická skupina	N	A/L	Ne	Ho	He	F
ELA	375	15.182	5.903	0.747	0.783	0.046
JLA	66	14.182	6.656	0.709	0.756	0.052
HLA	51	13.364	7.477	0.888	0.845	-0.052



Obr. 1: Znáozornenie priradenia genotypov zo zbierky smrekovcov do $K = 2$ zhlukov v analýze s programom STRUCTURE. Japonské smrekovce (kolektívy 21 a 23, tu znázornený červenou farbou) sa jednoznačne líšia od európskych (1 – 18, zelené), hybridy (19, 20, 22) majú podiely na oboch zhlukoch.

Distribúcia alelických frekvencií sa medzi druhmi líši. Oba druhy obsahujú veľký počet individuálnych alel: 60 pre skupinu európskych smrekovcov a 49 pre skupinu japonských (JLA). Okrem toho sa našli v 7 z 11 markerov ďalšie alely, ktoré sa vyskytujú veľmi zriedkavo ($<1\%$) u jedného druhu, ale časté alebo veľmi časté (10-72 %) u druhého.

Zatiaľ čo vzorky japonského smrekovca sa ďalej nediferencovali, európske smrekovce zbierky možno priradiť k rôznym genetickým zhlukom. V zbierke sa nachádzajú klony z rôznych celkov a ich pôvod nie je vždy jasný. Preto sa výsledky porovnali s údajmi z publikácie (Wagner *et al.* 2015), v ktorej boli skumané smrekovce z medzinárodného provenienčného pokusu 1957/58 z celého európskeho areálu (Schober 1977) ako aj z niektorých prirodzených porastov. V tejto práci bolo ukazané, že pomocou mitochondriálnych markerov sa areál delí na dve hlavné regióny: Alpy a Strednú Európu. Pomocou jadrových SSR markerov sa tieto regióny dajú ďalej triediť na geografické zhluky. Porovnanie s vlastnými výsledkami dovoľuje záver, že väčšina výberových stromov v zbierke má pôvod v sudetskej oblasti.

V ďalšom kroku sa zahrnuli do analýzy 4 kolektívy semenných sadov, u ktorých je známe, že obsahujú klony s originálnym pôvodom zo sudetskej oblasti (tab. 2).

Tab. 2: Premennivosť a diverzita v semenných sadoch

Pop	N	A/L	Ne	Ho	He	F
SP Fischbach	92	13.17	5.85	0.74	0.78	0.053
SP Dietzenhausen	40	10.33	5.57	0.76	0.77	0.013
SP Oberstadt	42	11.17	5.68	0.77	0.78	0.017
SP Kaiserteich	67	12.17	5.72	0.74	0.79	0.061

Z genetických analýz vyplynulo, že kompozícia klonov sa čiastočne prekrýva medzi semennými sady, a niektoré klony alebo ich potomstvo sa okrem toho nachádzajú aj v zbierke klonov pre budúce šľachtiteľské populácie. Zistilo sa, že aj zbierky klonov pri jednotlivých inštitúciách v niektorých prípadoch zahŕňajú rovnaké alebo príbuzné klony s odlišným označením – napríklad keď osivo alebo vrúbky boli zbierané v tých istých porastoch. Z toho vyplýva, že genetický základ pre šľachtenie smrekovcov nie je taký široký ako sa predpokladalo. Pre šľachtiteľské populácie treba starostlivo vyberať členov tak, aby podľa možnosti nepríbuzné klony so známymi a výbornými vlastnosťami tvorili široký základ pre ďalšiu prácu. Potom je vysoká genetická premenlivosť predpokladom pre zachovanie odolnosti vďaka rôznym biotickým a klimatickým faktorom. Závery projektu budú prínosom pre ďalší rozvoj šľachtiteľskej stratégie.

Výsledky navyše ponúkajú príležitosť na kritické preskúmanie možných rizík a zdrojov chýb pri manipulácii s genetickým materiálom v dlhodobých šľachtiteľských programoch.

Literatúra

- Hering, S.; Braun, H. 1992: Some results of larch hybrid breeding at Graupa. Hann. Münden (Proceedings of the IUFRO centennial meeting of the IUFRO working party S2.02-07, Berlin).
- Isoda, K.; Watanabe, A. 2006: Isolation and characterization of microsatellite loci from *Larix kaempferi*. *Molecular Ecology* 6, 664-666.
- Schober, R. 1977: Vom 2. Internationalen Lärchen-Provenienzversuch 1958/59, ein Beitrag zur Lärchenherkunftsfrage. *Schriften Forstl. Fak. Univ. Göttingen u. Nieders. Forstl. Versuchsanst.* 49, 358 S.
- Schönbach, H. 1967: Ertragssteigerung durch interspezifische Hybridisierung bei Aspen und Lärchen. In: *Wissenschaftliche Zeitschrift der TU Dresden* 16 (2), S. 563–567.
- Tröber, U., Steinke, CHR., Zeibig, A. 2020: Bereitstellung von leistungsfähigem und hochwertigem Forstvermehrungsgut für den klima- und standortgerechten Wald der Zukunft (FitForClim) – Teilprojekt 3 – Staatsbetrieb Sachsenforst (FKZ: 22WB400703). Kompetenzzentrum Wald und Forstwirtschaft im Staatsbetrieb Sachsenforst, Referat Forstgenetik/Forstpflanzenzüchtung, Pirna OT Graupa, 100 S. <https://www.fnr.de/ftp/pdf/berichte/22WB400703.pdf>
- Tröber, U. 2011: Entwicklung der Saatgutstruktur aus einer Hybridlärchen (*Larix x eurolepis* Henry) - Samenplantage. In: *Archiv für Forstwesen und Landschaftsökologie* 45 (1), S. 18–25.
- Wagner, S., Gerber, S., Petit, R. J. 2012: Two highly informative dinucleotide SSR multiplexes for the conifer *Larix decidua* (European larch). *Molecular Ecology Resources* 12:717-725. Doi: 10.1111/j.1755-0998.2012.03139.
- Wagner, S., Liepelt S., Gerber, S., Petit, R. J. 2015: Within-Range Translocations and Their Consequences in European Larch. *PLoS ONE* 10(5): e0127516. doi: 10.1371/journal.pone.0127516
- Weißgerber, H.; Šindelář, J. 1992: IUFRO's Role in Coniferous Tree Improvement - History, Results, and Future Trends of Research and International Cooperation with European Larch (*Larix decidua* Mill.). In: *Silvae Genetica* 41 (3), S. 150–161.
- Wolf, H.; Tröber, U; Schildbach, M. 2022: Grundlagen und Strategien zur Bereitstellung von hochwertigem und anpassungsfähigem forstlichen Vermehrungsgut im Klimawandel (AdaptForClim) - Teilvorhaben 3 - Staatsbetrieb Sachsenforst (FKZ: 22WB415203) Kompetenzzentrum Wald und Forstwirtschaft im Staatsbetrieb Sachsenforst, Referat Forstgenetik/Forstpflanzenzüchtung, Pirna OT Graupa, 54 S.

Kontakt

Ute Tröber

Staatsbetrieb Sachsenforst, Referat Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung,

Bonnewitzer Straße 34

D-01796 Pirna – OT Graupa, ute.troeber@smekul.sachsen.de

NÁRODNÍ BANKA OSIVA LESNÍCH DŘEVIN V ČR

Pavel Kotrla, Josef Cafourek, Lena Bezděčková

Abstrakt:

Příspěvek shrnuje aktuální stav ve fungování Národní banky osiva lesních dřevin v České republice, kterou provozuje VÚLHM, výzkumná stanice Kunovice. Od vzniku banky v roce 2014 bylo celkem do banky osiva získáno 110 oddílů osiva od různých vlastníků lesa v ČR (92 oddílů z porostů, 1 ze semenného sadu, 17 z rodičů rodiny), z tohoto množství činí 79 % oddílů smrk ztepilý, 17 % borovice lesní. Stávající kůrovcová kalamita v ČR zvýraznila potřebu zachování genových zdrojů touto formou (*ex situ*) a dále vyvolala prvotní zájem o využití tohoto specifického osiva pro tzv. „přímou reprodukci“.

Klíčová slova: Česká republika, národní banka osiva

Úvod

V roce 2014 byl vyhlášen Národní program ochrany a reprodukce genofondu lesních dřevin na období 2014–2018 (dále jen „Národní program“). V souladu s § 29 odst. 2 písm. d) zákona č. 149/2003 Sb. pověřilo Ministerstvo zemědělství Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., jako určenou osobu, zajištěním provozu Národní banky osiva a explantátů lesních dřevin. V roce 2018 byl vyhlášen navazující Národní program na období 2019 – 2027.

Národní banka osiva a explantátů lesních dřevin je rozdělena na 2 samostatné části – Národní banku osiva lesních dřevin (dále jen „banka osiva“) – ta je umístěna ve VÚLHM, VS Kunovice a Národní banku explantátů lesních dřevin (dále jen „banka explantátů“) – je umístěna ve VÚLHM Jíloviště Strnady.

Cílem banky osiva je postupně shromáždit soubory vzorků osiva těch druhů dřevin, jejichž osivo lze dlouhodobě skladovat. Především by se mělo jednat o populace dřevin tak, aby byla podchycena stávající genetická pestrost těchto populací v rámci ČR (z různých přírodních lesních oblastí a lesních vegetačních stupňů), v případě ohrožených nebo zbytkových populací budou sběry prováděny také z jednotlivých stromů. Sběry budou realizovány z nejhodnotnějších porostů (uznaných porostů kategorie A), včetně sběrů z uznaných porostů v rámci genových základů. Konzervace genetických zdrojů lesních dřevin *ex situ*, tedy mimo místo přirozeného výskytu, je vedle primární ochrany genetických zdrojů v místě jejich přirozeného výskytu (*in situ*) jakousi „pojistkou“ proti zániku významných populací lesních dřevin a nabývá na stále větším významu i v souvislosti s očekávanými klimatickými změnami v Evropě.

Vznik banky osiva

Jak již bylo zmíněno, banka osiva vznikla v souvislosti s vyhlášeným Národním programem v roce 2014. V areálu VS Kunovice byla pro účely banky vytipována vhodná budova (přízemní budova luštírny/skladu), byla zpracována projektová dokumentace stavebních úprav budovy a následně i technologického vybavení. Stavební úpravy budovy byly financovány v rámci investic ústavu, technologické vybavení (celá luštírenská technologie a mrazicí box) bylo financováno ze strany Ministerstva zemědělství ČR v rámci Národního programu (podpora vybavení banky osiva). Celá stavebně – technologická část byla realizována v roce 2014, s výjimkou venkovních stavebních dokončovacích prací (dokončeno 2015). Při projektování především technologické části nám cenné konzultace a rady poskytli kolegové z polské Kostrzyce (Leśny Bank Genów Kostrzyca).

Realizace sběrů do banky

Základním podkladem pro činnost banky osiva je materiál „Národní banka osiva lesních dřevin – metodické postupy“, který byl po připomínkovém řízení dopracován v únoru 2017. Při sběrech do banky osiva je zásadním faktorem dostatečná genetická variabilita populace, tedy osiva, které bude do banky uloženo. To znamená nutnost sběrů při minimálně středních úrodách dané dřeviny a z většího množství jedinců v rámci porostu, než bývá běžně zvykem. Pro sběry do banky osiva jsou uvedené zásady nastaveny tak, že je nutno v rámci porostu provést sběr z minimálně 50 stromů, a to plošně v rámci celého porostu. Na druhou stranu celkové množství osiva pro uložení do banky je omezeno, kalkulace je provedena tak, aby z každého oddílu uloženého v bance bylo možno v budoucnu napěstovat takové množství sazenic, ze kterého bude možné obnovit cca 10 ha lesního porostu (v případě hlavních dřevin), resp. 5 ha (v případě ostatních dřevin). Minimální velikost sbíraného oddílu (množství šišek) je kalkulována z průměrných hodnot sypavosti a klíčivosti, činí u smrku 90 kg, borovice 190 kg a modřínu 70 kg. Praxe ovšem ukázala, že především v posledních letech jsou tyto hodnoty velmi kolísavé, takže při realizaci sběrů je skutečná velikost sbíraného oddílu v případě smrku cca 150 kg šišek, v případě borovice 250 – 300 kg.

Plánování sběrů do banky osiva a veškerou organizaci sběrů včetně administrativy realizují pracovníci VÚLHM, plánování vychází z úrody v daném roce, zohlednění již uložených oddílů osiva v bance a z toho vyplývajících potřeb sběrů dle přírodních lesních oblastí a vegetačních stupňů, ochoty vlastníků lesa umožnit sběr a aktuálního stavu konkrétních uznaných porostů.

Příprava a realizace sběrů obnáší:

- Oznámení sběru (písemně, zpravidla pro více oddílů, než se nakonec realizují),
- provedení sběru referenčních vzorků s následným vyhodnocením (orientační zjištění plnosti ev. dalších kvalitativních parametrů před sběrem),
- vysoutěžení provedení sběru v konkrétním porostu (tj. dílčí zakázka dle uzavřené rámcové smlouvy),
- realizace vlastního sběru (součástí je kontrola sběru ze strany ÚHÚL jako pověřené osoby),
- dočasné uložení suroviny, následná doprava suroviny do banky osiva,
- žádost o vystavení potvrzení o původu (ÚHÚL jako pověřené osoby),
- po vystavení potvrzení o původu editace nového oddílu do IS ERMA2.

Zpracování suroviny v bance osiva obnáší:

- Dočasné uložení suroviny,
- šetrné vylúštění oddílu šišek,
- odkřídlení a vyčištění osiva,
- odběr vzorku a provedení prvorozboru (kvalita osiva)
- pokud oddíl splňuje parametry pro uložení do banky osiva, dosušení osiva, jeho zabalení a uložení do banky osiva,
- editace údajů do IS ERMA2.

Dílčí fáze zpracování z hlediska evidence (ve vazbě na IS ERMA2):

- Stav „příprava“ – semenný materiál je dovezen do banky osiva, na oddíl je vystaveno potvrzení o původu, probíhá technologické zpracování,

- Stav „uloženo“ – „neuloženo“ – volba se provede po vyhodnocení vstupní kvality osiva daného oddílu a rozhodnutí, zda je daný oddíl vhodný/nevhodný pro uložení do banky osiva,
- Stav „vyřazeno“ – uvedená volba je editována po vyřazení daného oddílu osiva z banky osiva.
- Informace o jednotlivých oddílech uložených v bance osiva, včetně dalších detailních informací (jako velikost oddílů, struktura zásob a hodnocení kvality oddílů), jsou uloženy v IS ERMA2 provozovaném Ústavem pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem (dále jen „ÚHÚL“). Údaje jsou dostupné na webové adrese: <http://eagri.cz/public/app/uhul/ERMA2>

Aktuální stav oddílů osiva v bance osiva

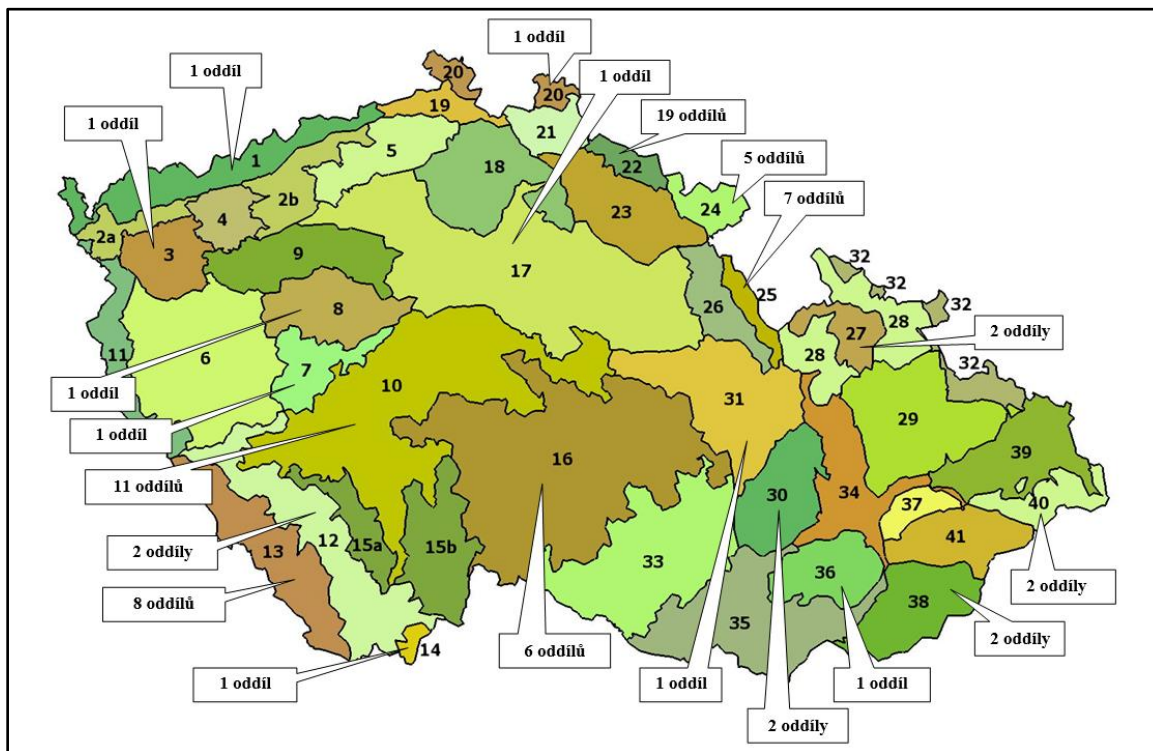
První sběry osiva do banky osiva byly zahájeny hned ve sběrové sezóně 2015 – 2016 (byla úroda smrku). Údaje o počtech sesbíraných oddílů osiva v jednotlivých letech jsou uvedeny v tab. 1. Jak je z této tabulky zřejmé, i když je plodnost lesních dřevin v periodách, sběry (byť omezené) se dařilo realizovat i v letech neúrody. Z celkového počtu sesbíraných 110 oddílů osiva se jedná o 92 oddílů z lesních porostů, 1 oddíl ze semenného sadu a 17 oddílů z rodičů rodiny. Část sesbíraných oddílů osiva po technologickém zpracování a vyhodnocení kvality nesplňovaly nastavená kritéria a proto do banky osiva uložena nebyla.

Tab. 1: Celkový počet sesbíraných oddílů osiva do banky osiva v jednotlivých letech (sběry za dobu existence banky osiva ve VS Kunovice).

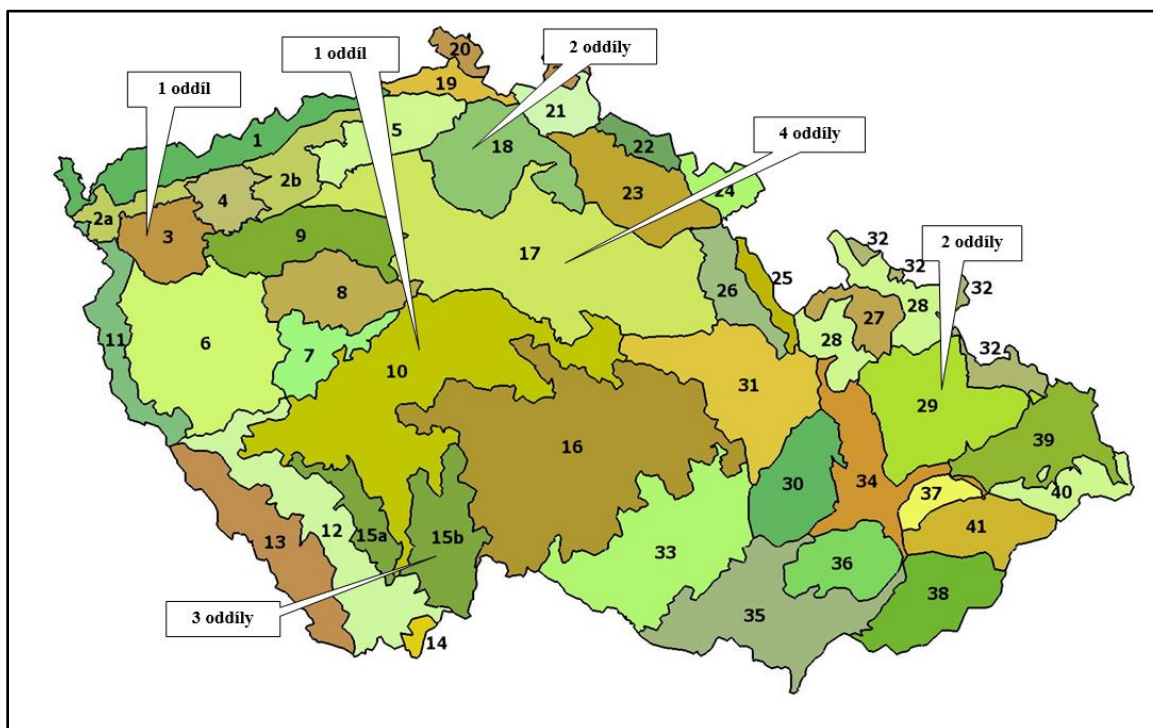
sběrová sezóna	počet sesbíraných oddílů	dřeviny
2015 - 2016	55	SM
2016 - 2017	10	BO, MD
2017 - 2018	6	SM
2018 - 2019	10	SM, MD
2019 - 2020	4	BO, MD
2020 - 2021	24	SM, BO
2021 - 2022	1	BO

Na obr 1 a 2 je uveden aktuální stav oddílů osiva – sběrů z lesních porostů (stav „uloženo“ a „příprava“) podle přírodních lesních oblastí ČR v případě smrku ztepilého a borovice lesní. U smrku ztepilého se jedná o 75 oddílů, u borovice lesní o 13 oddílů osiva. Lze konstatovat, že především u smrku ztepilého máme v návaznosti na kůrovcovou kalamitu v bance osiva pravděpodobně uloženo řadu ohrožených nebo již neexistujících oddílů. V případě modřínu evropského jsou v bance uloženy celkem 3 oddíly osiva (2 oddíly z PLO 30, 1 oddíl z PLO 16).

Obr. 1: Počty oddílů osiva smrku ztepilého získaných do banky osiva podle přírodních lesních oblastí ČR (sběry z porostů, oddíly osiva ve stavu „uloženo“ nebo „příprava“)



Obr. 2: Počty oddílů osiva borovice lesní získaných do banky osiva podle přírodních lesních oblastí ČR (sběry z porostů, oddíly osiva ve stavu „uloženo“ nebo „příprava“)



Využití osiva z banky osiva

Vzorky osiva uložené v bance osiva jsou z genetického hlediska osivem unikátním, nejedná se tedy o osivo pro běžné (provozní) zalesňování. Proto u budoucího využití osiva se počítá s „projektovým přístupem“, který bude dávat obecné předpoklady pro obnovení dané regionální populace dřeviny na ucelené ploše.

Stávající kůrovcová kalamita v ČR vyvolala prvotní zájem o využití osiva z banky osiva – ve smyslu platných legislativních předpisů se jedná o uvolnění z banky osiva pro přímou reprodukci.

V roce 2021 byla v tomto režimu uvolněna část oddílu smrku (1 kg osiva) a modřínu (0,6 kg osiva), v letošním roce jeden celý oddíl smrku (2,4 kg osiva) a část oddílu modřínu (0,2 kg osiva). Ve všech případech se jednalo o osivo původem z přírodní lesní oblasti 16 – Českomoravské vysočiny.

Pro uvedené osivo byly ze strany ÚHÚL (jako určené osoby) stanoveny podmínky pro pěstování sadebního materiálu a následnou výsadbu s tím, že výsadby budou následně evidovány (ve smyslu dřívějších tzv. semenných porostů).

Financování činnosti banky osiva

Činnost banky osiva je financována z národních dotací (Ministerstva zemědělství ČR). Součástí Národního programu jsou „Zásady pro poskytování dotací na ochranu a reprodukci genofondu lesních dřevin“, v bodě 1.4. těchto zásad je „Podpora národní banky osiva a explantátů lesních dřevin“. Tato podpora má 2 části – podporu vybavení (dotace na potřebné investice) a podpora činnosti (dotace na vlastní provoz banky osiva a banky explantátů).

Závěr

Konzervace genetických zdrojů lesních dřevin ex situ, tedy mimo místo přirozeného výskytu, je vedle primární ochrany genetických zdrojů v místě jejich přirozeného výskytu (in situ) jakousi „pojistkou“ proti zániku významných populací lesních dřevin a nabývá na stále větším významu i v souvislosti s očekávanými klimatickými změnami v Evropě. V podmínkách ČR se v souvislosti se současnou rozsáhlou kalamitou význam tohoto opatření výrazně zvýšil.

Použitá literatura:

KOTRLA, P., CAFOUREK, J., BEZDĚČKOVÁ, L. (2017): Národní banka osiva lesních dřevin – metodické postupy (verze 1,01), 34 s.

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v.v.i.

Výzkumná stanice Kunovice

Na Záhonech 601

686 04 Kunovice

Ing. Pavel Kotrla, Ph.D., Ing. Josef Cafourek, Ph.D., Ing. Lena Bezděčková

kotrla@vulhmuh.cz; cafourek@vulhmuh.cz; bezdeckova@vulhmuh.cz

Text byl zpracován v rámci podpory Ministerstva zemědělství ČR (MZE - RO0118).

VYUŽITÍ RYCHLEROSTOUCÍCH DŘEVIN V ČR Z POHLEDU LEGISLATIVY

Hana Bajajová ¹⁾, Pavel Kotrla ¹⁾, Jan Weger ²⁾

Abstrakt:

Příspěvek shrnuje současný stav legislativy České republiky týkající se pěstování rychlerostoucích dřevin (původních i geograficky nepůvodních) na lesní a zemědělské půdě. Podmínky pro pěstování rychlerostoucích dřevin na lesní a zemědělské půdě se od sebe značně liší a každá z oblastí je upravovaná rozdílnými zákony. Využití geograficky nepůvodních dřevin na lesní i zemědělské půdě musí být v souladu se zákonem č. 114/1992 Sb. (zákon o ochraně přírody a krajiny).

Klíčová slova: Česká republika, legislativní předpisy, rychlerostoucí dřeviny

Úvod

Pod pojmem rychlerostoucí dřeviny (dále „RRD“) si zpravidla představíme topoly a vrby (druhy i klony), ale tento pojem zahrnuje mnohem větší druhovou škálu jak domácích, tak geograficky nepůvodních druhů. Použití (využití) RRD v podmínkách České republiky lze shrnout do tří základních oblastí – v lesním hospodářství, na zemědělské půdě a nově v oblasti agrolesnických systémů. Především u využití geograficky nepůvodních dřevin se pak v obecné rovině na rozhodování o možnosti/nemožnosti využití druhů/klonů zásadním způsobem podílí příslušné orgány ochrany přírody, v souladu s podmínkami zákona č. 114/1992 Sb. (zákon o ochraně přírody a krajiny).

Oblast lesního hospodářství

Základní legislativní předpisy týkající se oblasti RRD na lesní půdě:

- Zákon 289/1995 Sb. (ve znění pozdějších předpisů) - **lesní zákon** (a příslušné vyhlášky k tomuto zákonu).
- Zákon 149/2003 Sb. (ve znění pozdějších předpisů) - **zákon o obchodu s reprodukčním materiálem lesních dřevin** (a příslušné vyhlášky k tomuto zákonu).
- Zákon 114/1992 Sb. (ve znění pozdějších předpisů) - **zákon o ochraně přírody a krajiny** (a příslušné vyhlášky k tomuto zákonu).

Problematiku lze rozdělit do dvou okruhů – domácí druhy dřevin a dřeviny (druhy a klony) spadající do kategorie geograficky nepůvodních dřevin.

Co se týče produkce a uvádění do oběhu reprodukčního materiálu – zde v obou případech platí pravidla, které ukládá zákon o obchodu s reprodukčním materiálem lesních dřevin.

Co se týče použití reprodukčního materiálu pro obnovu lesa a zalesňování:

V případě domácích druhů dřevin (včetně RRD) se pravidla řídí příslušnými ustanoveními lesního zákona a příslušných prováděcích vyhlášek. Tady je na místě zmínit nově přijatou vyhlášku MZe č. 456/2021Sb. (z prosince loňského roku), která v části o obnově lesních porostů akcentuje i oblast dřevin s krátkým obmýtím (především břízy, osiky, popř. olše) jako reakci na současnou rozsáhlou kůrovcovou kalamitu. Není třeba zdůrazňovat, že z pohledu vlastníka lesa se jedná mimo jiné o ekonomiku lesního majetku, kdy mu tyto dřeviny mohou přinést zdroj dříví jako suroviny podstatně dříve, než u dřevin „klasických“.

V případě geograficky nepůvodních dřevin (kam patří i hybridní klony topolů), je situace složitější. V těchto případech jsou základním metodickým nástrojem státní lesnické politiky „Oblastní plány rozvoje lesů“ (dále „OPRL“), které doporučují zásady hospodaření v lesích,

především při tvorbě a schvalování lesních hospodářských plánů a osnov. OPRL jako „jemnější nástroj“ jsou vytvářeny pro jednotlivé přírodní lesní oblasti ČR. OPRL mohou přispět k minimalizaci střetu veřejných a vlastnických zájmů v lesích. Jsou východiskem pro podrobné plánování v lesích a hodnocení funkcí lesa. Vzhledem ke končící platnosti prvních oblastních plánů rozvoje lesů bylo rozhodnuto o zahájení tvorby OPRL2, což v současnosti postupně probíhá.

OPRL:

- přispívají k uskutečnění klíčových akcí Národního lesnického programu;
- zajišťují zpracování podkladů pro Strategii MZe ČR s výhledem do roku 2030;
- podílí se na podkladech, které souvisí se zmírněním negativních dopadů sucha a nedostatku vody;
- poskytují odbornou podporu na přípravě Národního akčního plánu adaptace na změnu klimatu, jehož zpracování bylo uloženo usnesením vlády č. 861 ze dne 26. října 2015 o Strategii přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR;
- doporučení v rámcových směrnících OPRL jsou součástí adaptačních opatření v lesích

Součástí schvalovacího procesu OPRL je akceptace závazného stanoviska ústředního orgánu státní správy ochrany přírody z hlediska zavádění geograficky nepůvodních druhů lesních dřevin (dle zákona o ochraně přírody a krajiny). Dodržení tohoto závazného stanoviska v rozsahu oblastního rámcového plánování je reprezentováno základními hospodářskými doporučeními pro cílové hospodářské soubory a hospodářské soubory dané oblasti.

Problematika šlechtěných (hybridních) topolů pro lesnické využití v podmínkách ČR:

V 90. letech minulého století byl pro podmínky ČR otestován sortiment vhodných hybridních klonů topolů (v rámci zákona o obchodu s reprodukčním materiálem lesních dřevin se jedná o kategorii „testovaného“ materiálu), tento sortiment vyšel ve Věstníku Ministerstva zemědělství ČR v roce 2000. Součástí popisu klonů byly pěstební charakteristiky a jejich doporučené použití. Následně byl publikován materiál řešící determinaci těchto klonů (Čížek, Čížková 2009).

Dle dostupných dat je výměra topolů a vrb na lesní půdě v ČR v rozsahu cca 15 500 ha, z této plochy činí hybridní a černé topoly 6270 ha. Největší plochy šlechtěných topolů jsou pěstovány na jižní Moravě na LZ Židlochovice.

Z hlediska nastavení legislativních podmínek pro použití geograficky nepůvodních druhů dřevin (včetně RRD) je v rámci lesního hospodářství zásadní stanovisko ústředního orgánu ochrany přírody jako součástí podkladů pro rámcové hospodářské doporučení v rámci OPRL. Od tohoto stanoviska se následně odvíjí tvorba lesních hospodářských plánů a osnov pro jednotlivé vlastníky lesů.

Oblast zemědělské půdy

Základní legislativní předpisy týkající se oblasti RRD na zemědělské půdě:

- Zákon 219/2003 Sb. (ve znění pozdějších předpisů) – **zákon o uvádění do oběhu osiva a sadby pěstovaných rostlin** (a příslušné vyhlášky k tomuto zákonu).
- Zákon 334/1992 Sb. (ve znění pozdějších předpisů) – **zákon o ochraně zemědělského půdního fondu.**
- Zákon 114/1992 Sb. (ve znění pozdějších předpisů) - **zákon o ochraně přírody a krajiny** (a příslušné vyhlášky k tomuto zákonu).
- Zákon 252/1997 Sb. (ve znění pozdějších předpisů) – **zákon o zemědělství**

Problematika se týká pěstování RRD ve výmladkových plantážích (na zemědělské půdě).

Co se týče produkce a uvádění do oběhu reprodukčního materiálu – v případě výmladkových plantáží platí pravidla, které ukládá zákon o uvádění do oběhu osiva a sadby pěstovaných rostlin.

Co se týče použití reprodukčního materiálu pro výmladkové plantáže:

- RRD pěstovanými ve výmladkových plantážích se rozumí zemědělsky obhospodařovaná půda s trvalou kulturou, která je evidována v systému evidence půdy (LPIS);
- Podmínkou pro výsadbu geograficky nepůvodních RRD a jejich kříženců je povolení k pěstování vydané orgánem ochrany přírody;
- Zemědělskou půdu I. a II. třídy ochrany nelze využívat pro tyto účely (tj. týká se nejkvalitnější půdy);
- U těchto plantáží se vyplácí platba na plochu (SAPS) za podmínky dodržení maximální délky obmýtí (podle druhu 5 – 10 let); zároveň je určena životnost plantáže s následnou povinností rekultivace.

Od roku 2015 pak zakládání a pěstování výmladkových plantáží dřevin (zejm. RRD) významně ovlivnil aktualizovaný zákon o ochraně zemědělského půdního fondu, který zakazoval pěstování těchto porostů na půdách 1. a 2. třídy ochrany zemědělského půdního fondu (dále „ZPF“), což vedlo ke stagnaci pěstební plochy. Podle aktuálních informací bude v aktuálně připravované novelizaci tohoto zákona pěstování „plantáží dřevin“ na 1. a 2. třídě ochrany ZPF opět umožněno při dodržení dalších podmínek (oznamovací povinnosti pěstebních operací apod.). Zdůvodnění navrhovatelů je, že „plantáže dřevin na zemědělské půdě představují přínos, např. pro chlazení krajiny, zadržování srážek a vody v krajině, zvyšování biodiverzity krajiny, zvyšování odolnosti půdy před erozí a kvality půdy včetně zvyšování obsahu (sekvestraci) uhlíku a humusu v půdě, což lze považovat za velmi zásadní přínos z pohledu půdní biochemie či kvality půdy.“

Z hlediska nastavení legislativních podmínek pro použití geograficky nepůvodních druhů rostlin a dřevin na zemědělské půdě se jako odborný podklad pro rozhodování orgánů ochrany přírody používá „Seznam rostlin vhodných k pěstování za účelem využití biomasy pro energetické účely z pohledu minimalizace rizik pro ochranu přírody a krajiny“ (dále „Seznam“).

Tento Seznam byl vypracován poprvé v roce 2008 na základě zadání Ministerstva životního prostředí ČR v souladu s podmínkami zákona o ochraně přírody. Jeho vypracování a následné aktualizace provádí pracovníci Výzkumného ústavu Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v.v.i. Žádost o posouzení a zařazení nových taxonů energetických rostlin do Seznamu podává prodejce sadby nebo pěstitel na odbor péče o krajinu Ministerstva životního prostředí. Pokud druh nebo klon v Seznamu není uveden, může být jeho pěstování zakázáno místně příslušným orgánem ochrany přírody.

Dle dostupných dat je výměra výmladkových plantáží na zemědělské půdě v ČR v rozsahu cca 2 900 ha, z této plochy činí zastoupení topolového klonu J – 105 (MAX - 4) cca 90% celkové výměry plantáží.

Závěrem je potřeba zmínit, že v roce 2017 byla založena **Topolářská komise České republiky, z.s. (TKČR) jako** dobrovolný, nevládní a neziskový spolek občanů České republiky sdružující vědecké pracovníky, pedagogy a praktické pěstitele rychle rostoucích dřevin na zemědělské a lesní půdě za účelem výměny zkušeností z praxe, výsledků výzkumu a účasti na vytváření legislativních norem upravujících podmínky pěstování v ČR. Spolek je základem pro mezinárodní spolupráci v oboru a pro účast České republiky v aktivitách „Mezinárodní komise pro topoly a další rychle rostoucí dřeviny pro udržitelný život člověka a udržitelné životní prostředí“, která je zařazená do rámce Organizace OSN pro výživu a zemědělství (FAO).

Použitá literatura:

ČÍZEK, V., ČÍŽKOVÁ, L. (2009): Determinace hybridních topolových klonů pěstovaných v České republice. Recenzovaná metodika. 1. vydání. Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti 2009. 45 s. – Lesnický průvodce 10/2009.

WEGER, J. A KOL. (2017): Pěstování rychlerostoucích dřevin na zemědělské a lesní půdě – stručný přehled historie, stavu a perspektiv v ČR. In.: Seminář „Rychlerostoucí dřeviny pro zemědělské a lesnické využití v podmínkách ČR, 4.-5. října 2017, Průhonice, Kunovice.

HUDÁČEK, J. (2017): Pěstování rychlerostoucích dřevin na zemědělské půdě. In.: Seminář „Rychlerostoucí dřeviny pro zemědělské a lesnické využití v podmínkách ČR, 4.-5. října 2017, Průhonice, Kunovice.

KOTRLA, P. (2017): Problematika rychlerostoucích dřevin ve VS Kunovice. In.: Seminář „Rychlerostoucí dřeviny pro zemědělské a lesnické využití v podmínkách ČR, 4.-5. října 2017, Průhonice, Kunovice.

3) Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v.v.i.

Výzkumná stanice Kunovice

Na Záhonech 601

686 04 Kunovice

Ing. Hana Bajajová, Ing. Pavel Kotrla, Ph.D.

bajajova@vulhmuh.cz; kotrla@vulhmuh.cz

4) Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v.v.i.

Odbor fytoenergetiky

Květnové náměstí 391

252 43 Průhonice

Ing. Jan Weger, Ph.D.; weger@vukoz.cz

Text byl zpracován v rámci podpory Ministerstva zemědělství ČR (MZE - RO0118 a QK21020371) a účelové podpory VÚKOZ (8021/2022).

NOVÉ PŘÍSTUPY K OBNOVĚ LESA V ČESKÉ REPUBLICĚ A JEJICH UPLATNĚNÍ V LEGISLATIVĚ A PRAXI LESNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ

Jan Leugner, Antonín Jurásek

Abstrakt

Výzkum obnovy lesa byl v minulých letech mimo jiné soustředěn na problematiku obnovy velkých kalamitních holín, širší uplatnění přípravných dřevin a na možné úpravy požadovaných minimálních počtů jedinců dřevin při obnově lesa a zalesňování. Řada těchto poznatků byla uplatněna i při novelizaci legislativy v letech 2018 - 2021. Jedná se např. o nové ustanovení, že za obnovený je pozemek považován tehdy, roste-li na něm alespoň 60 % minimálního počtu životaschopných jedinců stanovištně vhodných dřevin, rovnoměrně rozmístěných po ploše. Tím vzniká prostor pro účinné využití přípravných dřevin a přirozené obnovy lesa. Rovnoměrné rozmístění jedinců na ploše nemusí být dodrženo na kalamitní holině, která svými rozměry překračuje přípustnou velikost holé seče podle Lesního zákona a je obnovována pomocí dřevin základních přípravných. U zajištěného porostu však musí být mimo jiné splněno kritérium, že jedinci jsou ploše rovnoměrně, jednotlivě nebo skupinovitě rozmístěni a jejich počet je alespoň 80 % minimálního počtu pro obnovu nebo zalesnění. Z poznatků výzkumu uplatněných v nově koncipované legislativě vyplývá, že u hlavních hospodářských dřevin nelze výrazněji snížit dosud používané minimální počty jedinců, protože by bylo do budoucna ohroženo plnění produkční funkce lesa. Snížení hektarových počtů je možné u některých přípravných dřevin a jehličnanů.

Klíčová slova

hlavní a přípravné dřeviny, minimální hektarové počty, obnova lesa

Poděkování:

Výzkum byl financován z institucionální podpory na dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumné organizace MZe ČR MZE-RO0118.

Úvod

Výzkum obnovy lesa byl v nedávné minulosti a současnosti postaven před významné úkoly související nejen s očekávanými klimatickými změnami, ale i nutností efektivně obnovit rozsáhlé kalamitní holiny způsobené abiotickými vlivy a kůrovcovými těžbami. Cílem je nejen postupné zvyšování podílu listnatých dřevin při obnově lesa ale i uplatňování dvoufázové obnovy s mnohem širším využitím přípravných dřevin, které mohou být na vhodných stanovištích uplatněny i jako dřeviny cílové druhové skladby. Z těchto nových pohledů byly přehodnoceny i požadované minimální počty dřevin při obnově lesa. Minimální hektarové počty pro základní cílové dřeviny byly na základě poznatků výzkumu a lesnické praxe nastaveny tak, aby v plném rozsahu plnily mimoprodukční funkce lesa a byly zajištěny základní parametry produkční funkce lesa (optimum pro docílení vysoké kvality plnění produkční funkce je obvykle o 20 % vyšší, než jsou stanovené minimální počty). Z pohledu legislativy jsme nepovažovali za žádoucí rezignaci na zajištění předpokladů pro plnění produkční funkce. Výzkumem bylo prokázáno (např. u borovice a tvrdých listnáčů), že výraznějším snižováním minimálních hektarových počtů může dojít k významnému snížení kvality stromů v lesních porostech. To by se v budoucnu ekonomicky negativně projevilo v možnostech zpeněžení dřeva z předmýtních a mýtních těžeb. Tím by měli vlastníci lesa nedostatek financí na následnou obnovu, což by se v konečném efektu významně promítlo i na požadavcích na státní podporu - dotace.

Cílem tohoto příspěvku je uvedení základních úprav obnovy lesa promítnutých do nově přijaté legislativy a uvedení praktických postupů jak jsou tyto změny uplatňovány v lesnické praxi České republiky.

Změny v problematice obnovy lesa uplatněné v legislativě v roce 2021 (Vyhl. 456/2021 Sb.)

Významnou změnu je to, že požadavek 90% minimálního počtu životaschopných jedinců rovnoměrně rozmístěných po ploše platí jen pro zalesňování, tj. v rámci první výsadby na nelesních plochách. Pro obnovu lesa nově platí ustanovení, že za obnovený je pozemek považován tehdy, roste-li na něm alespoň 60 % minimálního počtu životaschopných jedinců stanovištně

vhodných dřevin, rovnoměrně rozmístěných po ploše. Nejedná se o rezignaci na optimální využití minimálních počtů dřevin, ale vytvoření prostoru pro vlastníka lesa k intenzivnímu využití přirozené obnovy lesa a možnosti efektivního využití přípravných dřevin v rámci dvoufázové obnovy lesa. Pokud se nepodaří výsadby dřevin doplnit přirozenou obnovou lesa, musí být následně využita i obnova umělá a to tak, aby v rámci zajištěného porostu bylo mimo jiné splněno kritérium, že jedinci jsou ploše rovnoměrně, jednotlivě nebo skupinovitě rozmístěni a jejich počet je alespoň 80 % minimálního počtu pro obnovu nebo zalesnění.

Rozvolnění požadavku na minimální počty dřevin ve fázi obnovy lesa tak, aby byl vytvořen i širší prostor pro využití přirozené obnovy, je využit i u melioračních a zpevňujících dřevin. Jedná se o ustanovení, že minimální podíl melioračních a zpevňujících dřevin při obnově porostů může být splněn kdykoliv během 7leté lhůty stanovené v Lesním zákoně pro zajištění porostu.

Rovnoměrné rozmístění jedinců po ploše nemusí být dodrženo při obnovách horských lesů v osmém a devátém stupni, u lesů nízkých a středních a dále v případech požadavků vyplývajících z funkčního zaměření lesa u kategorie lesů ochranných a u kategorie lesů zvláštního určení. Nově se v prováděcí vyhlášce pro obnovu lesa doplnilo ustanovení, že rovnoměrné rozmístění jedinců na ploše nemusí být dodrženo na kalamitní holině, která svými rozměry překračuje přípustnou velikost holé seče podle Lesního zákona a je obnovována pomocí dřevin základních přípravných. Toto ustanovení rovněž umožní efektivní propojení využití přípravných a cílových dřevin a uplatnění prvků dvoufázové obnovy lesa.

Pozn. v současnosti (2022) nemá dvoufázová obnova lesa přímou oporu v Lesním zákoně. V novelizaci prováděcí vyhlášky k obnově lesa, je využití dvoufázové obnovy možné jen v rámci již stanovených zákonných limitů pro obnovu a zajištění porostu. V odůvodněných případech je při použití přípravného porostu žádoucí, aby orgány státní správy umožnily výjimkou prodloužení zákonných limitů na obnovu tak, aby bylo reálné do fáze zajištěného porostu splnit požadavky na cílovou skladbu dřevin.

Nově jsou do textu vyhlášky začleněny požadavky na obnovení porostu s využitím výmladkového hospodaření (nízký les). U lesa nízkého a středního jsou jednotlivé, životaschopné pařezové nebo kořenové výhony považovány za samostatné jedince.

Z poznatků výzkumu vyplynula i další menší, ale významná změna týkající se možnosti využití vegetativně množeného sadebního materiálu pro obnovu lesa a zalesňování a o kategorii „selektovaný“ reprodukční materiál lesních dřevin, což je běžná praxe i v zahraničí. Odběr rostlinného materiálu pro provozní vegetativní množení (nejčastěji řízkování) se v praxi dělá z většího množství mladých jedinců (nejčastěji na záhonech v lesní školce), čímž je zajištěna i odpovídající genetická variabilita. Dosud platná kritéria byla zbytečně přísná a prakticky vylučovala provozní vegetativní množení kvalitního selektovaného reprodukčního materiálu, což může být v budoucnosti velmi významné a potřebné.

„Stanovení minimálních hektarových počtů sadebního materiálu pro umělou obnovu lesa a zalesňování“.

Minimální počty jedinců sadebního materiálu lesních dřevin při umělé obnově lesa jsou nově stanoveny v příloze č. 4 Vyhl.456/2021 Sb.

V příloze č. 6 dřívější Vyhlášky č. 139/2004 Sb. byly stanoveny nejen minimální počty pro dřeviny hlavní, ale odděleně i pro dřeviny plnící meliorační a zpevňující funkci. Vzhledem k řadě terminologických a věcných nepřesností a nedostatků byl v rámci výzkumu vypracován návrh revize tohoto právního předpisu tak, aby jeho výklad byl jednoznačný a neumožňoval nesprávné používání minimálních hektarových počtů lesních dřevin. Nové úpravy s vyřazením snížených hektarových počtů u melioračních a zpevňujících dřevin vychází z poznatků výzkumu, praxe a nové koncepce základních přípravných a základních cílových dřevin. Většina dřevin uváděných mezi MZD totiž plní nejen meliorační a stabilizační funkce, ale i funkci produkční. V současnosti, v důsledku vzniku velkých kalamitních holin v souvislosti s kůrovcovou kalamitou jsme považovali za nezbytné začlenit do legislativy i možnosti účelného využití základních přípravných dřevin (dřeviny základní přípravné jsou dle vyhl. 298/2018 Sb. dřeviny s vhodnými ekologickými vlastnostmi pro přípravu stanoviště dočasně pěstované na plochách po kalamitní

těžbě nebo na zemědělských půdách při prvním zalesnění za účelem přípravy těchto stanovišť na obnovu základními cílovými dřevinami).

V nově upravené legislativě se konkrétně jedná o:

- Odstranění terminologické chyby (sazenice - sadební materiál), navrhované záhlaví tabulky využívá obecného označení „Minimální počty jedinců...“ a nečlení se podle typů sadebního materiálu.
- Tabulka záměrně nerozděluje minimální počty pro dřeviny základní a dřeviny meliorační a zpevňující (MZD), je zde pouze odkaz na minimální podíl MZD podle platných právních předpisů (Vyhláška č. 298/2018 Sb.).
- Tabulka je výrazně zjednodušena u hlavních cílových dřevin jsou sjednoceny minimální počty pro všechny polohy (HS).
- Dochází ke snížení hektarových počtů u smrku. Důvodem je zejména to, že smrk bude vysazován ve směsích s jinými dřevinami.
- Jsou sníženy minimální hektarové počty u jedle bělokoré, což je ve shodě s poznatky výzkumu a zkušenostmi v praxi. Vyšší hektarové počty byly logické v minulosti vzhledem k zdravotnímu stavu jedle a vysokým ztrátám po výsadbě.
- Byly akceptovány požadavky výzkumu a lesnické praxe na ponechání dosavadních minimálních hektarových počtů borovice lesní (8 000 ks), zajišťujících plnění požadovaných funkcí lesa, včetně funkce produkční.
- Dlouhodobé poznatky u dubu letního a zimního, u kterého je velmi důležitá kvalita produkce, ukazují, že nižší hektarové počty (pod 9 000 ks) by kvalitu produkce výrazně snížily. Proto byly tyto dřívější hodnoty ponechány.
- U buku bylo realizováno sjednocení minimálních počtů pro všechny polohy s tím, že z hlediska potřeby plnění produkční funkce nebyly sníženy pod 8 000 ks na hektar.
- V tabulce jsou nově seskupeny některé listnaté dřeviny podle dynamiky růstu a využitelnosti ve struktuře porostu. Přesunem břízy a jeřábu k růstově bližším dřevinám (olše, osika) dochází ke snížení požadovaných minimálních počtů pro tyto dřeviny.
- Byly doplněny chybějící druhy lesnický využívaných dřevin (akát, habr, jilmy, třešeň, ořešák).
- Byly stanoveny minimální hektarové počty pro ostatní jehličnaté a ostatní listnaté dřeviny, které se prozatím při obnově lesa ve větší míře nepoužívají.
- Byla ponechána možnost snížení minimálních hektarových počtů krytokořenných semenáčků a sazenic, ale pouze o 10 %, což odpovídá současnému trendu použití jiných (menších) typů krytokořenného sadebního materiálu než v minulosti, kdy se používaly např. RCK.
- U poloodrostků a odrostků je uvedena možnost snížení hektarových počtů u listnáčů až o 20 %. Snížení počtů vychází z předpokladu, že u tohoto typu sadebního materiálu lze očekávat rychlejší splnění požadavků zajištěného porostu.
- Do tabulky minimálních počtů dřevin jsou začleněny i šlechtěné topoly a vrby. Stanovený minimální počet 800 ks platný pro oba druhy dřevin je nastaven tak, aby bylo reálné pracovat s možností snížení minimálního počtu jedinců při obnově lesa i na 60 % jako u ostatních dřevin. U šlechtěných topolů a vrb se jedná o speciální výsadby s jedinci vegetativního původu (prýtové řízky nebo řízkovanci) s velmi rychlým růstem po výsadbě.

Minimální počty jedinců jednotlivých druhů dřevin pro obnovu a zalesňování tak, jak jsou uvedeny v příloze č. 4 Vyhlášky 456/2021 Sb., jsou uvedeny v tab. č. 1. K tabulce je pro porovnání připojen sloupec s minimálními počty jedinců podle dříve platné vyhlášky.

Tab. 1 : Minimální počty jedinců jednotlivých druhů dřevin v tis. kusech na jeden hektar pozemku při obnově lesních porostů a zalesňování pozemků prohlášených za pozemky určené k plnění funkcí lesa

Dřevina	Minimální počty obnovovaných nebo zalesňovaných jedinců v tis. kusů na 1 hektar 1),2),3)	Minimální počty jedinců v tis. kusů na 1 hektar podle předchozí vyhlášky 139/2004 Sb.
Smrk ztepilý	3	3 - 4
Jedle bělokorá	3,5	5
Douglaska tisolistá, jedle obrovská, modřín opadavý	2,5	3
Borovice lesní	8	8 - 9
Borovice vejmutovka	5	5
Borovice kleč	2,5	2,5
Borovice černá a ostatní exoty borovice	7	7
Ostatní jehličnany	3,5	
Dub zimní, dub letní	9	8 - 10
Buk lesní	8	8 - 9
Lípy, jasany, ostatní duby, habr obecný, jilmy	6	6
Topol osika, břízy, jeřáby, třešeň ptačí, vrba jíva, ořešáky	3	4 - 6
Javory, olše lepkavá	4	4 - 6
Šlechtěné vrby a topoly ⁵⁾	0,8	
ostatní listnáče	3	
Pařezina ⁴⁾	1,5	

Doplňující poznámka k tabulce:

¹⁾ Počet jedinců na 1 ha při obnově nebo zalesnění se odvodí součinem minimálních hektarových počtů procentem plánovaného zastoupení obnovované nebo zalesňované dřeviny.

²⁾ Při použití krytokořenných semenáčků a sazenic lze uvedené minimální hektarové počty obnovovaných nebo zalesňovaných jedinců snížit až o 10 %.

³⁾ Při použití prostokořenných nebo obalovaných poloodrostků a odrostků lze uvedené minimální hektarové počty obnovovaných nebo zalesňovaných jedinců snížit až o 20 %. Poloodrostkem nebo odrostkem se rozumí rostlina vypěstovaná minimálně dvojnásobným školkováním, nebo kombinací školkování a podřezání kořenů nebo přesazení do obalů.

⁴⁾ U lesa nízkého a středního jsou jednotlivé, životaschopné pařezové nebo kořenové výhony považovány za samostatné jedince.

⁵⁾ Uvedený minimální počet jedinců stromových vrů a šlechtěných topolů se vztahuje pouze na obnovu nebo zalesňování sadebním materiálem vegetativního původu.

Příklady využití ustanovení vyhlášky 456/2021 v praxi při obnově kalamitních holin

Změny ve vyhlášce nabízí širokou škálu možností jak efektivně využít přirozené přírodní procesy při obnově lesa:

- Prvním takovým postupem je **kombinovaná (umělá + přirozená) vícefázová obnova lesa, kdy první fáze je zajištěna umělou obnovou** dřevin, které relativně dobře odrůstají na otevřených plochách holin. Pro výsadbu kostry porostu lze využít snížené hektarové počty uvedené v tabulce 1. Dřeviny uvedené v tabulce lze na obnovovanou plochu vysázet rovnoměrně například ve sponu 2 × 3 m. Při dalším postupu obnovy lze využít novou přirozenou obnovu, která zajistí zvýšení hustoty porostu požadované v parametrech zajištěného porostu (80 % minimálního počtu jedinců). Při nedostatečné přirozené obnově na holině lze před koncem lhůty pro zajištění zrealizovat podsadbu (prosadbou) založené kostry porostu. Pro tuto výsadbu lze využít i druhy, které jsou citlivé pro obnovu na

holinách (BK, JD). Tyto dřeviny takto již mohou využít krycího efektu, který jim zajistí odrůstající kostra porostu.

V celém dalším průběhu obnovy mohou být „dřeviny vysazené v rámci první fáze“ průběžně doplňovány vhodnými dřevinami (vyhl. 298/2018 Sb.) přirozenou nebo kombinovanou obnovou tak, aby ve lhůtě pro zajištění nového porostu splňoval požadavky na zajištěný porost včetně minimálního podílu MZD.

Tab. 2: Výsadba kostry porostu dřevin ve sníženém počtu (60 % minimálního počtu)

Dřevina vysázená na začátku 1. fáze	Min. počet jedinců po výsadbě na začátku 1. fáze
SM	1800 ks/ha
OL	2400 ks/ha
MD	1500 ks/ha
BR	1800 ks/ha
OS	1800 ks/ha

- Druhou alternativní možností je **použít přirozenou obnovu, a to jak tu, která se již na ploše vyskytuje, tak také nově na holině vznikající. Následná přirozená obnova na holině je nejčastěji tvořena dřevinami s pionýrskou strategií růstu, jakou jsou bříza, osika, olše nebo také modřín, smrk a borovice.** Obnovu pomocí přípravných porostů založených přirozeně lze preferovat na chudších stanovištích (především na ekologických řadách K, I, P), kde nedochází k rychlému rozvoji buřene. Ale důležité je, zda se již nějaká přirozená obnova vyskytuje nebo alespoň existuje potenciál pro následnou obnovu na holině (mateřské stromy, stanovištní podmínky). V počátcích obnovy je přípustný výskyt nezalesněných porostních částí do 0,04 ha. Porosty vzniklé přirozenou obnovou mohou být v případě potřeby (pro splnění parametrů zajištěné kultury a splnění minimálního podílu MZD) následně doplněny umělou obnovou. Pro tuto výsadbu lze využít vyzrálý sadební materiál (poloodrostky) pro vyplnění mezer porostu, případně využít podsadby dřevinami vyžadujícími úpravu ekologických podmínek (JD, BK).
- Třetí alternativní možností je **využití světlomilných listnatých dřevin (např. DB, DBZ) ve snížených počtech při výsadbě do pruhů** (případně do skupin), které lze na holiny umístit jako budoucí stabilizační pruhy (zpevňující žebra), založené nejlépe ve dvou na sebe kolmých směrech. Tyto pruhy (skupiny) se doporučuje sázet v „plném“ hektarovém počtu, mezi pruhy lze ponechat část plochy k následné přirozené obnově případně k výsadbě v další fázi obnovy. Další postup se potom odvíjí od úspěšnosti přirozené obnovy v mezipruzích. V případě úspěšné přirozené obnovy lze postupovat standardně a druhovou skladbu ovlivňovat výchovnými zásahy. V případě pouze částečné obnovy mezipruhů je vhodné doplnit tuto přirozenou obnovu vyzrálým sadebním materiálem vhodných dřevin (případně využít rychlerostoucí dřeviny např. DG). Při neúspěšné přirozené obnově je vhodné provést přípravu půdy v pruzích (mechanickou nebo chemickou) a následně provést umělou obnovu. Lze již využít i dřeviny, které prostředí velkých volných ploch špatně snášejí (JD, BK), protože pruhy tvořené dřevinami vysazenými v první fázi již částečně zlepšují ekologické podmínky původní holiny.

Uvedené legislativní podklady

- Vyhláška č. 139/2004 Sb. o podrobnostech přenosu reprodukčního materiálu lesních dřevin, o evidenci o původu reprodukčního materiálu a podrobnostech o obnově lesních

porostů a o zalesňování pozemků prohlášených za pozemky určené k plnění funkcí lesa. (Platnost znění této vyhlášky skončila v listopadu 2021 vydáním novely)

- Vyhláška č. 456/2021 Sb. o podrobnostech přenosu reprodukčního materiálu lesních dřevin, o evidenci o původu reprodukčního materiálu a podrobnostech o obnově lesních porostů a o zalesňování pozemků prohlášených za pozemky určené k plnění funkcí lesa
- Vyhláška č. 298/2018 Sb. o zpracování oblastních plánů rozvoje lesů a o vymezení hospodářských souborů

Kontaktní adresa:

Ing. Jan Leugner, Ph.D., doc. Ing. Antonín Jurásek, CSc., VÚLHM, v. v. i., Výzkumná stanice Opočno

517 73 Opočno, Na Olivě 550, Česká republika

e-mail: leugner@vulhmop.cz , jurasek@vulhmop.cz

AGROLESNÍCKE SYSTÉMY – NOVÁ PRÍLEŽITOSŤ PRE PRODUCENTOV SADBOVÉHO MATERIÁLU DREVÍN DO OBHOSPODAROVANEJ KRAJINY

Jaroslav Jankovič

Abstrakt

Agrolesnícke systémy predstavujú také systémy hospodárenia na pôde, pri ktorých sa na jednej ploche zámerne a cielene kombinuje poľnohospodárska produkcia (rastlinná a/alebo živočíšna) s pestovaním drevín (lesných a/alebo ovocných stromov a/alebo krovín). V súčasnosti sú odborníkmi považované za jedno z najvýznamnejších mitigačných a adaptačných opatrení v agrosektore proti negatívnym dopadom zmeny klímy. Podpora agrolesníctva sa stala súčasťou nového strategického plánu Spoločnej poľnohospodárskej politiky (SPP) na roky 2023 – 2027 a odborná pracovná skupina pripravila návrh intervencií na podporu zakladania agrolesníckych systémov na Slovensku pre roky 2023 – 2027. Pripravená bola metodika, ktorá obsahuje zoznamy drevín, ktoré je možné použiť pre agrolesnícke systémy. Otvára sa tým aj nová príležitosť pre producentov sadbového materiálu drevín do obhospodarovanej krajiny.

Kľúčové slová

Agrolesnícke systémy, dreviny, sadbový materiál drevín do agrolesníckych systémov

Úvod

Konvenčný poľnohospodársky model hospodárenia na pôde, pochádzajúci z čias tzv. zelenej revolúcie a založený na špecializácii plodín a na masívnom využívaní externých vstupov a fosílnej energie, čelí v poslednom desaťročí hlbokoj kríze (IPES-Food 2016). Tento poľnohospodársky model sa považuje za neudržateľný zo sociálneho a environmentálneho hľadiska a nie je schopný vyriešiť veľké výzvy udržateľnosti, ako je úbytok prírodných zdrojov a biodiverzity, zmena klímy, potravinová bezpečnosť a závislosť od fosílnej energie (Geiger et al. 2010; Godfray et al. 2010; Tittone 2014, IPCC 2019).

V agrosektore vyspelých krajín sa preto dnes hľadajú také systémy a modely hospodárenia na pôde, ktoré dokážu zachovať produkčný potenciál a zároveň pomôžu riešiť aktuálne problémy človeka a jeho životného prostredia vyplývajúce z doterajšieho hospodárenia a prebiehajúcej zmeny klímy (erózia, sucho, záplavy, pokles úrodnosti a degradácia pôd, vymiznutie mnohých živočíšnych druhov z krajiny, ale aj nezamestnanosť a pustnutie kultúrnej krajiny). K riešeniu týchto problémov na základe súčasných celosvetových poznatkov prispieva aj vytváranie a využívanie agrolesníckych systémov. Tie sú dnes odborníkmi považované za jedno z najvýznamnejších mitigačných a adaptačných opatrení proti negatívnym dopadom zmeny klímy a zároveň aj základnou zložkou tzv. „regeneratívneho poľnohospodárstva“.

Potreba vytvárania a podpory agrolesníckych systémov sa už stala nedeliteľnou súčasťou mnohých európskych strategických dokumentov v oblasti životného prostredia a pôdohospodárstva (Zelená dohoda, Stratégia EÚ pre lesy, Stratégia Z farmy na stôl, Carbon Farming atď.) a zdôrazňovaná je taktiež v novej spoločnej poľnohospodárskej politike EÚ smerujúcej k udržateľnému hospodáreniu na pôde. Významný posun k akceptovaniu a legalizácii agrolesníckych systémov sa v posledných rokoch udial aj na Slovensku. Agrolesníctvo sa dostalo do viacerých strategických materiálov MŽP SR a MPRV SR a jeho podpora je deklarovaná v aktuálnom programovom

vyhlásení vlády Slovenskej republiky. Agrolesníctvo sa stalo súčasťou nového strategického plánu Spoločnej poľnohospodárskej politiky (SPP) na roky 2023 – 2027.

Na Slovensku sa agrolesníctvu začali ako prví venovať pracovníci Národného lesníckeho centra. Od roku 2014 sa pravidelne zúčastňujú európskych agrolesníckych konferencií a v roku 2020 bola problematika agrolesníctva doplnená aj do zriaďovacej listiny NLC.

V rokoch 2019 – 2021 bol MPRV SR podporený rezortný projekt „Výskum a vývoj na podporu konkurencieschopnosti slovenského lesníctva (SLOV-LES)“, kde v rámci čiastkovej úlohy „Pestovateľské systémy na podporu produkcie dreva“ bola zaradená aj problematika agrolesníctva ako etapa s názvom „Výskum možností využívania agrolesníckych systémov na Slovensku“. Jej realizačným výstupom bolo publikovanie pilotnej štúdie (<https://bit.ly/3NSlcEt>), ktorej cieľom je priblížiť problematiku agrolesníctva širokej odbornej i laickej verejnosti a iniciovať tvorbu domácej odbornej poznatkovej bázy pre ďalší širšie koncipovaný medzisektorový výskumný program a pre tvorbu nových politík a inovácií v tejto oblasti. Na túto štúdiu na prelome rokov 2021 – 2022 nadviazalo vypracovanie Metodiky na zakladanie agrolesníckych systémov na poľnohospodárskej pôde, ktorá bola vo februári 2022 odovzdaná na MPRV SR. Súčasťou metodiky je aj návrh zoznamov drevín, ktoré je možné použiť do agrolesníckych systémov. Viaceré z uvedených drevín sa však v našich škôlkach nepestujú vôbec, alebo len v obmedzenom množstve, čo vytvára nové príležitosti pre producentov sadbového materiálu drevín do obhospodarovanej krajiny

V našom príspevku v stručnosti uvedieme základné informácie o agrolesníckych systémoch, o metodike na ich zakladanie a o príprave zavedenia agrolesníctva do nášho právneho systému.

Čo je to agrolesníctvo

Ak sa pozrieme do histórie, môžeme konštatovať, že na počiatku premeny ľudstva z lovcov a zberačov plodov na chovateľov zvierat a pestovateľov rastlín, ktorú historici datujú do obdobia okolo 11 000 rokov pred našim letopočtom, bolo primitívne poľnohospodárstvo od počiatku späté s drevinami. Obrovská rozmanitosť prírodných podmienok našej planéty viedla k vzniku nespočetného množstva systémov a kombinácií drevín a poľnohospodárskej produkcie. Na široké geografické pokrytie vytvárania takýchto systémov a ich ranné počiatky poukazujú príklady zo všetkých kontinentov (King 1987). Príkladov je veľa. V Európe bolo prinajmenšom do stredoveku všeobecným zvykom rúbať pôvodné lesy a na vypálených rúbaniskách siať poľnohospodárske plodiny a spolu s nimi vysádzať vybrané druhy drevín. Rozšírená bola aj takzvaná lesná pastva. Dôležité je pritom zdôrazniť, že prví praktici toho, čo sa dnes označuje ako „agrolesníctvo“, mali ako hlavný účel produkciu potravín. Stromy boli neoddeliteľnou súčasťou týchto poľnohospodárskych systémov a pestovali sa na vznikajúcej poľnohospodárskej pôde na podporu poľnohospodárstva. Hlavným cieľom týchto systémov teda nebola produkcia dreva, ale produkcia potravín.

Poľnohospodárske systémy, ktoré kombinovali produkciu potravín s pestovaním drevín boli aj v celej Európe hojne využívané niekoľko storočí a rovnako tak tomu bolo aj na území dnešného Slovenska. Ešte v prvej polovici minulého storočia, v období pred kolektívizáciou, väčšina roľníkov okrem poľnohospodárskej produkcie pestovala na svojich pozemkoch aj dreviny, keďže každý gazda potreboval drevo, resp. plody ovocných drevín. Pochopiteľne vtedy pojem „agrolesnícke systémy“ neexistoval a hospodárenie sa riadilo iba zdravým sedliackym rozumom.

Rozsiahle plochy kde sa praktizovali systémy kombinujúce poľnohospodárstvo s pestovaním drevín dlhodobo pretrvávali najmä v tropickom pásme. Koncom 19. storočia sa však v týchto oblastiach začalo s masívnym zakladaním lesných plantáží a to práve na úkor týchto tradičných spôsobov obživy farmárskych rodín. Tento rozvoj lesného hospodárstva a lesného priemyslu, ktorý sa odohral v zaostalom svete, bol podporovaný zvonka a preto nezohľadňoval základné potreby obyvateľov v týchto krajinách a v konečnom dôsledku priniesol zhoršujúcu sa potravinovú situáciu a rastúcu ekologickú degradáciu. V 70-tych rokoch 20. storočia tak prišlo k zmene politiky FAO (Food and Agriculture Organization), ktorá presmerovala svoju pomoc smerom k vidieckej chudobe. Hoci nová politika zdôraznila dôležitosť lesníctva pre rozvoj vidieka v rozvojových krajinách, upozornila na výhody, ktoré by mohli získať tak farmár, ako aj národ, ak by sa venovala väčšia pozornosť priaznivým účinkom drevín pri produkcii potravín a poľnohospodárskej výrobe a odporúčala správcom pôdy v trópoch, aby sa „vyvarovali falošnému rozdeľovaniu medzi poľnohospodárstvom a lesníctvom“ (King 1987). V 70-tych rokoch sa pre kombinované poľnohospodársko-lesnícke systémy v trópoch začal používať **pojmem „agrolesníctvo“**, ktorý sa potom etabloval v roku 1977 so vznikom inštitúcie s názvom Medzinárodná rada pre výskum v agrolesníctve (International Council for Research in Agroforestry) dnes celosvetovo známej ako World agroforestry (ICRAF, <https://www.worldagroforestry.org/>). Odvtedy začali vznikať definície agrolesníckych systémov vo všetkých krajinách sveta, ktoré si postupne pojem agrolesníctvo osvojovali. Všetky známe národné definície agrolesníctva a agrolesníckych systémov však vychádzajú z univerzálneho základu prvej definície, ktorým je kombinácia poľnohospodárskej produkcie s pestovaním drevín na tej istej jednotke pôdy. Okrem tohto spoločného základu však národné definície veľmi často zohľadňujú aj určité domáce národné špecifiká, ktoré vyplývajú buď z tradícií využívania takýchto systémov, alebo z reálnej situácie ich využívania v tej-ktorej krajine. Zároveň však všetky národné definície zostávajú plne kompatibilné s ustálenými definíciami na celosvetovej (ICRAF), alebo európskej (EURAF) úrovni.

Definícia agrolesníckych systémov pre podmienky Slovenska bola sformulovaná na Národnom lesníckom centre (NLC). Jeho pracovníci sa ako prví zo Slovenska začali od roku 2014 systematicky venovať tejto problematike a na základe aktivít NLC v oblasti agrolesníctva na národnej úrovni bola problematika agrolesníckych systémov zaradená v roku 2020 aj do jeho zriaďovacej listiny (<https://bit.ly/3HuKI0i>).

Navrhovaná národná definícia zohľadňuje reálny stav na Slovensku, keď agrolesníctvo zatiaľ absentuje v našich právnych normách a zároveň v odbornej i laickej verejnosti stále pretrváva určitý sektorový prístup k chápaniu využívania funkcií drevín v krajine. Bola preto skonštruovaná tak, aby nebola príliš komplikovaná, ale aby podľa možnosti jednoznačne vymedzila čo na Slovensku budeme považovať za agrolesnícke systémy. Jej znenie je nasledovné:

Agrolesnícke systémy predstavujú také systémy hospodárenia na pôde, pri ktorých sa na jednej ploche zámerne a cielene kombinuje poľnohospodárska produkcia (rastlinná a/alebo živočíšna) s pestovaním drevín (lesných a/alebo ovocných stromov a/alebo krovín).

Podpora agrolesníckych systémov na Slovensku

Podpora agrolesníctva sa stala súčasťou nového strategického plánu Spoločnej poľnohospodárskej politiky (SPP) na roky 2023 – 2027. Bola vytvorená odborná pracovná skupina, ktorá pripravila návrh intervencií na podporu zakladania agrolesníckych systémov na Slovensku pre roky 2023 –

2027. Pripravená bola metodika, ktorá popisuje kritériá pre identifikáciu poľnohospodárskej pôdy vhodnej na zakladanie agrolesníckych systémov (ALS), dizajn a definovanie parametrov pre ich zakladanie na ornej pôde a na trvalých trávnych porastoch. Ďalej uvádza kritériá pre výber vhodných drevín, popisuje základné typy a spôsoby výsadby drevín a následnú starostlivosť/ošetrovanie vysadených drevín po dobu 5 rokov. Špecifický dizajn agrolesníckych systémov v metodike vychádza z definovania intervencií na zakladanie a udržiavanie agrolesníckych systémov, ako boli navrhnuté v slovenskej stratégii SPP na roky 2023 – 2027. Podporované budú 2 typy agrolesníckych systémov:

- a) pestovanie drevín na ornej pôde spolu s poľnohospodárskymi plodinami a
- b) pestovanie drevín na TTP spolu s chovom zvierat, alebo výrobou sena.

Súčasťou podpory bude ďalej ochrana a údržba drevín v rámci už založeného ALS a to 5 rokov záväzku po výsadbe. U oboch typov agrolesníckych systémov – na ornej pôde aj na TTP bude podporovaná realizácia líniových výsadiel drevín stromovitého vzrastu – teda tzv. alejové pestovanie.

Na TTP bude podporovaná aj realizácia roztrúsenej výsadby, prípadne skupinovej výsadby drevín stromovitého vzrastu za účelom vytvárania dobrých životných podmienok (welfare) pre pasúce sa hospodárske zvieratá (napr. poskytnutie úkrytu pred vysokými teplotami alebo pred zlým počasím). Oprávnení príjemcovia sú fyzické a právnické osoby, ktoré vykonávajú poľnohospodársku činnosť na poľnohospodárskej pôde evidovanej v LPIS. Plocha oprávneného hektára pri vstupe do záväzku je minimálne 1 ha a súhlas orgánu štátnej ochrany prírody s realizáciou agrolesníckeho systému je potrebný v prípade, ak sa výsadby drevín budú realizovať na plochách spadajúcich do oblasti Natura 2000 ako aj CHKO. S prijatím pripravovaného „zákona o poľnohospodárstve“ (pracovný návrh), v ktorom budú do nášho právneho systému zavedené definície a ustanovenia o agrolesníckych systémoch budú novelizované aj ďalšie súvisiace zákony a vyhlášky. V zákone č. 543/2002 Z. z. o ochrane prírody a krajiny sa navrhuje upraviť postavenie drevín v agrolesníckych systémoch. Dreviny, ktoré sa v ALS stávajú integrálnou súčasťou hospodárenia na pôde sa tak dostanú do rovnakého postavenia ako dreviny v hospodárskych lesoch, to znamená, že napr. pri ich ťažbe už nebude potrebný súhlas orgánu ochrany prírody a krajiny, tak ako je to dnes.

Samotný dizajn agrolesníckych systémov vychádza zo stanovených podmienok záväzku, ktoré boli pracovnou skupinou formulované nasledovne:

- výsadbu 100 ks stromov na hektár realizovať v prvom roku záväzku najneskôr do 15. decembra;
- výsadbu drevín realizovať iba v medziach schváleného zoznamu drevín pre agrolesnícke systémy uvádzaného v tejto metodike;
- líniovú výsadbu stromov realizovať v maximálnej šírke do 3 metrov obrábanej ornej pôdy (OP), prípadne OP ležiacej úhorom a TTP, s minimálnou vzdialenosťou línií, resp. pásov drevín 12 m, pričom minimálna vzdialenosť medzi stromami (spon stromov) je stanovená na 3 m;
- roztrúsenú a skupinovú výsadbu stromov na TTP realizovať za predpokladu, že minimálna vzdialenosť medzi stromami (spon stromov) je 8 m; v prípade vytvárania skupín drevín, v každej z nich nesmie počet stromov presiahnuť 20 kusov a súčasne veľkosť skupiny nesmie presiahnuť 400 m² plochy vonkajším obvodom svojich kmeňov; počet takýchto skupín drevín je limitovaný celkovým počtom 100 ks stromov na 1 ha;
- výsadbu drevín vo vzťahu k výberu drevín, typu a dizajnu výsadby realizovať v zmysle predkladaného plánu.

Základné parametre v rámci intervencie „Zakladanie agrolesníckeho systému“ uvedené vyššie predstavujú tzv. ideálne hodnoty, pre ktoré je však potrebné stanoviť technické tolerancie presnosti pre posúdenie oprávnenosti intervencie.

Pri základnej podmienke „výsadba 100 ks stromov na ha“ je stanovená tolerancia $\pm 20\%$, to znamená splnenie záväzku v rozpätí 80 – 120 stromov na 1 ha agrolesníckeho systému na OP aj TTP. Výnimku na menší počet majú nasledovné ovocné dreviny: orech kráľovský, gaštan jedlý, oskoruša, hruška, čerešňa.

Realizácia líniových výsadiieb na OP v maximálnej šírke do 3 m obrábanej OP predstavuje hraničnú hodnotu a preto by mala byť dodržaná bez tolerancie jej prekročenia. Výnimkou môžu byť iba prípady, keď dodržanie tejto hodnoty nedovolí tvar parcely, alebo konfigurácia terénu. To isté platí aj pre povinnosť dodržať minimálnu vzdialenosť 12 m medzi trojmetrovými líniami s vysadenými stromami na OP a minimálnu vzdialenosť 12 m medzi vysadenými líniami stromov pri líniových výsadbách na TTP.

Rovnako hraničnými hodnotami sú pri skupinovej výsadbe drevín na TTP maximálny počet 20 ks stromov v jednej skupine a maximálna veľkosť skupiny stromov 400 m² plochy vonkajším obvodom svojich kmeňov. Pri ich dodržaní v kombinácii s podmienkou výsadby 100 ks stromov na ha je pri tolerancii $\pm 20\%$ maximálny počet takýchto skupín drevín limitovaný na 6 skupín na 1 ha.

Hraničnou hodnotou pri roztrúsenej výsadbe solitérov na TTP je aj minimálna vzdialenosť medzi nimi stanovená na 8 m, ktorá by mala byť dodržaná aj pri kombinácii solitérných výsadiieb so skupinovými tak, aby medzi najbližším stromom v skupine a solitérom bolo minimálne 8 m.

Prípustné kombinácie výsadiieb stromov na TTP – teda počet solitérov a počet skupín na 1 ha sú teda jednoznačne limitované maximálnym počtom 20 ks stromov v jednej skupine s maximálnou veľkosťou 400 m² plochy vonkajším obvodom svojich kmeňov a celkovým počtom 100 ks stromov na 1 ha s toleranciou $\pm 20\%$.

Nevyhnutnou súčasťou a základnou podmienkou pre oprávnenosť intervencie „Zakladanie agrolesníckeho systému“ je ochrana vysadených stromov pred poškodením voľne žijúcou zverou a hospodárskymi zvieratami bezprostredne po ich vysadení. Táto ochrana môže byť individuálna, najlepšie mechanickou ochranou každého vysadeného jedinca, ale líniové a skupinové výsadby je možné chrániť aj skupinovým spôsobom použitím mechanických, či elektrických oplôtok.

Pre oprávnenosť intervencie „Ochrana a údržba drevín v rámci založeného Agrolesníckeho systému“ v prvých piatich rokoch po jeho založení sú okrem permanentnej kontroly funkčnosti ochranných opatrení proti poškodeniu výsadby zverou a hospodárskymi zvieratami nevyhnutné aj pestovateľské zásahy vo výsadbách. Tie spočívajú v nasledovných činnostiach:

- dopĺňanie odumretých jedincov tak, aby bol v každom roku záväzku dodržaný počet 100 ks stromov na 1 ha (v rámci stanovenej tolerancie $\pm 20\%$),
- odstraňovanie nežiaducej konkurenčnej vegetácie, ktoré je mimoriadne dôležité najmä pre výsadby lesných drevín, pri ktorých bola použitá sejba, alebo štandardné lesnícke sadenice,
- úprava a tvarovanie vysadených drevín rezom – odstraňovanie bočných výhonkov a tvarovanie korunky ovocných drevín,
- v prípade suchých období aj zalievanie vysadených stromov – najmä v prvých dvoch rokoch po výsadbe.

Pri zakladaní agrolesníckeho systému líniovými a skupinovými výsadbami je možné 3 m široké línie vysadených stromov na OP a TTP, ako aj vysadené skupiny stromov na TTP **doplňať aj ďalšími drevinami krovitého vzrastu, ktoré však sami osebe nie sú súčasťou intervencie.** Môžu ale významne zvýšiť efektívnosť agrolesníckeho systému ako z hľadiska produkčných (biomasa, plody ovocných krov a pod.), ale aj mimoprodukčných funkcií (ochrana pôdy, vodozádržnosť, biodiverzita, viazanie uhlíka a pod.).

Dreviny do agrolesníckych systémov

Dreviny vhodné do agrolesníckych systémov delíme na lesné dreviny (stromy a kry) a ovocné dreviny (stromy a kry). V prípade ovocných stromov sú preferované predovšetkým dlhoveké a vysokokmenné jedince starých a tradičných krajových odrôd, naštepené na generatívne množené podpníky. Pri výbere vhodných druhov a odrôd pre konkrétnu lokalitu je potrebné zohľadňovať ich požiadavky na pôdu, polohu a starostlivosť. Problematika pestovania takýchto ovocných drevín je prehľadne spracovaná v sérii publikácií „Sadíme spolu dlhoveké stromy“, „Rez ovocných stromov v súlade s prírodou“ a „Pestujeme životaschopné ovocné stromy a kríky“ (Vašš, Veselý 2017, 2018; <https://ovocnystrom.sk/nase-publikacie/>).

Semená a sadenice lesných drevín, ktoré sa použijú pri zakladaní agrolesníckych systémov musia spĺňať požiadavky na geografický pôvod, kvalitu zdroja, ktoré podrobne definuje zákon č. 138/2010 Z. z. o lesnom reprodukčnom materiáli (LRM) v platnom znení a vyhláška MPRV SR č. 501/2010 Z. z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o produkcii lesného reprodukčného materiálu a jeho uvádzaní na trh v platnom znení. Predpokladá sa, že obe uvedené právne normy budú novelizované a rozšírené o ustanovenia priamo sa týkajúce agrolesníckych systémov. V žiadnom prípade neodporúčame používať pri zakladaní agrolesníckych systémov s domácimi lesnými drevinami sadbový materiál neznámeho pôvodu, napr. sadenice z dovozu určené na okrasné účely, alebo sadovnícke úpravy v intravilánoch obcí a miest.

Dohľad nad používaním LRM na zalesňovanie a iné lesnícke účely v zmysle zákona č. 138/2010 Z. z. vykonáva Národné lesnícke centrum, ktoré raz za päť rokov vydáva Národný zoznam zdrojov lesného reprodukčného materiálu Slovenskej republiky.

Každý obhospodarovateľ, ktorý bude používať lesné dreviny pri zakladaní ALS a bude si chcieť uplatňovať nároky na intervencie, bude musieť viesť evidenciu o pôvode použitého LRM.

Výber lesných drevín vhodných do agrolesníckych systémov sa riadi čiastočne inými kritériami ako v prípade zakladania lesných porastov na lesných pozemkoch. Je pri ňom potrebné zohľadniť odlišnú typológiu poľnohospodárskych pôd, rozdielny vlhový režim a predovšetkým špecifické podmienky voľnej plochy, ako silné oslnenie a nízka vzdušná vlhkosť. Preto sa do agrolesníckych systémov vyberajú najmä dreviny kontinentálneho charakteru (duby, borovice, smrekovec, javory, lípy i pôvodné druhy planých ovocných drevín – jablň lesná, hruška poľná, čerešňa vtáčia). Vo vyšších polohách, kde deficit pôdnej aj vzdušnej vlhky je nižší možno však do ALS využiť napríklad aj smrek obyčajný. Výber drevín do ALS ďalej determinujú konkrétne prírodné podmienky a typ agrolesníckeho systému. V nižších nadmorských výškach je voľba drevín podmienená predovšetkým ich toleranciou k vyšším teplotám a obmedzenejšiemu prísunu zrážok. Tieto stanovištia vyhovujú drevinám, ktoré majú schopnosť prispôbiť sa podmienkam zníženej transpirácie (výparu) ako sú dub plstnatý, dub cerový, javor poľný, a rovnako drevinám s hlbším, kolovým prípadne srdcovitým koreňovým systémom (borovica lesná, dub letný – stepný ekotyp, dub zimný). V rovnakých polohách nížin, kde korene bývajú ovplyvňované podzemnou vodou,

prípadne pravidelne zaplavované je voľba drevín do agrolesníckych systémov obmedzená na výbere drevín tolerujúcich nedostatok vzduchu v pôdnom profile. V polohách, kde pravidelné záplavy kolíšu medzi 10 – 14 dňami, volíme do agrolesníckych systémov predovšetkým dub letný – lužný ekotyp, jaseň štíhly – lužný ekotyp, jaseň úzkolistý, jelšu lepkavú, čremchu strapcovitú na menej vodou ovplyvnených lokalitách aj lipu srdcovitú. Na miestach, kde záplavy trvajú dlhšiu dobu – do 40 dní vysádzame predovšetkým topole biele, topole čierne, vrbu bielu, okrajovo aj jelšu lepkavú. Drevina s jednou z najväčších ekologických amplitúd (od vysychavých stanovišť až po vlhké a od nížin až do výšky 800 a viac m nad morom) je osika, ktorá má aj zaujímavý produkčný potenciál.

Hlbšie, živinovo bohatšie pôdy sú vhodné na pestovanie cenných listnáčov, pri ktorých je predpokladaný ekonomický zisk výrazne vyšší ako v prípade ostatných drevín. Tieto dreviny vyžadujú k svojmu dokonalému rastu pomerne vysoký obsah minerálnych živín a odpovedajúcu humusovú zložku v pôde. Práve v kombinácii s agrolesníckym využívaním pri chove dobytká, ktorý produkuje fekálie je možné odporúčať z domácich druhov drevín napríklad javory (v nižších nadmorských výškach javor mliečny, vo vyšších polohách javor horský), jasene, predovšetkým horské, resp. vápencové ekotypy, bresty, do istej miery aj dub zimný, ktorý má však nevýhodu v pomerne pomalom raste. Ako veľmi perspektívne dreviny sa pre agrolesnícke systémy hlbokých, bohatých pôd ukazuje možnosť využitia introdukovaných drevín, duglasky tisolistej, orecha čierneho, duba červeného a agáta bieleho, predovšetkým jeho hospodársky využiteľných klonov, ktoré dokážu za pomerne krátky čas vytvoriť biomasu v kvalite dubových sortimentov, čo značne vylepšuje ekonomiku agrolesníckeho systému.

Naopak, plytké, kamenité pôdy dokážu tolerovať predovšetkým lipy, ale aj vápencový ekotyp jaseňa štíhleho a dub plstnatý, z nepôvodných drevín dub červený. Je samozrejmé, že ekonomický zisk z produkcie drevín na takomto type stanovišť je podstatne nižší v dôsledku nižšej kvality sortimentov (vláknina, palivo), ale dreviny tu plnia najmä neprodukčné funkcie.

Vo vyšších nadmorských výškach Slovenska je v agrolesníckych systémoch vhodné pestovať dreviny, ktoré tolerujú kratšiu vegetačnú dobu, ako aj neskoré jarné a skoré jesenné mrazy. Táto skupina drevín je zvyčajne výrazne náročnejšia na vlahu, ale v týchto lokalitách spravidla tento problém nie je akútny. Z ihličnatých drevín je tu vhodný predovšetkým smrek obyčajný, podhorský a horský ekotyp borovice lesnej, z listnáčov javor horský a jarabina vtáčia.

Okrem drevín tvoriacich kostru agrolesníckych systémov sa v ich podraze využívajú často aj fruktifikujúce dreviny, produkujúce plody slúžiace ako potrava pre hospodárske i voľne žijúce zvieratá. Dreviny a najmä ich krovitú etáž s obľubou využívajú zvieratá ako ochranu pred prípadnými predátormi, prípadne ako úkryt počas teplotných extrémov. Rovnako sa odporúča na vhodných miestach, predovšetkým v živočíšnej výrobe pomedne vysádzať aj tzv. ohryzové, dobre regenerujúce mäkké listnáče, ktorých výskyt zníži riziko poškodenia hospodárskych drevín v agrolesníckom systéme.

Pri výbere drevín je potrebné vyhodnocovať aj určité riziko, ktoré pestovanie niektorých druhov prináša. Je všeobecne známe, že niektoré dreviny sú medzihostiteľmi škodcov poľnohospodárskych plodín, či ovocných drevín a je preto vhodné sa im pri zavádzaní do agrolesníckych systémov vyhnúť. Jedná sa predovšetkým o hrdzu hruškovú spôsobenú hubou *Gymnosporangium fuscum* (syn. *sabinae*), tento vážny škodca hrušiek využíva ako medzihostiteľa borievky z podrodu *Sabinea*, predovšetkým borievku netatovú.

Záverom tejto časti treba uviesť, že obrovská rozmanitosť prírodných podmienok na Slovensku umožňuje vytváranie množstva rôznych typov agrolesníckych systémov, pri ktorých sú využiteľné, okrem bežne u nás pestovaných ovocných drevín, aj prakticky všetky naše domáce lesné dreviny. Pri niektorých špecifických požiadavkách obhospodarovateľov na produkčné alebo mimoprodukčné funkcie je možné s úspechom využiť v agrolesníckych systémoch aj viaceré nepôvodné (introdukované) dreviny a to najmä v prípadoch keď nepôvodné dreviny:

- svojimi produkčnými schopnosťami prevyšujú na príslušnom stanovišti domáce druhy,
- majú schopnosť rásť a zabezpečovať produkčné i mimoprodukčné funkcie na degradovaných stanovištiach, kde sa domáce dreviny už nedokážu prispôsobiť prostrediu a dôsledkom zmeny klímy.

Zoznam drevín pre agrolesnícke systémy v členení na ovocné stromy, domáce lesné dreviny stromovitého vzrastu, nepôvodné lesné dreviny stromovitého vzrastu, domáce dreviny krovitého vzrastu a ovocné kry je uvedený v prílohách 1 až 5.

Legislatíva vo väzbe na agrolesnícke systémy

Agrolesníctvo zatiaľ v právnom systéme na Slovensku nie je zavedené. Existujúce právne normy v aktuálnom znení obsahujú viaceré legislatívne bariéry, ktoré sťažujú proces rozširovania ALS v praxi pri hospodárení na pôde. Zásadná zmena nastane až s prijatím nového „zákona o poľnohospodárstve“ (pracovný názov), ktorého súčasťou bude definícia agrolesníckych systémov a ďalšie príslušné ustanovenia k nim. Zoznam právnych noriem vo väzbe na ALS, v ktorých je potrebné na odstránenie existujúcich bariér doplniť ustanovenia týkajúce sa agrolesníckych systémov je nasledovný:

- Úprava zákona č. 543/2002 o ochrane prírody a krajiny v ktorom je potrebné doplniť ustanovenia týkajúce sa agrolesníckych systémov a upraviť ustanovenia týkajúce sa pestovania nepôvodných drevín v lesných porastoch a agrolesníckych systémoch mimo chránených území a zosúladiť ich so zákonom č. 138/2010 o lesnom reprodukčnom materiáli (ktorý je rovnako potrebné novelizovať kvôli zárukám pôvodu a kvality zdroja, pravosti, vysledovateľnosti pôvodu a zabezpečeniu rastlinolekárskeho dohľadu nad množiteľským materiálom lesných drevín pre agrolesnícke systémy – doplniť a uviesť v samostatnej odrážke) tak, aby sa pri lesníckom a agrolesníckom hospodárení na pôde umožnilo v širšej miere využívanie introdukovaných drevín v hospodársky lesoch a agrolesníckych systémoch, čiže pestovanie nepôvodných drevín, ktoré (1) svojimi produkčnými schopnosťami prevyšujú domáce druhy, ktoré (2) majú na odpovedajúcom stanovišti podstatne lepší vplyv na ekologickú stabilitu porastov (pôdne prostredie, tvorba humusu, vodný režim...) a ktoré (3) majú schopnosť rásť a zabezpečovať produkčné i mimoprodukčné funkcie na degradovaných stanovištiach, kde sa domáce dreviny už nedokážu prispôsobiť prostrediu a dôsledkom zmeny klímy.
- Novelizácia zákona č. 220/2004 o ochrane a využívaní poľnohospodárskej pôdy (doplnenie ustanovení o agrolesníckych systémoch).
- Novelizácia zákona č. 504/2003 o nájme poľnohospodárskych pozemkov, poľnohospodárskeho podniku a lesných pozemkov (doplnenie ustanovení o agrolesníckych systémoch).
- Novelizácia zákona č. 229/1991 o úprave vlastníckych vzťahov k pôde a inému poľnohospodárskemu majetku (doplnenie ustanovení o agrolesníckych systémoch).

- Novelizácia zákona č. 330/1991 o pozemkových úpravách, usporiadaní pozemkového vlastníctva, pozemkových úradoch, pozemkovom fonde a o pozemkových spoločenstvách (doplnenie ustanovení o agrolesníckych systémoch).
- Novelizácia zákona č. 326/2005 o lesoch (doplnenie ustanovení o agrolesníckych systémoch).
- Novelizácia zákona č. 597/2006 o pôsobnosti orgánov štátnej správy v oblasti registrácie odrôd pestovaných rastlín a uvádzaní množiteľského materiálu pestovaných rastlín na trh (doplnenie ustanovení o agrolesníckych systémoch).
- Pre možnosť jednoznačnej identifikácie a registrácie parciel, na ktorých sa budú dlhodobo praktizovať agrolesnícke postupy pri ich obhospodarovaní odporúčame do prílohy č. 2 k vyhláške č. 461/2009 Úradu geodézie, kartografie a katastra Slovenskej republiky, ktorou sa vykonáva zákon Národnej rady Slovenskej republiky č. 162/1995 Z. z. o katastri nehnuteľností a o zápise vlastníckych a iných práv nehnuteľnostiam (katastrálny zákon) doplniť nové kódy spôsobu využívania pozemku: „agrolesnícky systém na ornej pôde, agrolesnícky systém na vinici alebo záhrade, agrolesnícky systém na trvalých trávnych porastoch a agrolesnícky systém na lesnom pozemku.

V prípade ovocných drevín do agrolesníckych systémov možno ako súvisiacu právnu normu uviesť aj zákon č. 597/2006 Z. z. o pôsobnosti orgánov štátnej správy v oblasti registrácie odrôd pestovaných rastlín a uvádzaní množiteľského materiálu pestovaných rastlín na trh, podľa ktorého MPRV SR každoročne vydáva Listinu registrovaných odrôd, v ktorej sa však mnohé, najmä staršie odrody ovocných drevín, neuvádzajú.

Záver

Podpora zavádzania agrolesníckych systémov hospodárenia na poľnohospodárskej pôde bude súčasťou strategického plánu SPP na roky 2023 – 2027. Paralelne s tým sa pripravuje zavedenie ustanovení o agrolesníctve aj do nášho právneho systému. Lesné dreviny budú pritom zohrávať dôležitú úlohu a pri ich používaní v ALS sa ako najracionálnejšie javí vychádzať z platných všeobecne záväzných predpisov v oblasti lesného reprodukčného materiálu. Pre všetkých producentov sadbového materiálu lesných drevín sa tak otvárajú nové príležitosti na rozšírenie produkcie a to ako z hľadiska sortimentu pestovaných drevín, tak aj z hľadiska dopestovaných kategórií sadeníc. Pôjde o rozšírenie sortimentu o dreviny (stromy a kry), ktoré sa dnes v našich škôlkach bežne nepestujú a predpokladáme aj zvýšený záujem o poloodrastky a odrastky lesných drevín. V prípade ovocných drevín pôjde o pestovanie sadeníc starých a tradičných krajových odrôd, ktoré budú naštepené na generatívne množené podpníky. Kvantifikovať tento dopyt síce v súčasnosti nedokážeme, ale to, že po spustení podpory na zakladanie ALS na poľnohospodárskej pôde k nemu dôjde je nesporné.

PRÍLOHY – návrh zoznamov drevín pre agrolesnícke systémy

Zoznam ovocných stromov, ktoré je možné použiť pre zakladanie agrolesníckych systémov a odporúčané maximálne počty na 1 ha pre dlhoveké vysokokmenné odrody ovocných stromov štepené na generatívne množené podpníky (podľa Vašš, Veselý 2017)

Príloha 1

Ovocné stromy		Max. počet na 1 ha	Poznámka
1.	Jabloň (<i>Malus</i> Mill.)	90	prednostne staré a krajové odrody
2.	Hruška (<i>Pyrus</i> L.)	70	prednostne staré a krajové odrody
3.	Dula podlhovastá (<i>Cydonia oblonga</i> Mill.)	120	
4.	Orech kráľovský (<i>Juglans regia</i> L.)	45	
5.	Gaštan jedlý (<i>Castanea sativa</i> Mill.)	45	
6.	Čerešňa (<i>Prunus avium</i> (L.) L.)	65	
7.	Višňa (<i>Prunus cerasus</i> (L.) L.)	120	
8.	Slivka, ringlota (<i>Prunus domestica</i> L.)	160	
9.	Marhuľa obyčajná (<i>Prunus armeniaca</i> L.)	130	
10.	Moruše (<i>Morus</i> L.)	80	
11.	Oskoruša (<i>Sorbus domestica</i> L.)	40	
12.	Jarabiny sladkoplodé (<i>Sorbus aucuparia</i> × <i>Aronia melanocarpa</i>)	120	
13.	Mišpuľa (<i>Mespilus germanica</i> L.)	160	

Oskoruša 40 – výnimka z požadovaného počtu 100 ks ($\pm 20\%$) na 1 ha vzhľadom na veľké koruny týchto ovocných drevín pestovaných na produkciu plodov

Zoznam domácich lesných drevín stromovitého vzrastu, ktoré je možné použiť pre zakladanie agrolesníckych systémov

Príloha 2

	Vedecký názov	Slovenský odborný názov	Poznámka
1.	<i>Abies alba</i> Mill.	jedľa biela	pri skupinových výsadbách
2.	<i>Acer campestre</i> L.	javor poľný	
3.	<i>Acer platanoides</i> L.	javor mliečny	
4.	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	javor horský	
5.	<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn.	jelša lepkavá	
6.	<i>Alnus incana</i> Moench.	jelša sivá	
7.	<i>Betula pendula</i> Roth.	breza previsnutá	
8.	<i>Betula pubescens</i> Ehrh.	breza biela	
9.	<i>Carpinus Betulus</i> L.	hrab obyčajný	
10.	<i>Castanea sativa</i> Mill.	gaštan jedlý	aj ovocná drevina
11.	<i>Fagus sylvatica</i> L.	buk lesný	
12.	<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl.	jaseň úzkolistý	
13.	<i>Fraxinus excelsior</i> L.	jaseň štíhly	
14.	<i>Fraxinus ornus</i> L.	jaseň mannový	
15.	<i>Larix decidua</i> Mill.	smrekovec opadavý	
16.	<i>Malus sylvestris</i> (L.) Mill.	jablň planá	
17.	<i>Picea abies</i> (L.) Karst	smrek obyčajný	
18.	<i>Pinus sylvestris</i> L.	borovica lesná	
19.	<i>Populus alba</i> L.	topoľ biely	
20.	<i>Populus nigra</i> L.	topoľ čierny	
21.	<i>Populus tremula</i> L.	topoľ osikový	
22.	<i>Populus × canescens</i> (Aiton) Sm.	topoľ sivý	
23.	<i>Prunus avium</i> (L.) L.	čerešňa vtáčia	
24.	<i>Pyrus pyraeaster</i> (L.) Burgsd.	hruška planá	
25.	<i>Quercus cerris</i> L.	dub cerový	
26.	<i>Quercus daleschompai</i> Ten.	dub žltkastý	
27.	<i>Quercus frainetto</i> Ten.	dub balkánsky	
28.	<i>Quercus petraea</i> (Mart.) Liebl.	dub zimný	
29.	<i>Quercus polycarpa</i> Schur	dub mnohoplodý	
30.	<i>Quercus pubescens</i> Wild.	dub plstnatý	
31.	<i>Quercus robur</i> L.	dub letný	
32.	<i>Quercus virgiliana</i> (Ten.) Ten.	dub jadranský	
33.	<i>Salix alba</i> L.	vľba biela	
34.	<i>Salix caprea</i> L.	vľba rakyta	
35.	<i>Salix fragilis</i> L.	vľba krehká	
36.	<i>Salix eleagnos</i> Scop.	vľba sivá	
37.	<i>Sorbus aria</i> (L.) Crantz	jarabina mukyňová	
38.	<i>Sorbus aucuparia</i> L.	jarabina vtáčia	
39.	<i>Sorbus domestica</i> L.	jarabina oskorušová	aj ovocná drevina
40.	<i>Sorbus torminalis</i> (L.) Crantz	jarabina brekyňová	
41.	<i>Taxus baccata</i> L.	tis obyčajný	
42.	<i>Tilia cordata</i> Mill.	lipa malolistá	
43.	<i>Tilia platyphyllos</i> Scop.	lipa veľkolistá	
44.	<i>Ulmus minor</i> Mill.	brest hrabolistý	
45.	<i>Ulmus glabra</i> Huds.	brest horský	

46.	<i>Ulmus laevis</i> Pall.	brest väzový	
-----	---------------------------	--------------	--

Zoznam nepôvodných lesných drevín stromovitého vzrastu, ktoré je možné použiť pre zakladanie agrolesníckych systémov

Príloha 3

	Vedecký názov	Slovenský odborný názov	Poznámka
1.	<i>Abies grandis</i> (Douglas ex D. Don) Lindl.	jedľa obrovská	
2.	<i>Abies nordmanniana</i>	jedľa kaukazská	
3.	<i>Aesculus hippocastanum</i> L.	pagaštan konský	
4.	<i>Castanea sativa</i> Mill. a kríženci	gaštan jedlý	aj ako ovocná drevina
5.	<i>Corylus colurna</i> L.	lieska turecká	
6.	<i>Juglans nigra</i> L.	orech čierny	aj ako ovocná drevina
7.	<i>Juglans nigra</i> × <i>J. regia</i>	hybrid	aj ako ovocná drevina
8.	<i>Pinus nigra</i> Arn.	borovica čierna	
9.	<i>Populus</i> spp. a ich kríženci	topoľové hybridy	
10.	<i>Pseudotsuga menziesii</i> (Mirb.) Franco	duglaska tisolistá	
11.	<i>Quercus rubra</i> L.	dub červený	
12.	<i>Quercus palustris</i> Münchh.	dub močiarny	
13.	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	agát biely	

Zoznam domácich drevín krovitého vzrastu, ktoré je možné použiť pri zakladaní agrolesníckych systémov

Príloha 4

	Vedecký názov	Slovenský odborný názov	Poznámka
1.	<i>Alnus viridis</i> (Chaix) DC	jelša zelená	
2.	<i>Amelanchier ovalis</i> Med.	muchovník vajcovitý	
3.	<i>Amygdalus nana</i> L.	mandľa nízka	
4.	<i>Berberis vulgaris</i> L.	dráč obyčajný	
5.	<i>Cerasus fruticosa</i> Pall.	čerešňa krovitá	
6.	<i>Cerasus mahaleb</i> (L.) Mill.	čerešňa mahalebková (mahalebka)	
7.	<i>Cornus mas</i> L.	drieň obyčajný	aj ako ovocný ker
8.	<i>Cornus sanguinea</i> L.	svíb krvavý	
9.	<i>Corylus avellana</i> L.	lieska obyčajná	aj ako ovocný ker
10.	<i>Cotoneaster melanocarpus</i> Lodd.	skalník čiernoplodý	
11.	<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	hloh jednozemenný	
12.	<i>Crataegus oxyacantha</i> L.	hloh obyčajný	
13.	<i>Euonymus europaeus</i> L.	bršlen európsky	
14.	<i>Euonymus verrucosus</i> Scop.	bršlen bradavičnatý	
15.	<i>Frangula alnus</i> Mill.	krušina jelšová	
16.	<i>Genista tinctoria</i> L.	kručinka farbiarska	
17.	<i>Hedera helix</i> L.	brečtan popínavý	
18.	<i>Juniperus communis</i> L.	borievka obyčajná	aj na plody
19.	<i>Ligustrum vulgare</i> L.	vtáci zob obyčajný	
20.	<i>Lonicera nigra</i> L.	zemolez čierny	
21.	<i>Lonicera xylosteum</i> L.	zemolez obyčajný	
22.	<i>Myricaria germanica</i> (L.) Desv	myrikovka nemecká	
23.	<i>Padus avium</i> Mill.	čremcha obyčajná	
24.	<i>Prunus spinosa</i> L.	trnka obyčajná	
25.	<i>Ribes alpinum</i> L.	ríbezľa alpská	
26.	<i>Ribes uva-crispa</i> L.	ríbezľa egrešová	aj ako ovocný ker
27.	<i>Rhamnus cathartica</i> L.	rešetliak prečisťujúci	
28.	<i>Rosa agrestis</i> Savi	ruža poľná	
29.	<i>Rosa canina</i> L.	ruža šíповá	
30.	<i>Rosa dumalis</i> Bechst.	ruža hájna	
31.	<i>Rosa gallica</i> L.	ruža galská	
32.	<i>Rosa nemorosa</i> Lib.	ruža malokvetá	
33.	<i>Rosa pimpinellifolia</i> L.	ruža bedrovníková	
34.	<i>Rosa rubiginosa</i> L.	ruža hrdzavá	
35.	<i>Rosa tomentosa</i> Sm.	ruža plstnatá	
36.	<i>Salix aurita</i> L.	vľba ušatá	
37.	<i>Salix cinerea</i> L.	vľba popolavá	
38.	<i>Salix pentandra</i> L.	vľba päťtyčinková	
39.	<i>Salix purpurea</i> L.	vľba purpurová	
40.	<i>Salix triandra</i> L.	vľba trojtyčinková	
41.	<i>Salix viminalis</i> L.	vľba košíkárska	
42.	<i>Sambucus nigra</i> L.	baza čierna	aj ako ovocný ker
43.	<i>Sambucus racemosa</i> L.	baza červená	
44.	<i>Staphylea pinnata</i> L.	klokoč perovitý	
45.	<i>Viburnum opulus</i> L.	kalina obyčajná	
46.	<i>Viburnum lantana</i> L.	kalina siripútková	

Zoznam ovocných krov, ktoré je možné použiť pri zakladaní agrolesníckych systémov**Príloha 5**

Ovocné kry		Poznámka
1.	Arónia čiernoplodá (<i>Aronia melanocarpa</i>)	
2.	Baza čierna (<i>Sambucus nigra</i> L.)	
3.	Čučoriedka kanadská (<i>Vaccinium corymbosum</i>)	
4.	Drieň veľkoplodý (<i>Cornus mas</i> L.)	
5.	Dulovec japonský (<i>Chaenomeles japonica</i> (Thunb.) Lindl.)	
6.	Egreš (<i>Ribes uva-crispa</i> L.)	
7.	Hloh veľkoplodý (<i>Crataegus pinnatifida</i>)	
8.	Josta (<i>Ribes nidigrolaria</i>)	
9.	Lieska veľkoplodá (<i>Corylus avellana</i> L.)	
10.	Malina obyčajná (<i>Rubus idaeus</i> L.)	
11.	Malina ostružinová (<i>Rubus fruticosus</i> L.)	
12.	Muchovník jelšolistý (<i>Amelanchier alnifolia</i>)	
13.	Ríbezľa biela (<i>Ribes sativa</i> L.)	
14.	Ríbezľa červená (<i>Ribes rubrum</i> L.)	
15.	Ríbezľa čierna (<i>Ribes nigrum</i> L.)	
16.	Ruža jabĺčková (<i>Rosa villosa</i> L.)	

Literatúra:

- GEIGER, F., BENGTSSON, J., BERENDSE, F., WEISSER, W. W., EMMERSON, M., MORALES, M. B., CERYNGIER, P., LIIRA, J., TSCHARNTKE, T., WINQVIST, C. et al. 2010. Persistent negative effects of pesticides on biodiversity and biological control potential on European farmland. *Basic Appl Ecol* 11:97–105.
- GODFRAY, H. C. J., BEDDINGTON, J. R., CRUTE, I. R., HADDAD, L., LAWRENCE, D., MUIR, J. F., PRETTY, J., 2010: Food security: the challenge of feeding 9 billion people. *Science* 327:812–818.
- IPCC, 2019: Summary for Policymakers. In: *Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems* [P. R. Shukla, J. Skea, E. Calvo Buendia, V. Masson-Delmotte, H.- O. Pörtner, D. C. Roberts, P. Zhai, R. Slade, S. Connors, R. van Diemen, M. Ferrat, E. Haughey, S. Luz, S. Neogi, M. Pathak, J. Petzold, J. Portugal Pereira, P. Vyas, E. Huntley, K. Kissick, M. Belkacemi, J. Malley, (eds.)]
- IPES-Food, 2016: From uniformity to diversity: a paradigm shift from industrial agriculture to diversified agroecological systems. International Panel of Experts on Sustainable Food systems. www.ipes-food.org.
- JANKOVIČ, J., PÁSTOR, M., 2021: Agrolesnícké systémy a potenciál ich využívania na Slovensku. Pilotná štúdia – výstup z etapy rezortného projektu Výskum a vývoj na podporu konkurencieschopnosti lesného hospodárstva. Zvolen, NLC, 2021, 67 s. (<https://bit.ly/3NSlcEt>).
- JANKOVIČ, J. a kol., 2022: Zakladanie agrolesníckych systémov na poľnohospodárskej pôde. (Metodika pre strategický plán SPP 2023 – 2027), NLC, 2000, 57 s.
- KING, K. F. S. 1987. The history of agroforestry. In: Stepller H. A., Nair P. K. R. (eds.), 1987: *Agroforestry: a decade of development*. Nairobi, Kenya: ICRAF, p. 3–11,
- King, K. F. S. – Chandler, M. T. 1978. *The wasted lands*. Nairobi:ICRAF, 39 p. (<https://bit.ly/3D056Tm>).
- TITTONELL, P., 2014: Ecological intensification of agriculture: sustainable by nature. *Curr Opin Environ Sustain* 8:53–6.
- VAŠŠ. L., VESELÝ, J., 2017, 2018: <https://ovocnystrom.sk/nase-publikacie/>

Kontaktná adresa:

Ing. Jaroslav Jankovič, CSc.
Odbor pestovania lesa, Národné lesnícke centrum
T.G. Masaryka 22
960 01 Zvolen
e-mail: jaroslav.jankovic@nlcsk.org

POLOODROSTKY A ODROSTKY NOVÉ GENERACE NA SPECIFICKÝCH LESNÍCH STANOVIŠTÍCH: SHRNUTÍ VYBRANÝCH POZNATKŮ

Ivan Kuneš, Martin Baláš, Pavel Burda, Josef Gallo, Jarmila Nárovcová

Abstrakt

Příspěvek stručně rekapituluje poznatky s nasazením poloodrostků a odrostků nové generace (PONG) ve vybraných specifických lesnických situacích. Konkrétně uvádí hlavní zkušenosti s využitím PONG během prosadieb smrkových porostů na bývalých imisních holinách v Jizerských horách, při přestavbách porostů nepůvodních dřevin v Praze a při výsadbě listnáčů na stanovišti rekultivované pískovny v jižních Čechách. Celkově lze shrnout, že poloodrostky a odrostky nové generace jsou sadebním materiálem určeným do specifických podmínek, jako jsou zabuřenělá stanoviště a mrazové lokality. V těchto výše uvedených podmínkách PONG nemají nahradit využití sadebního materiálu běžných dimenzí. Mají použití semenáčů a sazenic doplnit. V každém případě je třeba listnaté prosadby a podsadby realizované prostřednictvím PONG chránit proti poškození zvěří.

Klíčová slova

prosadbová a podsadbová centra; přestavby porostů nepůvodních dřevin; rekultivace; specifická stanoviště; vnášení druhové příměsi

Úvod

Rozumná strukturní a druhová rozrůzněnost lesních porostů jsou klíčovými kvalitami, které zvyšují odolnost lesa vůči rychlému rozvratu způsobenému vnějšími destabilizujícími faktory. Současná masivní kůrovcová kalamita ve Střední Evropě, problémy s kůrovcem na Šumavě či imisně-kůrovcové kalamity českých severních hraničních hor v 70. a 80. letech 20. století jasně ukazují na skutečnost, že druhově, věkově a strukturně uniformní lesní porosty jsou velmi zranitelné. Takové porosty mohou procházet velkoplošnými otřesy nebo snáze podlehnout úplnému rozpadu. Pokud dojde k rozpadu lesa na velké ploše, není obnova a především udržení nových lesních porostů, které by byly druhově, věkově a strukturně diverzifikované, nikterak jednoduchý úkol (BALCAR 1998). Podobnou výzvou může být zakládání stabilního lesa na některých ekologicky specifických stanovištích, jako jsou mrazové lokality a zabuřenělá stanoviště. Výzvou může být rovněž diverzifikace mladých jednodruhových jehličnatých porostů, tak aby se jejich odolnost zvýšila (KUNEŠ *et al.* 2020) nebo přestavby porostů s nevyhovující druhovou skladbou.

Pokud je třeba obnovit les nebo jej založit na specifických stanovištích, lesník by se měl snažit využívat přírodní procesy a přirozenou obnovu. Ale v řadě případů nelze očekávat, že se problém pouze přirozenou obnovou sám vyřeší. Ve většině případů je žádoucí využít kombinace přirozené obnovy s umělou. Nezřídka také dochází k situacím, kdy je potřeba opřít úsilí spojené se vznikem nového lesa téměř výhradně o obnovu umělou.

Ponechme stranou výsevy, které představují samostatnou problematiku. Zaměříme se na zakládání a obnovu lesa výsadbou. V běžných situacích zpravidla postačuje využití sadebního materiálu běžných dimenzí (prostokořenné či obalované semenáče nebo sazenice). Za určitých okolností ale může být opodstatněné i využití sadebního materiálu větších dimenzí, jako jsou poloodrostky a odrostky.

Předkládaný příspěvek uvádí několik situací, kde využití sadebního materiálu větších dimenzí může být smysluplné, což bylo ověřeno předchozími šetřeními nebo zkušenostmi v rámci experimentálních a poloprovozních výsadeb. Náš tým pracoval s tzv. poloodrostky a odrostky nové generace (PONG), které se vyznačují vysoce kvalitním kořenovým systémem.

Stručná charakteristika poloodrostků a odrostků nové generace

Poloodrostky a odrostky nové generace představují prostokořenný sadební materiál listnatých dřevin s výškou nadzemní části ca 100 až 150 cm, který bychom dle terminologie ČSN 48 2115 (ÚNMZ 2012) v aktuálním znění řadili do kategorie větších poloodrostků a menších odrostků. Rostliny jsou při produkci PONG pečlivě selektovány a je jim intenzivně upravován kořenový systém, a to buď podřezáváním na záhonu nebo ručním stříhem během školkování. Velmi častá je kombinace obou typů zásahu. Běžný je postup, kdy jsou do procesu pěstování PONG zařazovány elitní dvouleté podřezávané sazenice (1–1), které se následně školkují do potřebného sponu. Upravována je podle potřeby i nadzemní část. Detailnější informace a postupy produkce PONG jsou uvedeny v certifikované metodice (BURDA *et al.* 2015). Cena sadebního materiálu typu PONG se pohybuje ca od 30 do 50 Kč za ks bez DPH podle dřeviny a konkrétní dimenze (cenové relace k roku 2022 po započtení výrazného nárůstu cen paliva energií a dalších vstupů v tomto roce). Intenzivně zapěstovaný kořenový systém PONG je rozměrově kompaktní a soustředěný pod kmínek. Nevyžaduje tedy hloubení velkých sadebních jamek. Pokud jsou jamky kopány ručně, dostačují obvykle rozměry 30 × 30 × 30 cm pro odrostky (KUNEŠ *et al.* 2020). Pokud jsou jamky vrtány půdním jamkovačem, stačí zpravidla průměr vrtáku 25 cm. U poloodrostků mohou být rozměry jamek adekvátně menší. Platí zásada, že kosterní kořeny by neměly být o stěny a dno jamky ohnuty (deformovány).

Diversifikace mladých smrkových porostů založených na bývalých imisně-kůrovcových holinách

Poznátky z na náhorního plata Jizerských hor na severu Čech

Nasazení PONG se osvědčilo při výsadbách (prosadbách) do smrkových kultur. Smrkové kultury byly vysazeny na konci 80. let a na začátku 90. let 20. století na náhorním platu hor v nadmořských výškách ca 800 až 1000 m na kyselých stanovištích (CHS 72). Testování PONG započalo v roce 2005 a ve větší míře se rozběhlo od roku 2007, kdy PONG začaly být uplatňovány v rámci systému tzv. prosadbových a podsadbových center. Předchozí výsadby listnáčů a jedle, které se provozně realizovaly v průběhu 90. let 20. století, totiž vesměs neuspěly.

Důvodů neúspěchu výsadeb druhové příměsi do smrkových kultur na náhorním platu hor na konci předchozího milénia bylo několik. Rozsáhlé imisní holiny s nezapojenými kulturami v horských polohách vykazovaly extrémní klima, na než byly některé cílové listnáče, především buk lesní (*Fagus sylvatica*) a klen horský (*Acer pseudoplatanus*) (BALCAR and PODRÁZSKÝ 1995; BALCAR and KACÁLEK 2008a) i jehličnatá jedle bělokora (*Abies alba*) velmi citlivé (BALCAR and KACÁLEK 2008b). Stanoviště imisních holin byla masivně kolonizována třtinou chloupkatou (*Calamagrostis villosa*), která sice zabránila rychlé erozi půdy a příznivě působila na půdní chemismus (FIALA *et al.* 2005), ale představovala také velmi houževnatého konkurenta pro lesní dřeviny. Navíc vytvářela vhodný biotop pro některé hlodavce, především hraboše mokřadního, který ve svých gradacích způsoboval vážné škody na listnatých výsadbách (FLOUSEK 1999). Ale rozhodujícím faktorem, který způsobil neúspěch výsadeb listnáčů a jedle, byly vysoké stavy spárkaté zvěře, především srnce obecného (*Capreolus capreolus*) a jelena evropského (*Cervus elaphus*), a nedostatečná míra ochrany kultur proti škodám touto zvěří.

Filosofie testování a poloprovozního nasazení PONG v první a druhé dekádě nového milénia se snažila poučit z některých chyb, k nimž v 90. letech 20. století došlo. Musela také reflektovat, že smrkové výsadby si v tu dobu již vytvořily výškový náskok a začaly intenzivně přirůstat.

Z hlediska pěstebně technického bylo prvním důležitým předpokladem úspěchu při vnášení druhové příměsi zvýšení míry ochrany listnatých výsadeb a jedle proti zvěři. S ohledem na plošný rozsah mladých smrkových porostů bylo jasné, že není možné ochranu příměsi zajistit plošně. V podmínkách náhorního plata proto začal být uplatňován systém tzv. prosadbových a podsadbových center (KUNEŠ *et al.* 2011), který v sobě zahrnoval oplocenky, jež byly v některých případech doplněny tzv. prosadbovými lemy. V prosadbových lemech byly výsadby duhové příměsi chráněny jednotlivě v plastových chráničích, případně v oplůtcích.

V prosadbových centrech pak docházelo obvykle ke kombinované výsadbě PONG a sadebního materiálu běžné obchodní velikosti. Hustota výsadeb či prosadeb v oplocenkách byla vyšší než v prosadbových lemech (obrázek 1). Prosadbová a podsadbová centra byla rozmístěna po diverzifikovaných porostech v systému, který zajistil dobrou dostupnost těchto center kvůli nutným kontrolám a údržbě a současně umožnil přibližně rovnoměrné pokrytí porostů obohacených těmito diverzifikačními prvky. Jednotlivá centra byla v systému propojena koridory tvořenými příměsí v individuálních ochranách.

Hlavní myšlenkou použití PONG při prosadbách v Jizerských horách byla snaha o maximalizaci kvality vnášeného listnatého sadebního materiálu a zvýšení pravděpodobnosti, že rostliny zvládnou kritické iniciální období prvních let po své výsadbě na stanoviště.



Obrázek 1: Interiér prosadbového centra s jeřábem ptačím (*Sorbus aucuparia*) vysazeným jako PONG v údolí Jizerky v Jizerských horách, které je jednou z nejdrušnějších mrazových lokalit v Čechách. Stav 9 let po založení centra (Foto: Ivan Kuneš).

Potřeba zajistit co největší ujímavost, byť za cenu vyšších výdajů za vyspělý sadební materiál, vystupovala do popředí především v kontextu vysokých nákladů na ochranu vnášené příměsí před zvěří. Právě náklady spojené s ochranou listnatých sazenic a jedle (oplocení, plastové chrániče, oplůtky) představovaly hlavní položku nákladů prosadeb a podsadeb. Tyto náklady musely být vynaloženy, ať už se sázely PONG nebo klasická sazenice. Je třeba nicméně uvést, že při výsadbách do oplocenek na horách je třeba zprvu stabilizovat PONG vyvázáním ke kůlům, což je nákladová položka spojená s PONG, která sadebního materiálu běžných dimenzí odpadá. Smyslem nasazení PONG bylo uplatnit sadební materiál, který by byl dostatečně silný a vyspělý, aby zvládl výsadbu na ekologicky exponovaná stanoviště, aby byl schopný odolat konkurenci buřeneš a udržet si postavení v rychle odrůstajících smrkových porostech (samozřejmě za účinné podpory prostřednictvím pěstebních opatření a kontinuálního úsilí redukovat stavy spárkaté zvěře).

Poloodrostky a odrostky nové generace rozhodně neměly a nemají nahradit používání sadebního materiálu obvyklé velikosti, ale běžný sadební materiál doplnit. Cílem uplatnění PONG v systému prosadbových a podsadbových center bylo kombinování předností a kompenzování slabin, které běžné semenáče a sazenice i poloodrostky a odrostky v daném prostředí mají.

Podsadby akátových porostů

Předběžné poznatky z výukového a demonstračního objektu Katedry pěstování lesů v Praze Modřanech

V pražských lesích v současné době probíhají postupné přestavby akátových porostů na porosty s přírodě bližší druhovou skladbou. Akátová stanoviště jsou typická velmi specifickou přízemní vegetací, která profituje z dostatku dusíku dodávaného akátem. Velmi často v ní dominuje ostružiník (*Rubus fruticosus* agg.), který představuje silnou konkurenci pro výsadby lesních dřevin, kterými se akátové porosty v rámci přestaveb podsazují.

Z pohledu podsadby akátových porostů bylo žádoucí zodpovědět otázku, zda na daných stanovištích budou PONG odrůstat lépe, nebo hůře než sadební materiál běžných dimenzí. Z jedné strany totiž mají PONG větší výsadbovou výšku a jsou celkově robustnější, což může být výhodou proti agresivní buňení v akátovém podrostu. Z druhé strany kořenové systémy PONG musejí být schopny pokrýt nároky na vodu pro podstatně větší nadzemní část, než tomu je u běžného sadebního materiálu. I když jsou kořenové systémy PONG bohaté na jemné svazčité kořeny, vysychavost akátových stanovišť v Praze představuje obecně značný problém pro obnovu lesa a může představovat riziko pro větší sadební materiál.

Experiment byl založen na lokalitě Lipiny na Cholupickém vrchu v Praze Modřanech. Přestavovaný dospělý porost se skládá z nepůvodních dřevin, jako je trnovník akát (*Robinia pseudoacacia*), dub červený (*Quercus rubra*) a borovice černá (*Pinus nigra*) se zastoupením zdomácnělého modřínu opadavého (*Larix decidua*) a stanovištně původního jasanu ztepilého (*Fraxinus excelsior*) a dubu zimního (*Quercus petraea*).

Pro podsadby byla zvolena lípa srdčitá vypěstovaná jako (a) prostokořenné sazenice a (b) v parametrech PONG, konkrétně v dimenzích odpovídajících poloodrostkům. Lípa srdčitá byla zvolena s ohledem na svou širokou ekologickou valenci a schopnost růstu v zástínu. Také odkazuje na historické pojmenování lokality, kde přestavba probíhá (Lipiny). Do experimentu byly zahrnuty sazenice (pěstební vzorec 0,5-0,5) a poloodrostky (pěstební vzorec 0,5-0,5+1). Výsadba byla provedena vrtanou jamkovou sadbou za pomoci jednomužného přenosného motorového jamkovače.

Výsledky srovnání po dvou letech od založení hovořily mírně ve prospěch PONG. Dvě vegetační období po založení dosahovala ujímavost sazenic hodnoty 92,6 % a ujímavost poloodrostků (PONG) byla 94,6 %. Za dvě vegetační období (2020 a 2021) dosahoval absolutní výškový přírůst sazenic průměrně 17,3 cm, u PONG to bylo 24 cm. Za stejné období činil tloušťkový přírůst sazenic 2,2 mm a tloušťkový přírůst PONG 2,9 mm. Rozdíl ve výškovém přírůstu i tloušťkovém přírůstu byl mezi sazenicemi a PONG statisticky průkazný.

Využití PONG na rekultivovaných stanovištích po těžbě písku

Poznatky z lokality Planá nad Lužnicí v jižních Čechách

Experimentální plocha se nachází v místní pískovně Hůrka poblíž obce Planá nad Lužnicí na již vytěženém prostoru, který je pokryt navážkou pocházející z odbahňování rybníku Jordán v Táboře (obrázky 2 a 3). Výsadba v rámci experimentu proběhla po ukončení půdních rekultivačních činností na podzim 2014. Vysazovanými druhy dřevin byl dub letní (*Quercus robur*) a lípa srdčitá (*Tilia cordata*). Použitý sadební materiál u obou dřevin byly prostokořenné sazenice a PONG. Výsadba byla provedena do vrtaných jamek hloubených za pomoci jednomužného přenosného motorového jamkovače se spirálovým vrtákem.



Obrázek 2: Experimentální výsadba lípy srdčité (*Tilia cordata*), která byla založena v rekultivované pískovně Hůrka u Plané nad Lužnicí na podzim 2014. Výsadba sloužila k porovnávání prosperity poloodrostků a odrostků nové generace (PONG) a sadebního materiálu běžné velikosti. Snímek zachycuje výsadbu v létě 2015 uprostřed prvního vegetačního období po výsadbě. Na snímku je vidět bílý stožár s teplotními čidly měřícími teplotu vzduchu v různých výškových úrovních nad terénem a rovněž ve svrchní vrstvě půdy (Foto: Ivan Kuneš)

Pět let od výsadby sadební materiál větších dimenzí (PONG) u lípy srdčité vykazoval oproti klasickému sadebnímu materiálu (sazenicím) nižší míru mortality. Mortalita dubu letního byla marginální v případě obou typů sadebního materiálu, což lze přisoudit lepší kompatibilitě dubu s lokálními podmínkami stanoviště oproti nárokům lípy srdčité.

Sadební materiál větších dimenzí také vykazoval vyšší hodnoty přírůstků, a to jak výškového, tak i tloušťkového. Velký sadební materiál (PONG) odrůstal v průběhu prvních pěti let po výsadbě ca o 15–35 % rychleji.



Obrázek 3: Odrostky lípy srdčité (*Tilia cordata*) v individuálních ochranách v rekultivované písčově Hůrka u Plané nad Lužnicí v roce 2015. Jedná se o starší odrostky nové generace, které nebyly součástí měřených výsadeb a tvořily prosadbový lem pokusných ploch vložených do mladých kultur borovice lesní (*Pinus sylvestris*). Na snímku dr. Martin Baláš (Foto: Ivan Kuneš).

Závěry a zkušenosti

Poloodrostky a odrostky nové generace jsou sadebním materiálem určeným do specifických podmínek, jako jsou zabuřené stanoviště a mrazové lokality.

V těchto výše uvedených podmínkách PONG nemají nahradit využití sadebního materiálu běžných dimenzí. Mají použití semenáčků a sazenic doplnit.

S výhodou lze PONG použít pro vnášení druhové příměsi do existujících uniformních porostů formou prosadeb a podsadeb. Využití je možné i pro postupné přestavby porostů nepůvodních dřevin.

V každém případě je třeba listnaté prosadby a podsadby realizované prostřednictvím PONG chránit proti poškození zvěří.

Na lokalitách bohatých na sníh je třeba pro PONG vysazené do oplocenek zajistit stabilizaci, která brání poškození sadebního materiálu sněhem a námrazou.

Poděkování:

Príspevek vznikl díky zkušenostem s poloodrostky a odrostky nové generace postupně získávaným při řešení projektů NAZV QH92087 Funkční potenciál vybraných listnatých dřevin a jejich vnášení do jehličnatých porostů v Jizerských horách, NAZV QJ1220331 Technologie produkce listnatých poloodrostků a odrostků nové generace v lesních školkách a užití tohoto typu sadebního materiálu při obnově lesa, NAZV QK22020045 Potenciál geograficky nepůvodních druhů dřevin v lesním hospodářství ČR, TAČR TA04021671 Zakládání a obnova lesa na rekultivovaných a ekologicky specifických lesních stanovištích a využití poloodrostků a odrostků nové generace a dále díky podpoře hl. m. Prahy formou projektu č. DOT/54/12/013696/2018 Zřízení výzkumného a demonstračního objektu pro přestavby akátových porostů.

Literatura

- BALCAR V. (1998). Obnova lesů v Jizerských horách [Reforestation of the Jizerské hory Mts.] Lesnická práce 77, (9): 338–340
- BALCAR V. and KACÁLEK D. (2008a). European beech planted into spruce stands exposed to climatic stresses in mountain areas. Austrian Journal of Forest Science 125, (1): 127–138
- BALCAR V. and KACÁLEK D. (2008b). Growth and health state of silver fir (*Abies alba* Mill.) in the ridge area of the Jizerské hory Mts. Journal of Forest Science 54, (11): 509–518
- BALCAR V. and PODRÁZSKÝ V. (1995). Zvýšení vitality kultur lesních dřevin aplikací horninových mouček při obnově lesa na kalamitních holinách Jizerských hor [Vitality improvement of forest tree plantations by application of milled rocks on calamity clearcuts in the Jizerské Mts.]. Zprávy lesnického výzkumu 40, (3–4): 44–49
- BURDA P., NÁROVCOVÁ J., NÁROVEC V., KUNEŠ I., BALÁŠ M. and MACHOVIČ I. (2015). Technologie pěstování listnatých poloodrostků a odrostků nové generace v lesních školkách [Technology for production of new generation semisaplings and saplings of broadleaves in forest nurseries]. VÚLHM, Jíloviště Strnady. 56 p
- FIALA K., TŮMA I., HOLUB P. and JANDÁK J. (2005). The role of Calamagrostis communities in preventing soil acidification and base cation losses in a deforested mountain area affected by acid deposition. Plant and Soil 268: 35–49

- FLOUSEK J. (1999). Hraboš mokřadní (*Microtus agrestis*) a lesní hospodářství v Krkonoších [Field vole (*Microtus agrestis*) and forest management in Giant Mts.]. In *Obnova a stabilizace horských lesů* [Regeneration and stabilisation of mountain forests], Bedřichov, Jizera Mts., Czech Republic 1999. Ed M. SLODIČÁK. pp 49–53.
- KUNEŠ I., BALÁŠ M. and LÁNSKÝ P. (2020). Structural and Tree Species Diversification as a Challenging Task in Forests of the Air-polluted Jizera Mountains, Czech Republic. *Mountain Research and Development* 40, (2): D8–D16. doi:<https://doi.org/10.1659/MRD-JOURNAL-D-19-00059.1>
- KUNEŠ I., BALÁŠ M., MILLEROVÁ K. and BALCAR V. (2011). Vnášení listnaté příměsi a jedle do jehličnatých porostů Jizerských hor (uplatněná certifikovaná metodika č. 231921/2011-MZE-16222/M28). ČZU a VÚLHM, Praha a Jíloviště. 44 p
- ÚNMZ (2012). ČSN 48 2115 Sadební materiál lesních dřevin [Czech Technical Standard: Planting Stock of Forest Tree Species]. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví (ÚNMZ), Praha. 24 p

Kontaktní adresa

doc. Ing. Ivan Kuneš, Ph.D.
Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta lesnická a dřevařská, katedra pěstování lesů
Kamýcká 129
65 00 Praha-Suchdol, ČR
e-mail: kunes@fld.czu.cz

PĚSTOVÁNÍ VYBRANÝCH KULTUR ZELENEHO HNOJENÍ V LESNÍCH ŠKOLKÁCH

Jarmila Nárovcová, Přemysl Němec

Abstrakt

Příspěvek popisuje zkušenosti s pěstováním kultur zeleného hnojení na písčitých či hlinito-písčitých půdách lesních školek v České republice. Pro dlouhodobé zajištění úrodnosti dílčích školkařských polí, při pěstování prostokořenných semenáčků či sazenic lesních dřevin tradičním způsobem na minerální půdě, jsou doporučeny postupy pravidelného zařazování kultur zeleného hnojení. Příspěvek přibližuje význam a zařazení kultur zeleného hnojení a seznamuje se zkušenostmi s pěstováním vybraných kultur zeleného hnojení v podmínkách lesního školkařství v České republice.

Klíčová slova

lesní školky; kultury zeleného hnojení; péče o půdu

Úvod

Publikovaný příspěvek představuje alternativní řešení vnášení humusotvorných organických látek do půd lesních školek v podobě pravidelného pěstování kultur zeleného hnojení (dále v textu je používána zkratka ZH). Doporučení pěstování vybraných kultur ZH na půdách lesních školek vycházejí z řešení výzkumných projektů Technické agentury České republiky (projekty identifikačních kódů TA04021467 a TH04030346), jež se uskutečnila ve školkařském zázemí Výzkumné stanice Opočno (Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i.) a na pozemcích společnosti LESOŠKOLKY s. r. o. Řečany nad Labem v letech 2014 – 2022.

Význam pěstování kultur zeleného hnojení v lesních školkách

Zelené hnojení je charakterizováno jako záměrné pěstování plodin za účelem jejich zaorání do půdy jako zdroje organické hmoty pro tvorbu humusu. Účinky zeleného hnojení jsou mnohostranné a lze je charakterizovat např.:

- pokryv půdy brání větrnému odnosu nejjemnějších částí půdy či smyvu horní části ornice v případě vyšších srážkových úhrnů,
- hloubka prokořenění kulturami ZH (prokořenění do nižších vrstev než pěstované lesní dřeviny) dokáže provzdušnit spodní vrstvy půdy a kořenové systémy vynášejí zpět do oběhu vyplavené živiny,
- zaoraná organická hmota slouží jako zdroj humusotvorných látek, napomáhá k obnově či podpoření mikroedafonu (bakterie, houby, sinice, aj.) při rozkladu organické hmoty,
- uložené živiny v rostlinách ZH jsou po zaorání a rozkladu k dispozici následně pěstovaným lesním kulturám,
- množství svazčitých kořenů kultur ZH přispívá k obnově drobtovité struktury půd,
- slouží jako přerušovač pěstování monokultur jehličnatých či listnatých druhů dřevin,
- pokryv kultur ZH potlačuje růst plevelů,
- zařazování účelových kultur ZH do osevních postupů lesních školek umožní využít tento časový úsek k realizaci např. dosycovacího základního hnojení půdy fosforem, draslíkem či hořčíkem, nebo k úpravě hodnot půdní reakce na školkařských polích vápněním.

Zařazení pěstování kultur zeleného hnojení v podmínkách lesních školek

U tradičního obhospodařování půd lesních školek bývalo zařazování plodin ZH zcela běžnou součástí pěstebních postupů, kdy jejich pěstování příslušné dobové direktivy (z let 1963, 1964) vyžadovaly. Jedna pětina až jedna třetina produkčních ploch se ve školkách každoročně vylučovala z produkce za účelem tzv. meliorace půdy. V současném komerčně orientovaném intenzivním lesním školkařství se doporučuje kultury ZH zařazovat do sledu pěstebních osnov alespoň po dvou hlavních pěstebních cyklech, tj. nejpozději po pěti letech.

Pěstování účelových kultur ZH je možné po celé nebo pouze po část vegetačního období podle toho, jak jsou pěstební plochy uvolněny z pěstování hlavních kultur, tj. z pěstování semenáčků a sazenic lesních dřevin. Při záměrném vyřazení školkařských polí po dobu jednoho roku z produkce lesních dřevin byly v provozních podmínkách úspěšně ověřeny následující modelové sledy kultur ZH:

(1) Trojí produkce (rotace) kultur zeleného hnojení

Jedná se o intenzivní využívání kultur ZH s primárním cílem doplnění čerstvé rostlinné hmoty do půdy. Předpokladem k úspěšnému dokončení tří rotačních kultur ZH je včasný výsev první rotace do poloviny dubna, výsev druhé a třetí rotace pak navazuje ihned po zapracování rostlinné organické hmoty do půdy. Dále pak jsou podmínkou možnost zavlažování výsevů v období vláhového deficitu, resp. zemědělského sucha a také dostupnost volné kapacity potřebných mechanizačních prostředků včetně jejich obsluhy. Kultury jsou zaorávány v období kvetení, doba jejich pěstování činí cca 2 měsíce. Příkladem trojí produkce ZH v jednom roce může být například

- jarní výsev hrachu, pelušky nebo žita setého (v termínu mezi 10. – 20. dubna),
- letní výsev čiroku súdánského (v termínu 20. – 30. června) a
- pozdně letní výsev hořčice bílé nebo svazenky vratičolisté (v termínu 20. – 30. srpna).

(2) Dvojitá produkce kultur zeleného hnojení v kombinaci s černým úhorem

Jedná se o dvě následné rotace kultur ZH na témže pěstebním bloku a v mezidobí, tj. před, mezi nebo po 2. výsevu kultur ZH, je na půdě realizován černý úhor (úhorování). Dvojitá produkce kultur ZH je doporučována pokud preferujeme mechanickou likvidaci plevelů.

(3) Jedna produkce kultur zeleného hnojení v kombinaci s černým úhorem

Uplatnění na školkařských polích s enormním tlakem vytrvalých plevelů, které lze chemicky i mechanicky úspěšně eliminovat. Jeden výsev kultury ZH významněji nedoplňuje organickou hmotu do půdy, navíc období černého úhoru vystavuje školkařské pole větrné i vodní erozi, dochází k přehřívání půdy a k dalším nežádoucím jevům.

(4) Jedna produkce kultur zeleného hnojení s pravidelným mulčováním nadzemní hmoty

Optimální je výsev jednoděložných kultur, například žita setého v jarním období za dostateku vláhy, při nárůstu porostu do výšky cca 60 cm se provede jeho mulčování. Jednoděložné plodiny rychle regenerují, proces mulčování lze zopakovat několikrát v průběhu vegetační sezony. Mechanicky jsou eliminovány nežádoucí dvouděložné plevelné druhy a půda je současně chráněna před negativními erozními jevy.

Vybrané kultury zeleného hnojení v lesních školkách

Hrách setý (*Pisum sativum* L.)

Luskovina prokořeňuje až do hloubky 1 m a vytváří množství nadzemní i kořenové biomasy. Na kořenech se rozvíjejí hlízkové bakterie poutající vzdušný dusík a přispívající ke zvýšení obsahu

dusíku v půdě. Hrách je možné pěstovat v celém spektru půd, kromě půd kyselých. Ve vyšších polohách je obměňován hrachem rolním – peluškou (*Pisum sativum L., ssp. arvense* [L.] A. Gr.). Před výsevem je půda zkyprěna do hloubky 6 cm, výsev secím strojem při výsevové dávce 250 – 300 kg. Neosvědčil se výsev přívěsem na diskových branách, kdy je osivo položeno na povrch půdy a je sezobáno ptactvem. Chemická likvidace jedno i dvouděložných plevelů v preemergentní či postemergentní aplikaci, dle spektra přípravků pro zemědělství. Hnojení NPK hnojiv v dávce 50 kg N/ha v období výšky porostu cca 10 až 20 cm. Porost následně dorůstá do výšky 100 cm a v období kvetení je zaorán. Průměrná produkce organické hmoty hrachu setého činila 19 t čerstvé organické hmoty/ha, což odpovídalo 3,4 t sušiny/ha. Chemické analýzy rostlin přiblížily množství živin poutaných v zaorávané organické hmotě: 187 kg N/ha, 11 kg P/ha, 95 kg K/ha, 50 kg Ca/ha a 13 kg Mg/ha. Přímé náklady na 1 ha při pěstování hrachu (ceny roku 2021) dosáhly 15 000,- Kč.

Čirok (*Sorghum Adams*)

Při relativně nízkých nárocích na půdní vláhu v letním období vykazuje schopnost vysoké produkce nadzemní i kořenové biomasy. Pěstování je možné i v aridních oblastech, kde úhrn ročních srážek dosahuje 400 – 700 mm, je plodinou velmi dobře snášející suché podmínky, naopak neprosperující na vlhkých a přemokřených stanovištích.

Provozně byl pěstován kříženec čiroku se súdánskou trávou 'Gardavan' (*Sorghum bicolor x sudanese*), jež se vyznačuje menšími nároky na teploty při klíčení a je vhodný i pro výše položené oblasti (až do 600 m n. m.). Čirok je citlivý na mráz, výsev je možné realizovat až v měsících květnu a červnu, se zařazením čiroku do druhého sledu kultur ZH. Výsevné množství osiva čiroků činí 30 kg/ha. Pro výsev můžeme zvolit secí stroje pro výsev obilnin, stroje na přesný výsev kukuřice, nebo přívěs na diskových branách s hloubkou setí cca 1 – 2 cm. Chemická likvidace jedno i dvouděložných plevelů v preemergentní či postemergentní aplikaci, dle spektra přípravků pro zemědělství. Čirok je plodina velmi náročná na příjem živin, přihnojení bylo realizováno ve fázi výšky porostu do 10 cm, a to v dávce 50 kg č.ž. N/ha komplexního hnojiva. Výška porostu v době kvetení je 100 – 180 cm, problematickým bývá zaorání organické hmoty do půdy. Průměrná produkce organické hmoty čiroku činila 37 t čerstvé organické hmoty/ha, což odpovídalo 7 t sušiny/ha. Přímé náklady na 1 ha při pěstování čiroku (ceny roku 2021) dosáhly 14 600,- Kč.

Žito seté (*Secale cereale L.*) a oves jarní (*Avena sativa*)

Tyto obilniny prosperují v podhorských i horských oblastech a vykazují toleranci ke kyselým i k lehčím písčítým půdám.

V podmínkách písčitých půd byla v letech 2015 až 2021 testována diploidní odrůda 'Bojko', výsevek 200 až 240 kg/ha. Jarní příprava půdy zahrnuje urovnání povrchu smykem a nakypření půdy branami do úrovně hloubky setí, tj. 4 cm. Setí do řádků i na široko přívěsem na diskových branách, výsev lze realizovat od měsíce března do července. Chemická likvidace jednoděložných i dvouděložných plevelů v preemergentní či postemergentní aplikaci, dle spektra přípravků pro zemědělství. Hnojení NPK hnojiv v dávce 50 kg N/ha v období výšky porostu cca 10 cm. Porost následně dorůstá do výšky 120 cm a v období metání je zaorán. Průměrná produkce organické hmoty žita činila 33 t čerstvé organické hmoty/ha, což odpovídalo 9 t sušiny/ha. Přímé náklady na 1 ha při pěstování žita (ceny roku 2021) dosáhly 13 850,- Kč.

Oves se vyznačuje rychlým růstem a dobře vyvinutými kořeny. Je možné jej použít i ve směskách, kde plní podpůrnou funkci. Jarní příprava půdy zahrnuje urovnání povrchu smykem a nakypření půdy branami do úrovně hloubky setí. Při výsevu ovsa pomocí přívěsu diskových bran se používá zvýšená výsevová dávka 200 kg/ha, při požití zemědělských secích strojů pak 150 kg/ha. Oves je možné vysévat od března do července. Chemická likvidace jednoděložných i dvouděložných

plevelů v preemergentní či postemergentní aplikaci, dle spektra přípravků pro zemědělství. Hnojení NPK hnojivy v dávce 50 kg N/ha v období výšky porostu cca 10 cm. Porost následně dorůstá do výšky 60 až 80 cm a v období metání je zaorán. Průměrná produkce organické hmoty žita činila 19 t čerstvé organické hmoty/ha, což odpovídalo 3,4 t sušiny/ha. Přímé náklady na 1 ha při pěstování ovsa (ceny roku 2021) dosáhly 13 050,- Kč.

Hořčice bílá (*Sinapis alba* L.) a svazenka vratičolistá (*Phacelia tanacetifolia* Benth.)

Preference vychází z tradiční role kultur zeleného hnojení a jejich prosperity v nížinných i podhorských oblastech.

Hořčice bílá (*Sinapis alba* L.) je původem ze Středomoří a od středověku se pěstuje v monokultuře na polích jako olejnína. Hořčice neprosperuje v kyselých půdách, tyto je nutné před pěstováním hořčice vápnit. Přípravy půdy použitím těžších bran s následnou preemergentní aplikací herbicidů. Výběr osiva zahrnuje odrůdy odolné vůči poléhání, např. odrůda 'Severka'. Při pěstování hořčice je vždy třeba dbát na účinnou ochranu proti dřepčikům, neboť ti dokáží vzcházející porosty zcela zdecimovat, dvojí aplikace povolených insekticidních přípravků se jeví jako nezbytnost, první (profylaktické) ošetření porostů se provádí již ve fázi děložních lístků. I s ohledem na poškození vzcházejících rostlin dřepčiky je dávka osiva až 30 kg/ha ha při užití řádkových secích adaptérů. Hořčici je možné vysévat od března do září, Vzcházející porosty mohou být poškozovány mrazy, v podmínkách nížinných poloh ČR bývá optimálním termínem výsevu prvního sledu zeleného hnojení období mezi 20. březnem a 10. dubnem. Velmi dobré jsou zkušenosti se zařazením hořčice v průběhu celé vegetační sezony (tj. se zařazením do prvního, druhého či třetího sledu kultur ZH). I při zařazení do třetího sledu plodin (s výsevem hořčice v červenci a srpnu) hořčice dokáže vytvořit dostatečné množství rostlinné hmoty pro zaorání. Chemická likvidace jednoděložných i dvouděložných plevelů v preemergentní či postemergentní aplikaci, dle spektra přípravků pro zemědělství. Hnojení NPK hnojivy v dávce 50 kg N/ha v období výšky porostu cca 10 cm. Průměrná produkce organické hmoty činila 35 t/ha, což odpovídalo 3,6 t sušiny/ha. Přímé náklady na 1 ha při pěstování hořčice (ceny roku 2021) dosáhly 12 700,- Kč. Pro včely a jejich chovatele má hořčice nemalý význam, neboť včelám poskytuje nektar i pyl.

Svazenka vratičolistá (*Phacelia tanacetifolia* Benth.)

Svazenka je významnou, oblíbenou a atraktivní rostlinou pro zakládání porostů účelových plodin v lesních školkách. Vysévat ji lze v jarní, v letní i v pozdně letní fázi vegetačního období, vykazuje flexibilitu k výchozí úrovni půdní úrodnosti. Kromě mnohostranných rolí kultur ZH poskytuje svazenka dostatek nektaru a pylu pro včely a je také nabízí významnou ozdobnou funkci v krajině. Vzhledem k mělkému setí je vzcházení svazenky závislé na vlhkosti půdy. Při zařazení svazenky do třetího sledu se vždy osvědčilo použití doplňkových závlah, a to zpravidla nejméně po dobu prvních 3 týdnů po výsevu. Pokud se závlaha nezajistí, pak v období přisušků porost dlouho a nepravidelně vzchází. Ověřovaný způsob setí přísevem na diskových branách vyžadoval výsevovou dávku 20 kg osiva/ha, při použití zemědělských secích strojů byla obvyklá výsevová dávka 15 kg osiva/ha, hloubka setí činí 1,0 – 2,5 cm. Chemickou ochranu herbicidy lze aplikovat pouze se selektivními herbicidy na jednoděložné plevele. Hnojení NPK hnojivy v dávce 50 kg N/ha v období výšky porostu cca 20 cm. Průměrná produkce organické hmoty činila 20 t/ha, což odpovídalo 3,3 t sušiny/ha.

Dedikace

Příspěvek je výsledkem řešení výzkumného projektu TH04030346 „Optimalizace systémů hnojení a hospodaření na půdách lesních školek – druhá etapa“, který v rámci 4. veřejné soutěže Programu

na podporu aplikovaného výzkumu a experimentálního vývoje EPSILON (Podprogram 3 – Životní prostředí) podporuje Technologická agentura České republiky.

Literatura

- DUŠEK V., NÁROVEC V. 1988. Optimalizace výživy sazenic pěstovaných na minerální půdě. [Dílčí závěrečná zpráva resortního výzkumného úkolu R-331-109/02/02]. Opočno, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti – Výzkumná stanice: 106 s.
- HŮLA J., JANEČEK M., KOVAŘÍČEK P., BOHUSLÁVEK J. 2003. Agrotechnická protierozní opatření. 1. vydání. Praha, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy: 48 s.
- JAVŮREK M., MIKANOVA O., VACH M., ŠIMON T. 2010. Význam půdoochranných technologií v rostlinné výrobě pro rozvoj půdní úrodnosti. Metodika pro praxi. Praha – Ruzyně, Výzkumný ústav rostlinné výroby: 29 s.
- LEDINSKÝ J. 1988. Úrodnost půd ve školkách a její udržení. Lesnická práce, 67 (5): 213–216.
- MAREŠ A. a kol. 1961. Zelené hnojení. 1. vydání. Praha, Státní zemědělské nakladatelství: 326 s.
- MAUER O. 1978. Využití odpadní kůry pro přímé hnojení. Lesnická práce, 57 (12): 532–534.
- NÁROVCOVÁ J., NÁROVEC V. 2014. Vývoj požadavků na půdy v lesních školkách. In: Pacovský M. (ed.): Malé lesní školky, ano či ne? Sborník referátů přednesených na odborném semináři středočeské regionální organizace SVOL v ČR. Jemniště, 10. 9. 2014. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce: 16–23.
- NÁROVEC V. 2006. Úrodnost půd ve vybraných lesních školkách. In: Foltánek V. (ed.): Aktuální problematika lesního školkařství České republiky v roce 2006. Sborník referátů. Třebíč, 7. – 8. 12. 2006. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce: 41–48.
- NÁROVEC V., NĚMEC P., NÁROVCOVÁ J. 2017. **Metodická doporučení pro diagnostiku půd v lesních školkách.** Certifikovaná metodika. Opočno, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti – Výzkumná stanice 2017. 28 s.
- PÁNKOVÁ B. 2021. Zemědělci jsou připraveni plnit cíle Zelené dohody, pokud budou férové, realistické a budou respektovat názory praxe. Zpravodaj Agrobaze (Informační noviny Agrární komory České republiky), květen 2021: s. 6.
- ROZSYPAL R. 2004. Meziplodiny a zelené hnojení. 1. vydání. Náměšť nad Oslavou, Spolek poradců v ekologickém zemědělství: 4 s. – Metodické listy č. 3. Dostupné online na World Wide Web z URL: <http://files.svaz-zen-v-zemedelstvi.webnode.cz/200000024-c0e29c2d62/ML03-Meziplodiny.pdf> [cit. 09-11-2021].

Kontakt

Ing. Jarmila Nárovcová, Ph.D.
Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Výzkumná stanice Opočno
Na Olivě 550, 517 73 Opočno
e-mail: narovcova@vulhmop.cz

Ing. Přemysl Němec
Lesoškolky s. r. o.
1. Máje 104, 533 13 Řečany nad Labem
e-mail: pn@lesoskolky.cz

VLIV VYBRANÝCH MELIORAČNÍCH HMOT NA STAV VÝSADEB LESNÍCH DŘEVIN NA ZALESNĚNÉ ZEMĚDĚLSKÉ PŮDĚ

Vilém Podrázský, Jan Svoboda, Jiří Záruba, Josef Gallo, Martin Baláš

Abstrakt

Na lokalitě Doubek, Černokostecko, byl sledován vliv provozem doporučených melioračních hmot, resp. Alginit a Humac, na iniciální vývoj výsadby vybraných introdukovaných dřevin: kaštanovníku setého (*Castanea sativa*), platanu (*Platanus x hispanica*) a lísky turecké (*Corylus colurna*). Výsadba prostokořenného sadebního materiálu byla provedena na podzim 2019, meliorační hmoty byly zapraveny mechanizovaně celoplošně před výsadbou. Stanovení výšek bylo provedeno na podzim let 2020 a 2021, výsledky ukazují poměrně nízký vliv použitých melioračních hmot na mortalitu a odrůstání sazenic, s výjimkou platanu. Role pečlivé výsadby a péče o sazenice od vyzvednutí po výsadbu je nezastupitelná, větší úspěch lze očekávat na extrémních stanovištích.

Klíčová slova:

Zalesnění zemědělských půd, meliorační hmoty, introdukované dřeviny, výškový přírůst

Úvod

Vznik rozsáhlých kalamitních holin s sebou nese požadavky na jejich opětovné zalesnění. V roce 2020 tak bylo obnoveno 40 286 ha, což představuje téměř dvojnásobek oproti běžnému stavu. Výměra holin v tomto roce dosáhla 2020 1,5 % porostní výměry, což představovalo 38 465 ha (Zpráva 2021). Tyto trendy pak přetrvávají do současnosti. Opětovně se tak objevuje myšlenka na využití různých přípravků, které mají zlepšit ujmavost, vitalitu a vývoj výsadby. Komerční sféra pak nabízí řadu materiálů, které mají zvýšit úspěšnost výsadby a do určité míry eliminovat dopady nevhodných postupů při zalesňování kalamitních holin. Aktuální je tak doložit vliv použití melioračních materiálů Alginit a Humac při zalesňování zemědělských půd na lokalitě Doubek. Zde byla založena řada experimentálních výsadby v reprezentativním designu, s využitím domácích i introdukovaných dřevin a jejich směsí. Jako meliorační materiály byly využity Alginit a Humac, doporučené praxí (Gallo et al. 2021a).

V prvním případě (Alginit) se jedná o sediment, vzniklý působením primitivních řas ze skupiny zelených řas, přesněji druhu *Botryococcus braunii*. Má přirozenou vlhkost, relativně nízkou hmotnost a také vysokou pórovitost. Alginit je tedy přírodní a ekologická surovina, nejsou v ní obsaženy žádné umělé přísady či chemikálie. Vytváří vhodné podmínky pro růst, optimalizuje pH půdy. V Alginitu je obsaženo vysoké množství humusu, který vznikl rozpadem řas. Jedná se o hnojivo s významným množstvím minerálních živin a stopových prvků.

Materiál Humac obsahuje účinné přírodní látky s vysokou koncentrací huminových kyselin, které jsou získány z oxihumolitu-leonarditu bez jakéhokoliv dalšího chemického zpracování. Je zde obsaženo 62 % huminových kyselin v sušině, 62 % uhlíku je v kyselinách. Hnojivo podporuje tvorbu humusu a stimuluje rozvoj mikroorganismů v půdě (Záruba 2020).

Cílem předkládaného příspěvku je první hodnocení vlivu výše uvedených látek na iniciální růst a vývoj výsadby vybraných introdukovaných dřevin na lokalitě Doubek, Černokostecko, respektive na mortalitu a výškový přírůst v prvním období od zalesnění zemědělské půdy. Zaměření na introdukované dřeviny je výsledkem úvahy, že domácí dřeviny nebudou ve všech případech schopny zajistit kvantitativně a kvalitativně produkci odpovídající dřevní suroviny (Podrázský 2019).

Metodika

Zájmové území se nachází v povodí středního Labe. Hydrologická síť okolí vybraného pozemku je tvořena malými vodními toky, které v údolních pozicích vytváří podmáčené části pozemků. Půdy jsou v těchto místech periodicky zamokřeny. Vybraná lokalita klimaticky spadá do oblasti

mírně teplé, okrsku mírně teplého a mírně vlhkého s mírnou zimou, pahorkatinového typu. Dlouhodobý normál z klimatické stanice Říčany prezentuje průměrnou roční teplotu 7,8 °C, průměrný roční úhrn srážek 623 mm. Relativně vyšší úhrn srážek se spolupodílel na vzniku částečně ilimerizovaných a v údolních pozicích oglejených typů půdy. Zájmové území je součástí pahorkatiny Říčanské v místech s četnými plochými úseky. Průměrná nadmořská výška je 400 m n. m. Plocha se nachází v přírodní lesní oblasti (PLO) 10 – Středočeská pahorkatina, přičemž na severu navazuje PLO 17 – Polabí (ÚHÚL 2019). Oblast je náchylná k výskytu vyšších průměrných teplot, jakož i suchých period.

Z geologického hlediska území spadá do oblasti nejsevernějšího výběžku Středočeského plutonu, budovaného žulami. Typickou horninou je hrubozrnná narůžovělá říčanská žula. Právě hrubozrnný rozpad žulových hornin dal vznik půdám kambizemního typu. Na vymezeném území jsou tyto půdy reprezentovány kambizemí modální (KAm) a kambizemí litickou (KAs), Malá část území vymezeného pro zalesnění je částečně pokryta slabou vrstvou pleistocenní středně těžké sprašové hlíny. V této části pozemku se nachází kambizemě luvičké (KA1). Mírný úpad v blízkosti zalesněné části je následně typickým představitelem půd s periodickým zamokřením a odpovídá zařazení do půdního typu pseudoglej modální (PGm). Hodnocení půdních typů bylo provedeno podle publikace Němeček et al. (2011).

Výsadby kaštanovníku setého (*Castanea sativa*), platanu (*Platanus x hispanica*) a lísky turecké (*Corylus colurna*) byly založeny na podzim 2019 výsadbou prostokořenných sazenic dodaných firmou Broukal, ve sponu 1,5x1,5 m. Meliorační hmoty byly zapraveny celoplošně podle doporučených dávek před výsadbou. Aplikace melioračních hmot byla provedena plošně (strojně rozmetání a zapravení do půdy), a to v hektarové dávce 1,5 t Alginitu a 1,0 t Humacu.

Výsadba se uskutečnila dodavatelským způsobem šterbiovou výsadbou na orné půdě, která byla dlouhodobě využívána zemědělsky, výsadby pak byly v r. 2020 a 2021 ošetřeny pouze ošlapáním při měření na podzim 2020 a 2021. Výšky jedinců byly měřeny na podzim roku 2021, kdy byla stanovena i výška v r. 2020. Data byla zpracována nejjednoduššími statistickými metodami v prostředí MS Excel.

Výsledky a diskuze

Předběžné výsledky šetření dokládají Tabulky 1 a 2. Mortalita byla v prvním roce poměrně nízká (Tabulka 1 vs. Tabulka 2), což indikuje kvalitní výsadbu a péči o sadební materiál. Také absence ožínání se v prvních dvou letech negativně neprojevila, mj. díky tomu, že se zde nevyskytovala typická lesní buřeň. Nebyly významné rozdíly v mortalitě jedinců mezi variantami, třebaže u kaštanovníku a platanu byla úmrtnost nejvyšší na kontrole. Na nízké mortalitě se také projevil poměrně příznivé klimatické podmínky v posledních letech (Gallo et al. 2017, 2020).

Tabulka 1: Doložená mortalita (ks) u výsadeb kaštanovníku, lísky a platanu

Varianta/dřevina	Kaštanovník	Líska turecká	Platan
Humac	17	11	16
Alginit	16	3	15
Kontrola	23	6	24

Na výškách ve sledovaných letech se projevil rozdílné parametry sazenic, sazenice lísky turecké byly podstatně menších rozměrů (Tabulka 2). Výšky výsadeb kaštanovníku byly v obou sledovaných periodách vyrovnané a průměrný přírůst výsadeb se nelišil, vliv melioračních hmot se tak ve výškovém růstu sazenic neprojevil. V případě lísky turecké byl významně nižší (vzhledem ke kontrole) přírůst na variantě Humac a vyšší na variantě Alginit. Přírůst výsadeb platanu se nelišil ve srovnání Humac vs. Kontrola, velmi významně byl vyšší na variatě s Alginitem. Lze tedy potvrdit, že aplikace Humacu se na stavu a vývoji kultur neprojevila, aplikace Alginitu vykazovala příznivé účinky v případě dvou dřevin. Z nich jeví výrazně nejvyšší tendenci přírůstu platan, výškové přírůsty lísky turecké a kaštanovníku setého se nelišily.

Tabulka 2: Výšky a přírůsty výsadeb kaštanovníku setého, platanu a lísky turecké na lokalitě Doubek v letech 2020 a 2021

Dřevina	Počet	H 2020	H 2021	Přírůst 2021
KS – Humac	104	45,17	73,26	28,1
KS – Alginit	114	44,48	71,66	27,2
KS - Kontrola	118	45,55	73,09	27,5
Líska t. – Humac	41	32,29	57,56	25,2
Líska t. – Alginit	49	32,47	69,71	37,2
Líska t. Kontrola	25	42,00	73,40	31,4
PT – Humac	114	57,13	112,07	54,9
PT – Alginit	128	67,28	148,86	81,6
PT - kontrola	116	55,91	108,93	53,0

Také další práce na relativně bohatých stanovištích prokázaly pouze mírné a dočasné účinky podobných melioračních látek, konkrétně Alginitu (Podrázský et al. 2015, Tužinský et al. 2015), přes poměrně výrazné změny v charakteru půd (Holubík et al. 2014). Na druhé straně, aplikace hnojiv vhodným způsobem vede k příznivějšímu stavu a vývoji výsadeb lesních dřevin (Gallo et al. 2021b). Předpokládá to analýzu půdních a výživových poměrů a výběr vhodné meliorační hmoty. Na relativně bohatých stanovištích nelze předpokládat příznivé účinky aplikace melioračních hmot schematickým způsobem.

Ve sledovaném období – konec září až počátek listopadu – byla řada sazenic poškozena myšovitými hlodavci (5 – 15 %) a pro celkový stav výsadeb byla zimní sezóna 2020/2021 kritická. Kvalitní oplocení vyloučilo škody zvěří spárkatou a zaječí, nicméně ohrazená lokalita je velmi dobrou základnou pro myšovitě, stahující se sem z okolních orných a lučních ploch. Negativním biotickým činitelem pro dřeviny na lokalitě jsou tedy zejména hlodavci, pravděpodobně se jedná o výskyt druhů hryzec vodní (*Arvicola amphibius* L.), hraboš mokřadní (*Microtus agrestis* L.) či hraboš polní (*Microtus arvalis* Pallas), případně kombinovaný výskyt těchto druhů. Buňen prozatím výrazné ohrožení nepředstavovala, přes svůj vitální vzrůst, sazenice byly ošetřeny pouze oslapaním před koncem vegetační sezóny.

Závěr

Dosavadní výsledky potvrdily určitý pozitivní vliv Alginitu na mortalitu lísky a platanu. Výškový přírůst byl pozitivně ovlivněn pouze u platanu v případě aplikace Alginitu. Na poměrně nízké účinnosti obou látek, které byly aplikovány, se podepsaly poměrně příznivé stanovištní i klimatické podmínky na sledované lokalitě a ve sledovaném období.

Poděkování: příspěvek vznikl v rámci řešení výzkumných projektů NAZV: QK1910232 Optimalizace dotačního titulu na zalesňování zemědělské půdy a QK22020045 Potenciál geograficky nepůvodních druhů dřevin v lesním hospodářství ČR.

Literatura

GALLO J., BALÁŠ, M., PODRÁZSKÝ, V. 2021a: Založení výzkumné plochy s exotickými dřevinami v lokalitě Doubek. In: Zalesňování zemědělských půd jako součást obnovy stabilní krajiny. Sborník příspěvků. Praha, Česká lesnická společnost, 2021, s. 34-40. ISBN 978-80-02-02938-0.

GALLO J., BALÁŠ M., LINDA R., KUNEŠ I. 2017: Growth performance and resistance to near-ground late frosts of *Fagus sylvatica* L. plantation treated by a brassinosteroid compound. Journal of Forest Science, 63(3): 117–125. ISSN: 12124834.

GALLO J., BALÁŠ M., LINDA R., KUNEŠ I. 2020: The effects of planting stock size and weeding on survival and growth of small-leaved lime under drought-heat stress in the Czech Republic. *Austrian Journal of Forest Science*, 137(1): 43–66.

GALLO, J., VACEK Z., VACEK S. 2021b: Quarter of a century of forest fertilization and liming research at the Department of Silviculture in Prague, Czech Republic. *Central European Forestry Journal*, 67 (3): 123–134. eISSN: 2454-0358, <https://doi.org/10.2478/forj-2021-0009>

HOLUBÍK O., PODRÁZSKÝ V., VOPRAVIL J., KHEL T., REMEŠ J. 2014: Effect of agricultural land afforestation and tree species composition on the soil reaction, total organic carbon and nitrogen content in the uppermost mineral soil profile. *Soil and Water Research*, 9(4): 192-200.

NĚMEČEK J. MÜHLHANSELOVÁ M., MACKŮ J., VOKOUN J., VAVŘÍČEK, D., VOVÁK P. 2011: Taxonomický klasifikační systém půd České republiky. 2. upravené vydání. Česká zemědělská univerzita Praha. 94 s. ISBN 978-80-213-2155-7.

PODRÁZSKÝ V. 2019: Přínosy a rizika pěstování introdukovaných dřevin v České republice. In: *Introdukované dřeviny – potenciál a rizika jejich pěstování*. Kostelec nad Černými lesy 24. června, ČLS 2019, s. 7 – 11.

PODRÁZSKÝ V., VOPRAVIL J., KUPKA I., HOLUBÍK O. 2015: Vliv Alginitu na počáteční růst a stav výsadeb lesních dřevin. In.: *Zalesňování zemědělských půd – produkční a environmentální přínosy*. H. Prknová (ed.), Kostelec nad Černými lesy 14. – 15. 5. 2015, Česká zemědělská univerzita v Praze 2015: 16 – 22.

TUŽINSKÝ M., KUPKA, I., PODRÁZSKÝ V., PRKNOVÁ H. 2015: Influence of the mineral rock alginite on survival rate and re-growth of selected tree species on agricultural land. *Journal of Forest Science*, 61(9): 399 – 405.

ÚHÚL 2019. Portál mapových informací. [online, cit. 30.4.2021]. Dostupné na:
<http://www.uhul.cz/mapy-a-data/katalog-mapovych-informaci>

ZÁRUBA J. 2020: Vývoj kultur lesních dřevin na lokalitě Předboj. Diplomová práce. Česká zemědělská univerzita, Praha, 76 s.

Zpráva o stavu lesů a lesního hospodářství České republiky v roce 2020. Praha, MZe 2021, 124s.

Kontakt

Prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc. KPL FLD ČZU v Praze, Kamýcká 129, Praha 6 – Suchbátka, CZ 165 21, podrazsky@fld.czu.cz

POUŽITÍ MYKORHIZNÍCH PŘÍPRAVKŮ PRO PŘEKONÁNÍ POVÝSADBOVÉHO ŠOKU U DŘEVIN NA BÝVALÉ ZEMĚDĚLSKÉ PŮDĚ V LOKALITĚ PRAHA – HORNÍ POČERNICE: PŘEDBĚŽNÉ VÝSLEDKY PO PRVNÍM VEGETAČNÍM OBDOBÍ

Martin Baláš, Václav Trojan, Josef Gallo, Ivan Kuneš, Vilém Podrázský

Abstrakt

Príspevek je zaměřen na podporu kultury lesních dřevin vysazených na bývalou ornou půdu prostřednictvím mykorhizní inokulace. Plocha byla založena na podzim 2020 a nachází se v lokalitě V Ladech, Praha – Horní Počernice. Vysazena byla pestrá směs zejména listnatých dřevin s dominancí dubu letního. Úkolem bylo otestovat komerčně dostupné mykorhizní přípravky Symbivit a Ectovit ve snaze o rychlejší překonání povýsadbového šoku, který se na zemědělských půdách obvykle dostavuje. Po prvním roce od vysazení se celková mortalita se pohybuje kolem 10 %. Vzhledem k vysokému výskytu suchých vrcholů je výškový přírůst u většiny druhů záporný. Nejlepší vitalitu má lípa, jilm a jasan, nejhorší douglaska, borovice a buk. Vliv mykorhizních přípravků Ectovit a Symbivit zatím není patrný, což bylo možné očekávat, neboť projevy mykorhizní inokulace se zpravidla projevují až po několika letech po aplikaci. Teprve v dalších letech bude možné vliv mykorhizních přípravků komplexně zhodnotit.

Klíčová slova

Ectovit, příměstské lesy, šok z výsadby, Symbivit, zalesňování nelesních půd

Úvod

Mykorhizou se rozumí symbiotický vztah houby a rostliny. Z původně parazitického vztahu, kdy houba napadala kořeny rostlin a využívala organické látky, se nakonec vyvinula vzájemně výhodná symbióza, kdy si rostlina a houba vyměňují látky, které daný účastník vztahu umí lépe získávat. Rostlina poskytuje organické látky, houba minerální živiny a vodu. Mykorhizní vztahy jsou v rostlinné říši velice běžné, nějaký druh mykorhizy má velká většina rostlin, dřeviny nevyjímaje. Bez mykorhiz sice rostlina může zpravidla existovat, ale její růst bude značně omezen a nemusí uspět v konkurenci v rámci daného ekosystému. Narušení mykorhizních vztahů tedy může způsobit nerovnováhu v ekosystému a může být příčinou zhoršeného zdravotního stavu až odumření dané rostliny či porostu (GRYNDLER et al. 2004). Konkrétně byl prokázán vztah mezi sníženou aktivitou mykorhiz a defoliací (žloutnutím) smrku ve vyšších polohách Krkonoš (PEŠKOVÁ, SOUKUP 2009).

Mykorhizy jsou známy a zkoumány již od první poloviny 20. stol. Do současné doby však nejsou všechny aspekty mykorhizních vztahů uspokojivě objasněny. Výsledky jsou velmi výrazně ovlivněny vlastnostmi daného prostředí (půdní podmínky, původní složení houbové synuzie v daném ekosystému apod.).

K přenosu a podpoře mykorhiz se používají inokulační přípravky, které obsahují příslušné druhy mykorhizních hub v různých fázích životního cyklu (nejčastěji spory), které jsou schopné osídlit cílové dřeviny. Na zdravém lesním stanovišti zpravidla umělá inokulace mykorhizními houbami nemá pro ujmavost a růst sazenic zásadní význam, naproti tomu na extrémních, degradovaných či jinak poškozených stanovištích se mykorhizace ukazuje jako důležitý biotechnologický prostředek k podpoře umělé obnovy. Mykorhizní inokulace je však dosti nákladná, proto při rozhodování o jejím použití je také nutné zohlednit ekonomické náklady (PEŠKOVÁ, TUMA 2010). Jedním z příkladů účelného použití umělé inokulace jsou kultury lesních dřevin na bývalých zemědělských půdách, kde po předchozím zemědělském využívání není půdní prostředí obsazeno

mykorhizními houbami typickými pro lesní půdu. Postupem času se bývalá zemědělská půda samovolně úspěšně kolonizuje, tento proces však trvá až několik desetiletí (SOUKUP et al. 2008). Umělá inokulace může tyto procesy urychlit, jak uvádí např. studie z Litvy (MENKIS et al. 2007). Přínosy zde sice nebyly výrazné a byly spojeny s vysokými náklady, ale pozitivní efekty inokulace na růst kultury smrku a borovice (nižší mortalita a většinou i mírně vyšší přírůst) se zde znatelně projevíly.

Narušené mykorhizní vztahy mohou být např. na plochách po rozsáhlých požárech. Jako příklad lze uvést portugalskou studii (SOUSA et al. 2014), kde mykorhizami inokulované sazenice dubu červeného vysazené na plochu po lesním požáru vykazovaly zvýšenou ujímavost a větší výškový přírůst (tloušťkový přírůst však ovlivněn nebyl). Mykorhizní vztahy jsou důležité např. také při pěstování topolů (SZUBA 2015). Umělá mykorhizace byla s úspěchem použita při zakládání topolové plantáže na stanovišti zatíženém těžkými kovy (olovem) v podmínkách Íránu (SALEHI et al. 2016).

Problematickým momentem výzkumu i praktického použití mykorhizní inokulace je poměrně dlouhá doba odezvy na ošetření. V kontrolovaných podmínkách lesní školky (REPÁČ et al. 2022) trvalo až 3 roky než se efekt inokulace viditelně projevil ve zlepšené vitalitě sazenic smrku ztepilého. Naproti tomu mykorhizní inokulace řízkovanců smrku, u kterých se obvykle kořeny rozrůstají pomalu, neměla žádný efekt na růst kořenů či nadzemní části (REPÁČ et al. 2011).

Pozornost je třeba také věnovat možnému negativnímu vlivu chemické meliorace (hnojení, vápnění) na již zavedené mykorhizní vztahy v daném ekosystému. Hnojení je ve vztahu k fungování mykorhizních vztahů často shledáno jako výrazně rizikový faktor, který může fungující vztahy narušit či zcela rozvrátit (viz např. LEHTO et al. 1994; KĻAVIŅA et al. 2016), zejména v kombinaci dusíkatého hnojení a sucha (NILSEN et al. 1998). Nadměrné hnojení může negativně zasáhnout budování mykorhizních vztahů u sazenic v lesních školkách (BRUNNER, BRODBECK 2001). V některých případech vliv nebyl znatelný (viz např. HAY et al. 2015) a jen malé množství studií uvádí pozitivní vliv hnojení na mykorhizy (viz např. QIAN et al. 1998; BØRJA, NILSEN 2009).

Naše studie je zaměřena na podporu sazenic lesních dřevin za účelem rychlejšího překonání povýsadbového šoku v podmínkách bývalé zemědělské půdy. Povýsadbový šok lze očekávat prakticky na jakémkoliv stanovišti a zejména při použití prostokořenného sadebního materiálu (KRIEGEL 2002; HOBZA et al. 2008). Vysazeným stromkům škodí zejména stres z nedostatku vody, kterému není zcela ušetřen ani krytokořenný sadební materiál.

Cílem příspěvku je předložit průběžné výsledky vlivu mykorhizních přípravků na snížení šoku z přesazení u kultury lesních dřevin založené na bývalé zemědělské půdě, a to po první vegetační sezóně.

Materiál a metodika

Výzkumná výsadba se nachází v lokalitě V Ladech, Praha – Horní Počernice, přírodní lesní oblast 17 – Polabí. Celková výměra zalesňovaného pozemku je cca 2,3 ha, výměra výzkumné části cca 0,5 ha. Nadmořská výška 235 m, rovina, LVS 1 – dubový (ÚHÚL 2022). Souřadnice středu výzkumné plochy jsou 50.0994N, 14.5997E. Základní klimatologické údaje pro rok 2021 (data převzata z meteorologické stanice Praha-Kbely, 281 m n. m., vzdálenost cca 5 km): průměrná teplota 9,4 °C, úhrn srážek 589 mm. Dlouhodobý normál (1991–2020): 10,1 °C, 530 mm (ČHMÚ 2022). Zájmové období bylo tedy teplotně mírně podnormální, srážkově mírně nadnormální.

Plocha je situována v prostoru mezi dálnicemi D11 a D0, cca 1,5 km JV od sídliště a nákupní zóny Černý Most. Plocha byla zalesněna v rámci průběžné realizace vize označované jako *Zelený pás kolem Prahy* (POLENO 1985), což je dlouhodobá série projektů pražského magistrátu, jejímž

úkolem je postupně propojit nynější plochy zeleně s nově vytvořenou strukturou lesů a parků a ve výsledku vytvořit kolem hlavního města co možná nejsouvislejší pás lesních porostů.

Budoucí lesní porost bude mimo jiné tvořit hlukovou bariéru mezi dálnicí a obytnou zónou a stane se součástí rekreační zóny kolem přilehlého Biologického a Xaverovského rybníka. Pozemek byl v minulosti dlouhodobě využíván jako zemědělská (orná) půda. Půda je zařazena do BPEJ 26100 (půdní typ černice). Během roku 2020, před samotným zalesněním, byl pozemek pokryt vrstvou rybníčního bahna, které bylo pomocí půdní frézy promíseno s orníci.

Pozemek byl zalesněn v říjnu 2020 pomocí rýhového zalesňovacího stroje. Byl použit dvouletý krytokořený sadební materiál pestrého druhového složení. Největší podíl má dub letní (*Quercus robur* L.), hojněji je zastoupen buk lesní (*Fagus sylvatica* L.), dále lípa srdčitá (*Tilia cordata* Mill.), habr obecný (*Carpinus betulus* L.) a třešeň ptačí (*Cerasus avium* (L.) Moench). Přimíšena je douglaska tisolistá (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco), borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.), jilm (*Ulmus* sp.), javor klen (*Acer pseudoplatanus* L.), jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior* L.), modřín opadavý (*Larix decidua* Mill.) a jeřáb břek (*Sorbus torminalis* (L.) Crantz.). Dřeviny byly vysazeny v jednotlivém smíšení. Během vysazování byla prováděna na části plochy aplikace mykorhizních přípravků Ectovit a Symbivit.

Přípravek ECTOVIT® obsahuje 4 druhy mykorhizních hub na tekutém nosiči a 2 druhy mykorhizních hub ve formě spor na rašelinovém nosiči. Dále obsahuje granule hydrogelu a přírodní složky podporující mykorhizu (humáty, mleté horniny, výtažky z mořských organismů). Přípravek SYMBIVIT® je granulovaný přípravek, obsahuje 5 druhů mykorhizních hub na jílovém nosiči. Dalšími složkami jsou hnojivé látky podporující mykorhizu (keratin, fosfáty, humáty, mleté mořské řasy) a částice hydrogelu (Symbiom 2022). Druhové složení použitých hub výrobce neuvádí.

Přípravky byly aplikovány v souladu s doporučeními uvedenými v příbalových letáčích. Přípravek Symbivit se aplikoval v granulované formě v množství 15 g ke každé sazenici. Aplikace probíhala nasypáním přípravku ke kořenům sazenice poté, co byla sazenice vložena do rýhy, vytvořené rýhovým zalesňovacím strojem, před zahrnutím rýhy radlicí.

Přípravek Ectovit je dvousložkový. Před aplikací byly obě složky rozmíchány ve vodě. Do vzniklého kašovitého roztoku byly namáčeny kořeny (resp. kořenové baly) sazenic bezprostředně před výsadbou. Roztok vzniklý rozmícháním 300 g přípravku (hmotnost obou složek dohromady) v 5 l vody vystačil na ošetření cca 100 ks sazenic.

Vzhledem k provoznímu charakteru aplikace mykorhizních přípravků bylo pro umístění jednotlivých variant zvoleno blokové schéma, tj. daný přípravek byl aplikován vždy na 8 řad sazenic, umístěných vedle sebe. Na jižním okraji plochy byla umístěna varianta Ectovit, následovala varianta Symbivit. Ostatní řady směrem k severnímu okraji plochy zůstaly bez aplikace jako kontrolní varianta.

Výzkumná plocha byla vyznačena na jaře 2021 v jihozápadním rohu oplocené plochy. Byly vylišeny tři varianty: Ectovit Symbivit a kontrola, každá varianta po 800 ks jedinců, tj. dohromady 2400 jedinců. U variant Ectovit a kontrola bylo vylišeno 8 řad po 100 jedincích, u varianty Symbivit 6 řad po 130 jedincích (1.–4. řada), resp. po 140 jedincích (5.–6. řada). Měřená plocha byla posunuta cca 10 m od západního okraje zalesněného pozemku, aby byl snížen dopad okrajového efektu. Hraniční řady mezi jednotlivými variantami byly z měření vypuštěny.

Měření výšky stromků proběhlo ve dvou termínech v roce 2021, a to před začátkem vegetačního období a na konci vegetačního období. Měření bylo provedeno pomocí výškoměrné latě s přesností na 1 cm. Měření tloušťky kořenového krčku bylo provedeno pomocí posuvného měřítka s přesností na 1 mm. Doplňkově byly zaznamenávány další parametry: suchý vrchol, defoliace, výmladek, zlom, useknutý jedinec, nekvalitní výsadba (zpravidla se jednalo o výrazné vyvýšení kořenového krčku nad povrch půdy) a poškození hlodavci.

Za účelem analýzy přítomnosti mykorhiz na kořenech bylo na podzim 2021 odebráno celkem 15 vzorníkových stromků (dub letní), vždy náhodně po 5 ks na variantu. Po očištění kořenových systémů byl pod mikroskopem sledován výskyt mykorrhizních špiček.

Základní zpracování dat proběhlo pomocí software MS Excel. Statistické hodnocení ujímavosti bylo provedeno v prostředí R (R Core Team 2022) pomocí Chí-kvadrát testu závislosti v kontingenční tabulce (AGRESTI et al. 2008). Statistické hodnocení přírůstu výšky a tloušťky kořenového krčku bylo provedeno v programu STATISTICA pomocí Kruskal-Wallisova testu s následným mnohonásobným porovnáním. Pro veškeré statistické hodnocení byla zvolena standardní hladina statistické významnosti ($\alpha = 0,95$). V tabulkách jsou dřeviny řazeny vždy v abecedním pořadí podle zkratky názvu (podle vyhl. 84/1996 Sb., příl. 4).

Výsledky

Mortalita

Ve výzkumné části výsadby se vyskytuje 12 druhů dřevin s různým zastoupením (Tabulka 1), celkem je sledováno 2400 jedinců. Celková mortalita za první vegetační období dosáhla 242 jedinců, tj. 10 %. Zastoupení a mortalita jednotlivých druhů dřevin podle variant je uvedena v Tabulce 1.

Nejvíce zastoupená dřevina DB dosahuje mortality okolo průměru. Nejlepší ujímavost (nulovou mortalitu) vykazuje JL a JS, velmi nízkou mortalitu má dále KL a LP. Nejvyšší mortalitu vykazují jehličnaté dřeviny BO, DB a MD, z listnatých je nejhorší BK. Až na výjimky (BO, BRK, TR) nejnižší mortalitu vykazuje varianta kontrola. Mezi ošetřenými variantami u většiny dřevin nejsou významné rozdíly, i když varianta Symbivit má mortalitu zpravidla vyšší.

Tabulka 1: Zastoupení dřevin na výzkumné ploše a mortalita [%] po prvním roce po vysazení (2021). Písmenné indexy označují statistickou významnost (uvedeno jen pro dřeviny s celkovým zastoupením nad 4 %).

variant a	celkové zastoupe ní [%]	Ectovit		Symbivit		kontrola	
		výchozí počet	mortalita [%]	výchozí počet	mortalita [%]	výchozí počet	mortalita [%]
BK	6,5	53	9 ^a	67	27 ^b	35	3 ^a
BO	1,9	23	52	16	75	6	83
BRK	1,0	9	0	14	0	2	50
DB	60,3	480	10 ^b	461	12 ^b	506	5 ^a
DG	4,0	34	24 ^b	27	48 ^b	36	11 ^a
HB	4,4	28	7 ^a	41	10 ^a	36	11 ^a
JL	3,8	15	0	36	0	41	0
JS	2,5	14	0	29	0	17	0
KL	2,5	31	0	10	10	20	5
LP	6,4	68	4 ^a	45	2 ^a	41	0 ^a
MD	2,4	21	14	22	14	14	7
TR	4,3	24	4 ^a	32	6 ^a	46	13 ^a
celkem	100,0	800	10	800	14	800	6

Výškový přírůst

Vzhledem k různé počáteční výšce sadebního materiálu jednotlivých druhů je vyhodnocován pouze výškový přírůst, resp. změna výšky v případě uschlého vrcholu.

Tabulka 2: Průměrný výškový přírůst různých druhů dřevin podle jednotlivých variant v prvním roce po vysazení (2021). Písmenné indexy označují statistickou významnost (uvedeno jen pro dřeviny s celkovým zastoupením nad 4 %).

varianta dřevina	Ectovit	Symbivit	kontrola
	výškový přírůst [cm]		
BK	-2,9 ^b	-9,6 ^a	-1,5 ^b
BO	5,5	8,0	6,0
BRK	-5,1	-14,2	-8,0
DB	-5,3 ^a	-5,8 ^a	-2,6 ^b
DG	-8,9 ^a	-10,4 ^a	0,7 ^b
HB	-23,4 ^a	-19,8 ^a	-10,8 ^b
JL	0,7	0,1	3,5
JS	11,2	9,5	9,3
KL	-20,7	-28,4	-13,5
LP	2,8 ^a	0,7 ^a	1,9 ^a
MD	5,3	4,8	6,1
TR	-2,8 ^a	-9,2 ^a	-9,1 ^a
celkem	-4,9	-5,8	-2,3

Hodnoty výškového přírůstu v prvním roce po vysazení (2021) byly značně ovlivněny šokem z přesazení, který se projevil mimo jiné minimální délkou letorostu a výskytem suchých vrcholů. Průměrná hodnota přírůstu byla proto většiny druhů dřevin záporná. Nejhorší hodnoty (tj. nejvyšší „záporný přírůst“) dosáhly dřeviny HB a KL, částečně také DB, a z jehličnanů DG. Kladného přírůstu dosáhly druhy JS a LP. Kladný výškový přírůst byl ještě zaznamenán u MD a BO, kde se ale projevila značná mortalita.

Nejvyššího průměrného výškového přírůstu dosáhla varianta kontrola, která podobně jako v případě mortality vykazuje nejlepší hodnoty přírůstu. Vzhledem k množství suchých vrcholů však průměrný přírůst přesto dosáhl záporné hodnoty (-2,3 cm). Následovala varianta Ectovit (-4,93 cm), nejhorší byla varianta Symbivit (-5,76 cm).

Tloušťkový přírůst

Vzhledem k různé počáteční tloušťce kořenového krčku sadebního materiálu jednotlivých druhů je vyhodnocován pouze tloušťkový přírůst, resp. změna výšky v případě uschlého vrcholu.

Tabulka 3: Průměrný přírůst tloušťky kořenového krčku různých druhů dřevin podle jednotlivých variant v prvním roce po vysazení (2021). Písmenné indexy označují statistickou významnost (uvedeno jen pro dřeviny s celkovým zastoupením nad 4 %).

varianta dřevina	Ectovit	Symbivit	kontrola
	tloušťkový přírůst [mm]		
BK	0,3 ^a	0,1 ^a	1,4 ^b
BO	0,3	0,0	1,0
BRK	0,6	0,6	1,0
DB	0,3 ^b	0,2 ^a	1,4 ^c
DG	0,6 ^a	0,2 ^a	1,2 ^b
HB	0,6 ^a	0,3 ^a	1,6 ^b
JL	0,9	0,3	1,4
JS	1,1	0,4	1,9

KL	0,9	0,8	1,4
LP	0,6 ^a	0,2 ^a	1,6 ^b
MD	0,7	0,7	1,3
TR	0,3 ^a	0,3 ^a	1,5 ^b
celkem	0,5	0,3	1,4

Nejvyššího průměrného tloušťkového přírůstu dosáhla kontrolní varianta s průměrným tloušťkovým přírůstem cca 1,4 mm. Hodnoty u většiny dřevin jsou významně vyšší než na zbylých variantách. Následuje varianta Ectovit (přírůst 0,5 mm), nejméně přirůstají stromky na variantě Symbivit (0,3 mm). Z jednotlivých dřevin dosahovaly nejvyššího přírůstu JS, KL, LP a HB. Nejnižší přírůst byl zaznamenán u BO a BK. Nejpočetnější DB vykazoval spíše nižší přírůst.

Přítomnost mykorrhizních špiček

Mykorrhizní špičky byly nalezené na všech odebraných vzorníkových jedincích DB. Kvantifikace a determinace bude náplní dalších studií.

Diskuse

Rozdíly ve sledovaných parametrech patrně nejsou způsobeny vlivem mykorrhizních přípravků, ale jako příčinu lze označit mikrostanovištní rozdíly v půdních vlastnostech, které však začaly být patrné až po založení výzkumné plochy.

Výzkumná plocha byla založená v rámci provozu podnikem Lesy hl. m. Prahy. S ohledem na provozní zjednodušení zalesňovacích prací nemohly být plně dodrženy některé metodické požadavky. Plocha je rozdělená do tří částí, kdy jednotlivé varianty (Symbivit a Ectovit) jsou umístěny vedle sebe (6 řad sazenic pro variantu Symbivit a 8 řad sazenic pro variantu Ectovit). Takové schéma experimentu je na jednu stranu výhodné z hlediska minimalizace vzájemného ovlivnění jednotlivých variant, na druhou stranu tímto způsobem nemůže být pokryta variabilita mikrostanovištních podmínek, zejména pedologických. Výsledky pak mohou být zkreslené.

Po první vegetační sezóně po vysazení lze jako nejúspěšnější dřevinu označit JS, který vykazuje nulovou mortalitu, nulový výskyt suchých vrcholů a kladnou (i když nízkou) hodnotu výškového přírůstu. U ostatních dřevin jsou zaznamenány záporné hodnoty průměrného výškového přírůstu, v důsledku častého usychání vrcholu, což má spolu s minimální délkou náhradního vrcholu za následek snížení výšky živé části kmínku. Nadprůměrné hodnoty ujímavosti a přírůstu jsou zaznamenány u dřevin LP a JL, které si díky minimálnímu výskytu suchých vrcholů zachovaly kladný průměrný výškový přírůst u všech variant.

Nejpočetnější druh (DB) zaznamenal celkovou mortalitu 9 %. Nejlepší ujímavost má kontrolní varianta, což zřejmě nesouvisí s aplikací mykorrhizních přípravků, ale je způsobeno půdními mikrostanovištními rozdíly. Část mortality byla dále způsobena poškozením myšovitými hlodavci. Na části plochy s variantami Ectovit a Symbivit se projevilo pomístní zhutnění půdního profilu, které mělo za následek zhoršení vsakovacích poměrů v půdě, a tím dočasné zamokřování po vydatnějších srážkách. Příčinou byly pojezdy nákladních vozidel, navážejících vytěžené bahno z rybníka do protihlukového valu. Ani následná příprava půdy pomocí půdní frézy nedokázala zhutnění zcela eliminovat. Zhutnění půdy je obvykle závažnou příčinou zásadního zhoršení produkčního potenciálu. Nevyvážený vodní režim způsobuje zhoršené podmínky pro růst kořenů a čerpání živin z půdy (JAVŮREK, VACH 2008).

V případě jasanu a jilmu je do budoucna velké riziko fytopatologických problémů způsobených grafiózou jilmů (*Ophiostoma novo-ulmi*) a chřadnutí jasanů (*Chalara fraxinea*). *Chalara fraxinea*

je tracheomykózní houba, která způsobuje usychání letorostů a slabších větví jasanů s následným chřadnutím a hynutím jedinců či celých porostů jasanu (ČERNÝ 2011). Rovněž grafióza jilmů způsobuje již desítky let závažné onemocnění jilmů, zejména jilmu habrolistého, který je na mnoha místech ohrožen vyhynutím. Druhy jilm vaz a částečně také j. horský bývají považovány za odolnější (NOVÁK et al. 2014). Teprve budoucí vývoj ukáže rozsah postižení JS a JL na tomto stanovišti. Do doby výskytu onemocnění budou tyto druhy zajišťovat zápojnou funkci. Vzhledem k poměrně malému zastoupení ve směsi by však jejich případné uhynutí nemělo představovat závažný problém pro existenci porostu.

Neopadavé jehličnany (BO, DG), ačkoliv vlivem malého podílu suchých vrcholů dosáhly kladných hodnot výškového přírůstu, byly postiženy vysokou mortalitou. Nejvyšší mortalita je u BO (64 %). Důvodem je zřejmě podzimní výsadba, která u jehličnanů obecně není považována za vhodnou vzhledem k riziku vytranspirování vody přes zimní období, resp. měla by být provedena v časném podzimu, aby kořeny mohly do zimy alespoň částečně zregenerovat (JURÁSEK et al. 2010). Na poškození kořenů a vytranspirování je značně citlivá DG, což se potvrdilo (HOFMAN 1964; KŠÍR et al. 2015). Nižší, ale nadprůměrnou mortalitu vykazuje také MD.

Dostí vysoká mortalita a častý výskyt suchých vrcholů potvrzuje působení relativně silných negativních vlivů působících na vysazené stromky. Jako hlavní faktor, který způsobuje povýsadbový šok, se považuje stres z nedostatku vody, který je dán zejména omezenou schopností rostliny čerpat vodu z půdy, neboť během manipulace se sadebním materiálem před a během výsadby dochází k jistému poškození kořenového systému. Navíc u čerstvě vysazené rostliny je nutně omezena hloubka kořenového systému.

V případě předmětné výsadby byl nejvýraznějším škodlivým faktorem zřejmě přísušek, který se vyskytl zejména v první části vegetačního období. Mladé porosty a kultury jsou na nedostatek vody obecně citlivější než starší porosty. Nejvíce sucho ohrožuje smrky, jedle a borovice (KŘÍSTEK et al. 2002). Ačkoliv měsíční úhrny srážek dlouhodobé výraznější sucho nepotvrzují, na konci května a v červnu 2021 se vyskytlo několikátýdenní období s nadprůměrnými teplotami a s minimem srážek. Tento relativně málo významný přísušek, který starší porosty již nepoškodí, byl zřejmě příčinou značného stresu v případě nově vysazených stromků, které ještě nebyly dostatečně zakořeněny. Lokálně mohlo negativně působit naopak dočasné zamokření, a to zejména ještě před začátkem vegetačního období. Zamokření bylo pozorováno přímo při pochůzce v terénu (únor 2021) a později také nepřímo podle pomístního rozvoje vlhkomilných bylin (*Deschampsia caespitosa*, *Persicaria maculosa* apod.). Zhoršené zasakování vody bylo zřejmě částečně zapříčiněno rekultivací bývalé zemědělské půdy s využitím rybničního bahna.

Přítomnost mykorhizních špiček byla sledována na kořenovém vlášení vzorníkových stromků (DB). Mykorhizní špičky byly nalezeny na všech 15 vzorcích bez ohledu na variantu. Vzhledem k charakteru půdního prostředí (bývalá orná půda) je možné, že nalezené mykorhizy nepocházejí z půdy na stanovišti výsadby, ale že stromky byly symbiotickými houbami kolonizovány již v prostředí lesní školky.

Projevy mykorhizní inokulace lze očekávat až po několika letech, neboť osídlení a rozvoj mykorhiz trvá delší dobu. I v prostředí lesní školky se mykorhizní inokulace projevila až po třech letech (REPÁČ et al. 2022). Po první sezóně je tedy předčasné učinit kvalifikovaný závěr ohledně účinnosti mykorhizních preparátů.

Závěr

Práce se zabývá studiem vlivu mykorhizních přípravků Symbivit a Ectovit na zmírnění povýsadbového šoku sazenic lesních dřevin, vysazených na podzim 2020 na bývalou ornou půdu v lokalitě Praha – Horní Počernice. Během první vegetační sezóny se na této lokalitě nepodařilo prokázat kladný účinek mykorhizních přípravků. Naopak, většina sledovaných parametrů je lepší

na kontrolní variantě. Rozdíl je zřejmě dán nehomogenními mikrostanovištními charakteristikami, které před založením plochy nebyly známé a které vzhledem k provoznímu charakteru výsadby nebylo možné metodicky podchytit. Je však možné, že s rostoucím věkem dřevin se vliv mykorrhizních přípravků ještě kladně projeví.

Z pestré směsi použitých dřevin nejlepší prosperitu vykazovaly druhy jasan ztepilý a lípa srdčitá a jilm. Naopak povýsadbový šok byl nejvíce patrný u douglasky tisolisté, borovice lesní, buku lesního a habru obecného. Zhoršená ujímavost a prosperita jehličnatých dřevin patrně souvisí s podzimním termínem výsadby, který je u jehličnanů obecně problematický. V případě jasanu a jilmu je však potřebné brát v potaz riziko budoucích fytopatologických problémů. Vzhledem ke své dobré vitalitě mohou sloužit jako výplňové druhy, přičemž později jejich funkci převezmou ostatní druhy. Zalesňování s využitím směsi více druhů dřevin se jeví jako vhodné řešení, neboť zhoršená prosperita některých druhů neohrozí odrůstání a zapojování kultury jako celku.

Poděkování

Příspěvek vznikl v rámci řešení výzkumných projektů NAZV QK1910232 Optimalizace dotačního titulu na zalesňování zemědělské půdy a QK22020045 Potenciál geograficky nepůvodních druhů dřevin v lesním hospodářství ČR. Autoři děkují Magistrátu hlavního města Prahy – Odbor ochrany prostředí, oddělení péče o zeleň, za zajištění oplocení plochy a další technickou podporu, jmenovitě Ing. Martinu Čížkovi.

Literatura

- AGRESTI A., BINI M., BERTACCINI B. RYU E. 2008: Simultaneous confidence intervals for comparing binomial parameters. *Biometrics*, 64(4): 1270–1275. <https://doi.org/10.1111/j.1541-0420.2008.00990.x>
- BØRJA I., NILSEN P. 2009: Long term effect of liming and fertilization on ectomycorrhizal colonization and tree growth in old Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) stands. *Plant Soil*, 314: 109–119. DOI 10.1007/s11104-008-9710-5
- BRUNNER I., BRODBECK S. 2001: Response of mycorrhizal Norway spruce seedlings to various nitrogen loads and sources. *Environmental Pollution*, 114: 223–233.
- ČERNÝ K. 2011: Nebezpečné patogeny lesních dřevin *Phytophthora alni* a *Chalara fraxinea*: rozšíření, význam a možná rizika vyplývající z jejich zdomácnění. *Zpravodaj ochrany lesa*, 15: 71–75.
- ČHMÚ 2022: Historická data – meteorologie a klimatologie. Dostupné na: <<https://www.chmi.cz/historicka-data>>, [cit. 2022-06-05].
- GRYNDLER M. et al. 2004: Mykorrhizní symbióza; O soužití hub s kořeny rostlin. Academia, Praha, 366 s., ISBN 80-200-1240-0.
- HAY T. N., PHILLIPS L. A., NICHOLSON B. A., JONES M. D. 2015: Ectomycorrhizal community structure and function in interior spruce forests of British Columbia under long term fertilization. *Forest Ecology and Management*, 350: 87–95.
- HOBZA P., MAUER O., POP M. 2008: Current use of European beech (*Fagus sylvatica* L.) for artificial regeneration of forest in the airpolluted areas. *Journal of Forest Science*, 54(4): 139–149.
- HOFMAN J. 1964: Pěstování douglasky. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 257 s.
- JAVŮREK M., VACH M. 2008: Negativní vlivy zhutnění půd a soustava opatření k jejich odstranění. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha, 26 s., ISBN 978-80-87011-57-7.

- JURÁSEK A., MARTINCOVÁ, J., LEUGNER J. 2010: Manipulace se sadebním materiálem lesních dřevin od vyzvednutí ve školce až po výsadbu. Recenzovaná metodika. Lesnický průvodce 5/2010. VÚLHM, Strnady, 34 s., ISBN 978-80-7417-035-5, ISSN 0862-7657.
- KĽAVIŇA D., LAZDIŇŠ A., BĀRDULE A., NIKOLAJEVA V., OKMANIS M., SKRANDA I., GAITNIEKS T., MENKIS A. 2016: Fine root development and mycorrhization in Norway spruce stands one year after fertilization with potassium sulphate and wood ash. *Journal of Forest Science*, 62: 1: 17–23. doi: 10.17221/93/2015-JFS
- KRIEGEL, H. 2002: Snaha o vypěstování některých cenných listnáčů a hospodářských dřevin výsadbou do smrkové mlaziny určené k postupné likvidaci. *Zprávy lesnického výzkumu*, 47: 195–198.
- KŘÍSTEK J., JANČAŘÍK V., MENTBERGER J., VICENA I., VOLNÝ S. 2002: Ochrana lesů a přírodního prostředí. Matices lesnická, Písek, 386 s. ISBN: 80-86271-08-0
- KŠÍR J., BERAN F., PODRÁZSKÝ V., NOVOTNÝ P., DOSTÁL J., KUBEČEK J. 2015: Výsledky hodnocení mezinárodní provenienční plochy s douglaskou tisolistou (*Pseudotsuga menziesii* (/Mirb./Franco) na lokalitě Hůrky v Jižních Čechách ve věku 44 let. *Zprávy lesnického výzkumu*, 60(2): 104–114.
- LEHTO T. 1994: Effects of soil pH and calcium on mycorrhizas of *Picea abies*. *Plant and Soil*, 163: 69–75.
- MENKIS A., VASILIAUSKAS R., TAYLOR A. F. S., STENLID J., FINLAY R. 2007: Afforestation of abandoned farmland with conifer seedlings inoculated with three ectomycorrhizal fungi – impact on plant performance and ectomycorrhizal community. *Mycorrhiza*, 47: 337–348.
- NILSEN P., BØRJA I., KNUTSEN H. BREAN R. 1998: Nitrogen and drought effects on ectomycorrhizae of Norway spruce [*Picea abies* L.(Karst.)]. *Plant and Soil*, 198: 179–184.
- NOVÁK J., DUŠEK D., SLODIČÁK M. 2014: Chřadnutí smrku v oblasti severní a střední Moravy. Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Výzkumná stanice Opočno, 60 s, ISBN 978-80-7417-079-9.
- PEŠKOVÁ V., SOUKUP F. 2009: Srovnání rozvoje mykorhiz na krytých a exponovaných stanovištích horských smrčín. *Zprávy lesnického výzkumu*, 54: 3: 223–230.
- PEŠKOVÁ V., TUMA M. 2010: Ověření vlivu mykorhizního preparátu na růst a vývoj smrkových sazenic na LS Jablunkov. *Zprávy lesnického výzkumu*, 55: 3: 211–220.
- POLENO Z. 1985: Příměstské lesy. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 175 s.
- QIAN X. M., KOTTKE I., OBERWINKLER F. 1998: Influence of liming and acidification on the activity of the mycorrhizal communities in a *Picea abies* (L.) Karst. stand. *Plant and Soil* 199: 99–109.
- R Core Team 2022: R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>
- REPÁČ I., VENCURIK J., BALANDA M. 2011: Testing of microbial additives in the rooting of Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst.) stem cuttings. *Journal of Forest Science*, 57: 12: 555–564.
- REPÁČ I., PAROBEKOVÁ Z., BELKO M. 2022: Ectomycorrhiza-hydrogel additive enhanced growth of Norway spruce seedlings in a nutrient-poor peat substrate. *Journal of Forest Science*, 68(5):170–181.
- SALEHI A., TABARI KOUCHAKSARAEI M., MOHAMMADI GOLTAPPEH E., SHIRVANY A., MIRZAEI J. 2016: Effect of mycorrhizal inoculation on black and white poplar in a lead-polluted soil. *Journal of Forest Science*, 62: 5: 223–228. doi: 10.17221/23/2016-JFS
- SOUKUP F., PEŠKOVÁ V., LANDA J. 2008: Mykologické poměry na zalesněných zemědělských půdách. *Zprávy lesnického výzkumu*, 53(4): 291–300.

SOUSA N. R., FRANCO A. R., OLIVEIRA R. S., CASTRO P. M. L. 2014: Reclamation of an abandoned burned forest using ectomycorrhizal inoculated *Quercus rubra*. *Forest Ecology and Management*, 320: 50–55.

Symbiom 2022: Produkty/Stromy a keře. Dostupné na: <<https://eshop.symbiom.cz/stromy-a-keře>>, [cit. 2022-06-05].

SZUBA A. 2015: Ectomycorrhiza of *Populus*. *Forest Ecology and Management*, 347: 156–169.

ÚHÚL 2022: Portál mapových informací. Dostupné na: <<http://www.uhul.cz/mapy-a-data/katalog-mapovych-informaci>>, [cit. 2022-06-05].

Kontaktní adresa

Ing. Martin Baláš, Ph.D., Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, katedra pěstování lesů, Kamýcká 129, 165 00 Praha-Suchbát, ČR, balas@fld.czu.cz

PŮDA - ŽIVÝ EKOSYSTÉM VO VZŤAHU K FYZIKÁLNÝM PARAMETROM

Ivana Šindelková, Ľubomír Marhavý

Abstrakt

Negatívny trend posledných rokov ovplyvňujúci výsledky hospodárenia na pôde je nepriaznivé rozloženie zrážok. Jednou s prirodzených možností eliminácie tohoto prejavu je zvýšiť pozornosť stavu štruktúry pôdy a funkcie koreňového systému rastlín. V rokoch 2017–2019 bol sledovaný vplyv pôdných biostimulantov na fyzikálne vlastnosti pôdy. Experimentálne miesto na lokalite Litobratrice – Južná Morava, ČR je klasifikované ako najteplejšie klimatické pásmo (VT). Získané výsledky ukazujú, že aplikácia biologicky stimulujúcich látok má pozitívny vplyv na fyzikálne vlastnosti pôdy - na zníženie utuženia, lepšiu štruktúru, zvýšenie pórovitosti a zvýšenie obsahu humusu v pôde. Dochádza tak k lepšiemu využívaniu vody a živín z pôdy. Získané výsledky ukazujú, že aplikácia biostimulantov má pozitívny vplyv na pôdne vlastnosti s nadväznosťou na výnos.

Kľúčové slová:

biostimulant, koreňový systém, pôda, sucho, voda

Úvod

Jednou z hlavných funkcií pôdy je zajištnie kolobehu vody v krajine. Pôdna vlaha na území SK predstavuje 8 x více vody, než všechna naše jezera a vodní toky. Roční úhrn srážek se většinou neliší od dlouhodobého průměru, ale rozdílný je jejich průběh, který je většinou v přivalových deštích s následným obdobím vysokých teplot, silných větrů a následného dlouhodobého sucha (Renne a kol. 2019). Vzhledem k současnému stavu degradačních půdních procesů – především snížení podílu půdní organické složky, ztráta biologické aktivity, zhutnění půdy a s tím související zhoršení půdní struktury, jako i špatný poměr kapilárních a nekapilárních pórů a následná eroze orníční vrstvy (Nimmo, 2013). Potenciální retenční schopnost našich půd je na velmi špatné úrovni (Jakšík a kol. 2015). Základem rostlinné produkce je půda a s ní spojený kořenový systém rostlin. Kořeny rostlin ve spolupráci s mikro a makro organismy v symbióze, jsou nejlepší strukturotvorný činitel (Nimmo, 2013). Kořenu jeho význam dodává schopnost spolupracovat s půdní mikrobiotou (Cordero a kol. 2020). Bez známé symbiózy prostřednictvím rhizosféry by omezeně fungovala biologie půdy a téměř nefungovala výživa rostlin (Zehng a kol. 2016). Intenzita regenerace porostu je proto úzce spjata s objemem kořenového systému a aktivitou půdní biologie. Intenzita jejich vzájemné komunikace ovlivňuje biologickou aktivitu půdy, objem půdní biomasy, látkovou výměnu a koloběh uhlíku v půdě (Nakhro a kol. 2010), vodní a vzdušný režim. Zdrojem živin je půda sama, její anorganická složka. Rostliny kořenovými výměšky dodávají energetické látky symbiotickým organismům v rámci rhizosféry a odumírající části kořenů jsou jedním ze zdrojů uhlíku v půdě a potravou pro vyšší půdní organismy (Kumar, 2015). Na problémových pozemcích, roste význam použití pomocných půdních přípravků - půdních biostimulantů, které mohou eliminovat zmíněné nedostatky (Du Jardin, 2015). Biostimulanty, které jsou definovány jako materiály obsahující jednu nebo více účinných přírodních látek (Caradonia a kol. 2019) a ve vědeckých kruzích získávají stále větší pozornost (Calvo a kol. 2014, Caradonia a kol. 2019, EBIC 2020). Díky biostimulacím dochází k nárůstu organické hmoty což, příznivě ovlivňuje biologické a následně fyzikální vlastnosti půdy a využitelnost živin (Gobin 2012). Biostimulanty stimulují aktivitu mikroorganismů rhizosféry (Hellequin a kol. 2018) a půdních enzymů a zvyšují fotosyntézu (Vandenkoornhuysen a kol. 2015, Kałuzewicz a kol. 2017), zvyšují příjem živin, toleranci k biotickému, abiotickému stresu a zlepšují kvalitu výnosu (Calvo a kol 2014).

Zemědělci hledají alternativy pro zvýšení půdní organické hmoty (POH), protože je nedostatek hospodářských hnojiv (Nimmo, 2013). Biostimulanty mají specifické účinky a obsahují organicky aktivní látky, makro i mikro elementy (Soppelsa a kol., 2018), které působí stimulačně na rozvoj půdních mikroorganismů a následně kořenů rostlin. Obsah a kvalita POH, spolu s půdní biotou podporují základní fyzikální vlastnosti půdy odrážející produktivitu pěstované rostliny, zejména úrodnost půdy. Zvětšující se biomasa kořenů umožňuje zvětšení komunikační zóny mezi rostlinou a půdou, dostatečný příjem vody a živin a je předpokladem lepších výnosů (Kumar, 2015).

Cílem projektu je ověření systému pěstování pomocí půdních biostimulací v provozním pokusu v rámci osevního postupu sledovaného hospodářského podniku v suchých podmínkách. (Du Jardin a kol. 2015, Calvo a kol 2014), potvrzují, že z důvodu absence živočišné výroby a nedostatku chlévského hnoje roste význam použití pomocných půdních přípravků – biostimulantů, které mohou eliminovat nedostatky organického materiálu.

Materiál a metody

Na základě studia ortofotomap, map půdních typů a satelitních snímků, byl proveden výběr stanoviště. Provozní pokus byl sledován v letech 2017-2019 na pozemcích Statku Litobratřice spol. s r. o., v katastru obce Litobratřice p. č. 4302/1, okr. Znojmo, Jižní Morava, Česká republika.

Povětrnostní podmínky

Provozní pokus byl na stanovišti v kukuřičné výrobní oblasti, v nadmořské výšce 210 m a patří do klimatické oblasti VT - velmi teplý suchý s průměrnou roční teplotou 9-10 °C a průměrným úhrnem srážek 500 - 600 mm. Uplatňuje se zde srážkový stín Českomoravské vrchoviny.

Půdní podmínky

Černozem modální na spraši, středně těžká až těžká, zrnitostně hlinitá až jílovitohlinitá půda. Klasifikace byla provedena podle taxonomického systému klasifikace půdy Česká republika (Němeček a kol 2011).

Na vybraném pozemku před začátkem provozního pokusu v roce 2016 byla jako předplodina cukrová řepa. Na jaře 2017 byl založen poloprovozní pokus s respektováním agrotechnických zásahů v rámci hospodářského podniku. V roce 2017 byla pěstována pšenice jarní a v roce 2018 pšenice ozimá. V roce 2019 byla pěstována řepka ozimá. V rámci projektu byl sledován vliv aplikace půdních biostimulantů – granulát NeOsol, ExplOrer, Akeo na bázi uhličitánů vápenatých a hořečnatých s příměsí makroelementů (Ca, Mg, N, P, K, S, Na) a mikroelementů Fe, Zn, Mn, B, Cu, I), podle systému MIP – Mineral Inducer Process (Olmix Group, Francie), o vlastnostech: sušina 98,9 %; spalitelné látky v sušině 25,0 %; pH 8,0 – 10,0; vápník (jako CaO) 28,0 %; hořčík (jako MgO) 15,9 % jako jedné z možností vedoucích ke zlepšení půdních vlastností při nedostatku organické hmoty (dále OH) v půdě.

Po zasetí pšenice jarní byla provedena plošná aplikace 150 kg/ha granulí půdních biostimulantů plošně. Na podzim 2017 byla zasetá pšenice ozimá a následně byla provedena plošná aplikace 120 kg/ha granulí půdních biostimulantů plošně. Po pšenici ozimé byla v roce 2018 zasetá řepka ozimá s následnou třetí aplikací půdních biostimulantů v plošné dávce 120 kg/ha.

V rámci hodnocení pokusu byly sledovány fyzikální a chemické vlastnosti půdy a výnosy hlavní plodiny - pšenice jarní - Sirocco, pšenice ozimá - Julie a řepka ozimá - Architect.

Každá sledovaná varianta měla výměru 3 ha. O šířce 36 m a délce 850 m.

Popis jednotlivých variant je uveden v tab. 1, obrázek 1.



Obr. 1: Sledovaná lokalita, varianty pokusu (LPIS 2015)

Tabulka 1: Hnojení jednotlivých variant polního experimentu

Varianta	
1	Kontrola
2	NeOsol – stimulátor životně důležitých funkcí půdy
3	50 % Amofos + 50 % NeOsol – stimulátor životně důležitých funkcí půdy s vyšším využitím živin - Akeo
4	ExplOrer – stimulátor biologické aktivity rhizosféry

Metodika stanovení půdních analýz

Fyzikální vlastnosti půdy

Kopeckého válečky byly použity pro terénní odběr fyzikálních vlastností půdy. Následně byla laboratorní metodou stanovena objemová hmotnost redukovaná (OHR), celková pórovitost, okamžitý obsah vody a vzduchu, maximální kapilární kapacita a minimální vzduchová kapacita. Odběr vzorků pro stanovení fyzikálních vlastností půdy byl proveden na konci vegetačního období ve dvou hloubkách 0-20 a 20-40 cm, vždy na stejném místě odběru, ve třech opakováních. Struktura půdy byla stanovena prosetím suché půdy na sítích s průměrnými otvory 0,25, 0,5, 2,0, 5,0, 10,0 a 20,0 mm. Vzorky byly odebírány na stejném místě odběru, jako vzorky odebrané Kopeckými válečky na konci vegetačního období ze dvou hloubek, 0-20 a 20-40 cm, ve třech opakováních, celkem tedy až 6 průměrných vzorků ročně z jedné varianty. Dále byla každá strukturní frakce vážena odděleně v laboratoři a počítána v procentech. Jako hodnotící proměnná byl vypočítán strukturní koeficient. Koeficient půdní struktury je vztah mezi agronomicky hodnotnými (0,25 - 10,00 mm) a méně hodnotnými strukturálními prvky (> 10,00 a <0,25 mm). Opakovaně byla prováděna jarní inventarizace porostů.

Chemické vlastnosti půdy

Byl sledován obsah oxidovatelného uhlíku (C_{ox}), humus. Půdní vzorky na chemické analýzy pro zjištění obsahu (C_{ox}) a základního obsahu živin v půdě byly odebírány ze dvou hloubek: 0-20 a 20-40 cm ve třech opakováních. Výměnná půdní reakce pH byla stanovena z výluhu KCl a měřena na pH-metru. Společným principem metod stanovení humusu v půdě je oxidace uhlíku organických látek. Celkový obsah (C_{ox}) byl stanoven metodou oxidimetrické titrace podle (Nelson a kol., 1982).

Výnosy pšenice jarní a ozimé i řepky ozimé, byly získány kombajnovou sklizní z každé varianty ve třech opakováních. Sledované plodiny byly sklizeny 10. července 2017, 3. července 2018 a 8. července 2019. Byl zjištěn počet klasů na 1 m², vlhkost zrna při sklizni, který byl přepočten na

výnos při standardní vlhkosti 14 % a hmotnost tisíce zrn. Pojem jednotka zrna (GU), zavedený (Woermannem 1944), umožňuje vzájemné srovnání pomocí jediného ukazatele výnosu různých plodin lišících se nutričními a energetickými hodnotami.

Statistická analýza

Získané výsledky byly vyhodnoceny pomocí programu Statistica 12.0 CZ. Rovněž byla použita vícefaktorová analýza rozptylu a Tukeyův test. Statistické výpočty byly provedeny na základě našeho vlastního algoritmu popsáné v aplikaci Excel (Tretowski a kol. 1991)

Výsledky půdních vlastností

Sledování vlivu půdních biostimulantů na fyzikální vlastnosti

Objemová hmotnost redukována (OHR) je přímým ukazatelem utužení půdy. U půd strukturních a neutužených se tato hodnota pohybuje v rozmezí 1,30-1,45 g.cm⁻³ (Vopravil a kol. 2010). V prvním roce sledování 2017 (tab. 2), byly naměřeny hodnoty u OHR a u pórovitosti nevýznamné rozdíly výchozích hodnot na kontrole a variantách s půdními biostimulanty (viz tab. 1). Bylo to především vlivem hloubkového kypření na 30 cm realizovaného na podzim roku 2016 po předplodině cukrovce.

Tabulka 2: Fyzikální vlastnosti půdy – Litobratřice 2017

Varianta	Hloubka (m)	Obj. hm. red. (g.cm ⁻³)	Pórovitost (%)	Aktuální obsah		Max. kap. kapacita	Min. vzdušná kapacita
				voda	vzduch		
				% obj.		% obj.	
1 Kontrola	0-20	1,13 ^a	57,99	20,42	37,57	39,61	18,38
	20-40	1,39 ^c	47,09	13,95	33,14	37,31	9,78
	Průměr	1,27^a	51,5^a	17,2^a	35,4^a	38,5^a	14,1^a
2 NeOsol	0-20	1,12 ^{ab}	57,7	19,3	38,4	40,6	17,1
	20-40	1,44 ^{cd}	45,0	16,4	28,7	34,4	10,6
	Průměr	1,28^a	51,4^a	17,9^a	33,6^a	37,5^a	13,9^a
3 Akeo	0-20	1,12 ^a	57,36	20,5	36,86	37,79	19,57
	20-40	1,43 ^{cde}	45,25	16,1	29,15	34,54	10,71
	Průměr	1,28^a	51,3^a	18,3^a	33,0^a	36,2^a	15,4^a
4 ExplOrer	0-20	1,17 ^{ab}	55,31	21,04	34,27	39,76	15,54
	20-40	1,39 ^{bc}	47,07	14,06	33,01	39,1	7,97
	Průměr	1,28^a	51,2^a	17,6^a	33,6^a	39,4^a	11,8^a

Hodnoty označené stejným písmenem se při P = 0,95 významně neliší

Hodnoty naměřené v roce 2018 již vykazují významné rozdíly (tab. 3). Z naměřených hodnot lze usoudit, že varianty s aplikovanými biostimulanty vykazovaly nižší úroveň utužení půdy, což dokazují hodnoty OHR. U varianty 1 – kontrola, byla hodnota OHR nejvyšší a nejnižší pórovitost, což korelovalo s ostatními sledovanými veličinami fyzikálních vlastností půdy. Nejlepší fyzikální vlastnosti vykazovala varianta 2 - aktivátor mineralizace a humifikace s vyšším využitím živin Neosol. To svědčí o velmi krátkodobém efektu podrývání, kdy na kontrolní variantě se zvýšila OHR v roce 2018 nad úroveň silného utužení půdy, a to na hodnotu 1,51 g.cm⁻³. Podle Lhotský a kol. 2000) je limit u hlinitých půd 1,45 g.cm⁻³ a ten byl překročen v ornici i podomíči v roce 2018 u varianty kontrola. Na variantách s půdními biostimulanty, se udržela na úrovni roku 2017. S tímto trendem koresponduje i významný pokles celkové pórovitosti na kontrolní variantě.

Třetí rok sledování aplikace půdních biostimulací 2019 potvrzuje signifikantní rozdíly oproti kontrolní variantě (tab. 4). Z naměřených hodnot lze usoudit, že varianty s aplikovanými půdními biostimulanty vykazovaly průkazně nižší utužení půdy – OHR a větší pórovitost oproti variantě 1. U varianty 1 byla hodnota nejvyšší a nejnižší pórovitost, což korelovalo na ostatních sledovaných variantách. Nejlepší fyzikální vlastnosti vykazovala varianta 2 - aktivátor mineralizace a humifikace s vyšším využitím živin NeOsol a varianta 4 - stimulant biologické aktivity rhizosféry ExplOrer. Obě tyto vlastnosti významně ovlivňují také vzdušný režim v půdě, který přímo souvisí s intenzitou její biologické aktivity. Z hodnot OHR je patrné, že půdní biostimulant působí pozitivně na provzdušněnost a způsobuje nižší utuženost orniční vrstvy. To potvrdil i (Miller a kol. 1990), kteří ve své práci popisují zlepšení půdních vlastností pomocí aplikace půdních kondicionérů a dalších pomocných látek.

Tabulka 3: Fyzikální vlastnosti půdy – Litobratřice 2018

Varianta	Hloubka (m)	Obj. hm. red. (g.cm ⁻³)	Pórovitost (%)	Aktuální obsah		Max. kap. kapacita	Min. vzdušná kapacita
				voda	vzduch		
				% obj.		% obj.	
1 Kontrola	0-20	1,49 ^d	42,9	27,3	15,6	36,2	6,7
	20-40	1,53 ^{ed}	40,9	14,8	26,1	33,6	8,0
	Průměr	1,51^a	41,9^a	21,1^a	20,9^a	34,9^a	7,4^a
2 NeOsol	0-20	1,31 ^c	49,9	29,9	20,0	39,6	10,3
	20-40	1,26 ^{bc}	51,9	14,5	37,4	35,8	16,1
	Průměr	1,29^b	50,9^b	22,2^a	28,7^b	37,7^b	13,2^b
3 Akeo	0-20	1,30 ^{bc}	50,5	24,3	26,2	37,2	13,3
	20-40	1,39 ^{bcd}	46,9	14,9	31,9	39,0	9,9
	Průměr	1,35^c	48,1^b	19,6^a	29,1^b	38,1^b	11,6^b
4 ExplOrer	0-20	1,34 ^c	48,1	25,1	23,0	36,3	11,9
	20-40	1,36 ^{cd}	47,4	17,4	30,0	38,9	8,5
	Průměr	1,35^c	47,8^b	21,3^a	26,5^b	37,6^b	10,2^b

Hodnoty označené stejným písmenem se při P = 0,95 významně neliší

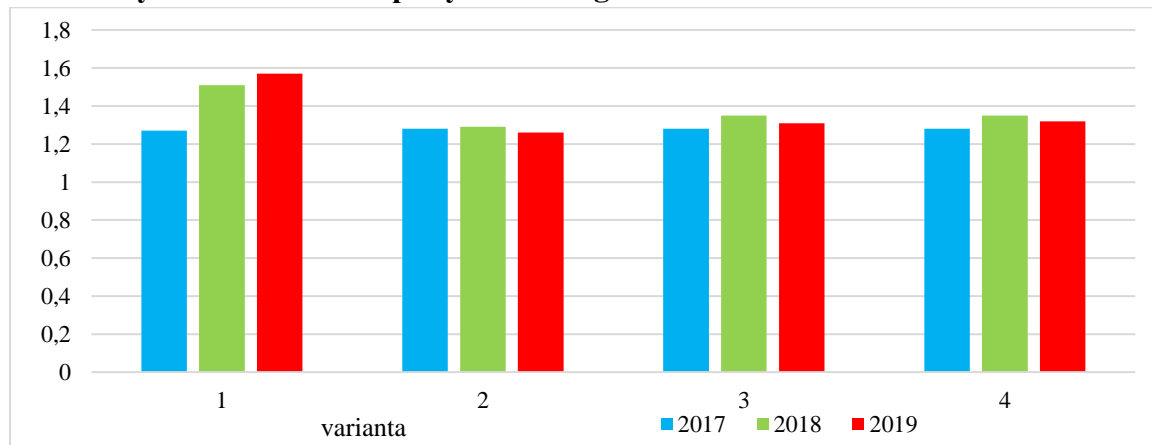
Tabulka 4: Fyzikální vlastnosti půdy – Litobratřice 2019

Varianta	Hloubka (m)	Obj. hm. red. (g.cm ⁻³)	Pórovitost (%)	Aktuální obsah		Max. kap. kapacita	Min. vzdušná kapacita
				voda	vzduch		
				% obj.		% obj.	
1 Kontrola	0-20	1,55 ^d	40,4	25,4	13,4	34,1	5,9
	20-40	1,58 ^e	38,8	13,6	25,2	29,1	6,0
	Průměr	1,57^a	41,9^a	19,5^a	19,39^a	31,6^a	6,0^a
2 NeOsol	0-20	1,29 ^c	52,1	31,2	24,8	41,3	12,1
	20-40	1,23 ^b	53,5	18,5	41,3	37,4	17,8
	Průměr	1,26^c	52,8^b	24,9^b	33,0^c	39,4^b	15,0^b
3 Akeo	0-20	1,28 ^{bc}	51,7	25,1	27,7	38,9	14,5
	20-40	1,34 ^{bc}	49,4	16,2	33,2	39,0	10,1
	Průměr	1,31^c	50,6^b	20,7^a	30,1^a	39,0^b	12,3^b
4 ExplOrer	0-20	1,32 ^c	52,8	28,4	25,1	40,6	16,9
	20-40	1,34 ^c	49,3	19,8	33,6	38,2	10,2
	Průměr	1,32^c	51,1^b	24,1^b	29,4^b	38,9^b	13,6^b

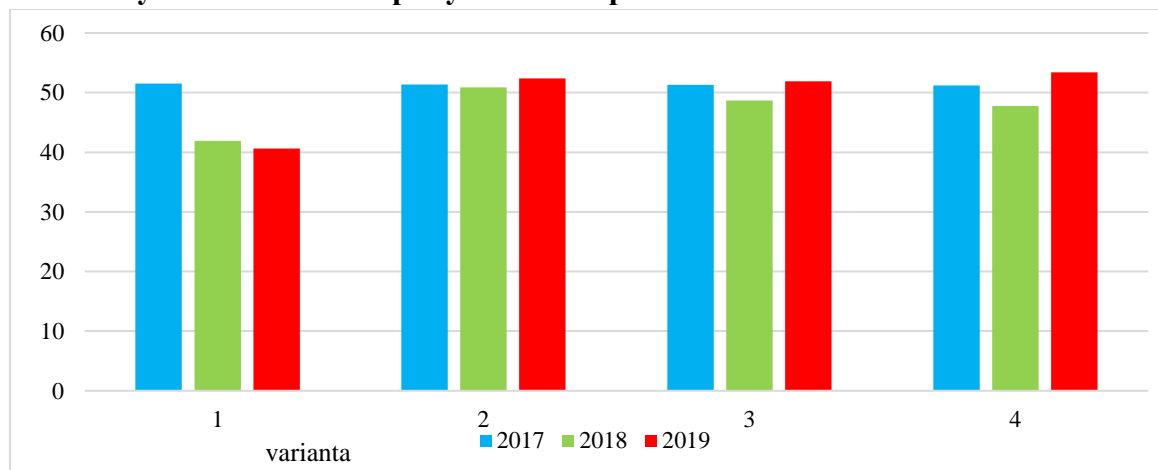
Hodnoty označené stejným písmenem se při P = 0,95 významně neliší

Grafy 1 a 2 barevně znázorňují, vývoj a trend změn fyzikálních vlastností OHR a celkové pórovitosti ve sledovaných letech 2017 - 2019. Na fyzikální vlastnosti mělo mimo jiné důležitý vliv zpracování půdy před začátkem projektu, nedostatek srážek a odvoz pšeničné slámy v balících k další spotřebě.

Graf 1: Fyzikální vlastnosti půdy - OHR v g.cm⁻³ - Litobratřice 2017 - 2019



Graf 2: Fyzikální vlastnosti půdy - Celková pórovitost v % - Litobratřice 2017 - 2019



Koeficient strukturnosti (KS). Hodnoty koeficientu strukturnosti sledované v letech 2017 - 2019 a neměřené v jednotlivých variantách vyjadřuje (tab. 5). KS je vypočítaná hodnota, kterou se vyjadřuje kvalita půdní struktury v pěti velikostních kategoriích na základě procentuálního zastoupení na celkové hmotnosti vzorku. Je to poměr mezi strukturními částicemi (agregáty) a zbytkem půdy v půdním profilu.

Při hodnotách vyšších než 1,0 má půda lepší strukturu a představuje proto menší riziko nežádoucího ztuhnutí, zatímco hodnoty menší než 1,0 jsou nízké strukturní stability (Hůla a kol. 2010). To souvisí s kvalitním složením půdního humusu, čímž se vytváří agronomicky hodnotná struktura. Výsledné hodnoty naznačují, že nižší hodnoty strukturního koeficientu se dosahují u varianty 1 - kontrola. Rok 2017 ukazuje hodnoty KS na kontrole nad hranicí 1, což je těsně nad hranicí strukturní stability. U varianty 2 - NeOsol, byl také nižší KS, z důvodu vyšší mineralizace díky aplikaci aktivátoru mineralizace v půdě (Du Jardin 2015). Varianta 3 - ExplOrer- kořenový biostimulant vykazoval vysoce průkazný rozdíl oproti kontrole. V roce 2018 u variant (2, 3, 4) vyšel KS statisticky průkazně vyšší oproti variantě kontrola. Tento stav může z hlediska dalších

fyzikálních vlastností vést ke zlepšení kvality půdního prostředí a následně může mít pozitivní vliv na chemické vlastnosti půdy.

V roce 2019 bylo toto působení potvrzeno naměřenými výsledky KS na variantách 2, 4 a 3. Došlo však ke zhoršení struktury oproti prvnímu roku 2017, díky nařízenému intenzivnímu mechanickému zásahu pro potlačení hraboše polního. Navzdory tomu, pomocí aplikace půdních biostimulantů patrně dochází k pozitivnímu ovlivnění strukturotvornosti a tvorby půdních agregátů. Autoři (Crittenden a kol. 2016) příspěvkem potvrzují pozitivní vliv snížené intenzity zpracování na půdní vlastnosti.

Tabulka 5: Průměrné hodnoty koeficientu strukturnosti 2017 - 2019

Rok	Varianta	Strukturální elementy (% hmot.)						Koeficient strukturnosti
		nad 10 mm	5–10 mm	2–5 mm	0,5–2 mm	0,25–0,5 mm	pod 0,25 mm	
2017	1 Kontrola	39,45	26,82	18,96	13,57	0,33	0,87	1,48
	2 NeOsol	34,36	28,50	22,12	13,90	0,31	0,82	1,84
	3 Akeo	29,48	27,96	25,27	16,16	0,38	0,75	2,31
	4 ExplOrer	23,72	24,43	31,19	19,76	0,36	0,55	3,12
2018	1 Kontrola	40,06	22,62	18,23	13,68	1,48	3,92	1,28
	2 NeOsol	28,21	22,56	23,70	19,38	2,26	3,90	2,97
	3 Akeo	26,02	25,88	24,63	17,47	2,06	3,94	2,85
	4 ExplOrer	27,56	32,63	18,41	17,66	1,21	2,53	2,92
2019	1 Kontrola	62,84	15,63	14,62	6,42	0,16	0,32	0,58
	2 NeOsol	43,15	24,99	21,40	9,79	0,22	0,45	1,29
	3 Akeo	48,88	20,44	21,48	8,64	0,18	0,37	1,03
	4 ExplOrer	39,79	22,47	26,35	10,41	0,33	0,36	1,47

Analýza průběhu rozptylu 72 hodnot vzorků procentního zastoupení 5 kategorií prvků struktury poskytlo poměr F 0,00018534 s výslednou hodnotou P větší než 0,05 na hladině významnosti $\alpha = 5\%$ a statisticky významný rozdíl průměrné hodnoty závislá variabilní struktura půdy v různých variantách experimentu.

Sledování vlivu půdních biostimulantů na chemické vlastnosti

V polním experimentu byl dále sledován obsah organických látek, který koreluje s obsahem humusových látek. Na konci vegetace byl v půdě laboratorně změřen obsah (C_{ox}) a následně byl přepočten na obsah půdního humusu. Množství půdní organické hmoty patří k důležitým indikátorům kvality půdy Kosolapova a kol. 2016. Půdní reakce je důležitý ukazatel stavu půdního prostředí. Výsledky ukazují na statisticky významný rozdíl mezi variantami s aplikací půdních biostimulantů (2, 3, 4) oproti kontrole 1.

Tabulka. 6: Tukeyův HSD test

Varianta	Rok	pH	Sg.	C_{ox} (%)	Obsah humusu	Sg.
1 Kontrola	2017	6,3	a	1,23	2,13	a
2 NeOsol	2017	5,8	ab	1,50	2,59	b
3 Akeo	2017	5,9	ab	1,42	2,46	b
4 ExplOrer	2017	6,8	c	1,25	2,16	a
1 Kontrola	2018	6,0	a	1,39	2,40	a
2 NeOsol	2018	6,1	a	1,58	2,72	b
3 Akeo	2018	6,5	b	1,57	2,71	b
4 ExplOrer	2018	6,6	c	1,39	2,40	a
1 Kontrola	2019	6,0	a	1,30	2,24	a
2 NeOsol	2019	6,7	b	1,69	2,91	c

3 Akeo	2019	6,8	b	1,54	2,70	b
4 ExplOrer	2019	6,7	b	1,62	2,79	c

* Sg. = signification

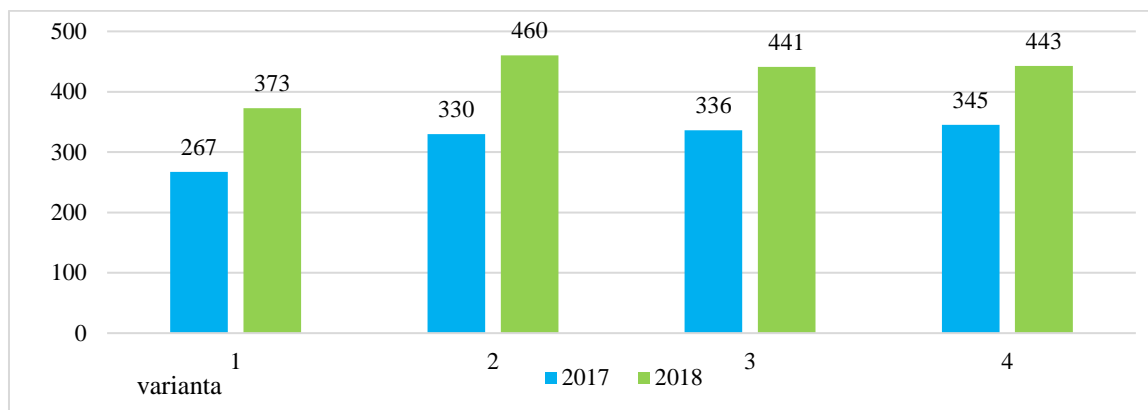
Hodnocení obsahu humusu podle Cox ukazuje, že obsah primární organické hmoty v druhém roce 2018 statisticky významně stoupal, viz tab. 6. Je zde také patrný vyšší obsah C_{ox} u variant 2, 3. U varianty 1 (kontrolní) byl obsah Cox nejnižší s hodnotou 1,39. Rok 2019 potvrdil trend vlivu aplikace půdních biostimulantů do půdy u variant 2 - NeOSol a 4 - ExplOrer, kdy byl pozitivní účinek na tvorbu kořeně a podporu kořenového vlášení, což potvrzují i naměřené hodnoty. Tato skutečnost poukazuje na fakt, že dostatečně rozvinutý kořenový systém s případnou biostimulací může pozitivně ovlivnit zásobu POH i v případě absence organického hnojení.

Pozitivní účinky půdních biostimulantů lze vysvětlit obsahem lehce rozložitelných látek na bázi uhlíku - C, které mají v počátečním stádiu rozvoje kořenového systému pozitivní vliv na symbiózu s mikrobiální aktivitou, dochází tak k tvorbě bohatšího kořenového vlášení s následným vlivem na obsah POH. Tím se zvyšuje i obsah Cox, což potvrzuje i autor Du Jardin 2015. Tímto směrem je možné zajistit udržování a zvyšování obsahu POH pro produktivní a neproduktivní funkce půdy.

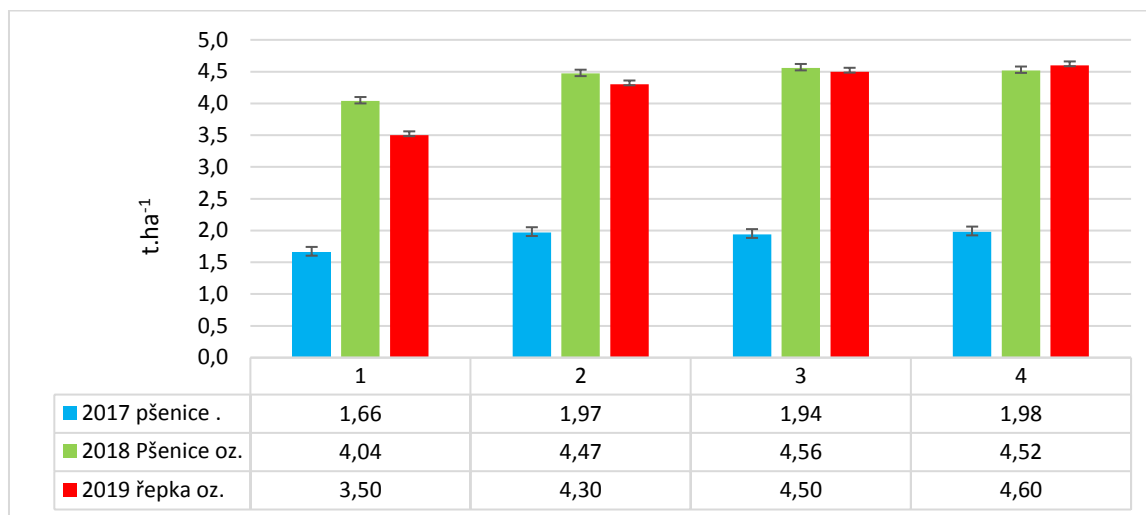
Sledování vlivu biostimulací na výnos pšenice

Výnos zrna u obilnin je podmíněn úrovní základních výnosových prvků, ke kterým patří počet klasů na jednotku plochy, počet zrn v klasu a jejich hmotnost (HTZ). Tyto prvky se postupně tvoří během růstu a vývoje rostliny. Ze všech sledovaných výnosotvorných prvků se nejvíce projevil celkový počet klasů na m^2 . V prvním roce 2017 na pšenici jarní již byly patrné rozdíly v počtu klasů na m^2 . Můžeme z výsledků konstatovat, že po aplikaci biostimulantů byla pšenice méně stresována suchem, lépe dokázala využít dodané mikroprvky, které podpořily odnožování, což se projevilo i v roce 2018 (graf 3).

Graf 3: Pšenice jarní - 2017, pšenice ozimá - 2018, počet klasů na m^2



Graf 4: Výnosy polních plodin 2017-2019 v $t \cdot ha^{-1}$



Výnosy 2017-2019 sledovaných polních plodin jsou uvedeny v grafu 4. Z výsledků vyplývá, že u variant s použitými biostimulanty (2, 3, 4) byly výnosy oproti kontrole - 1 statisticky průkazně vyšší v roce 2018 i při nízkých srážkách během vegetace.

Záver

Na základě tříletých výsledků dosažených výzkumným provozním projektem můžeme konstatovat, že aplikací půdních biostimulant lze dosáhnout významného zlepšení struktury půdy a její biologické aktivity, čímž umožňují zmírnit negativa chybějícího organického hnojení. Výsledkem jejich použití dochází k prohloubení aktivního fyziologicky využitelného půdního horizontu.

Dedikace

Výsledek vznikl za částečné podpory Ministerstva zemědělství, institucionální podpora MZE-RO1720.

Literatúra

- CALVO P., NELSON L., KLOEPPER J. W. 2014. Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant Soil* 383, 3–41. 10.1007/s11104-014-2131-8
- CARADONIA, F., BATTAGLIA V., RIGHL L., PASCALI G. A LA TORRE A. Plant Biostimulant Regulatory Framework: Prospects in Europe and Current Situation at International Level. *Journal of Plant Growth Regulation*. 2019, 38(2), 438-448. ISSN 07217595. DOI: 10.1007/s00344-018-9853-4.
- CORDERO J., GERMIDA J. J.: Bacterial microbiome associated with the rhizosphere and root interior of crops in Saskatchewan, Canada. *Canadian Journal of Microbiology*. 2020, 66 (1), 71-85. DOI: 10.1139/cjm-2019-0330. ISSN 14803275.
- DU JARDIN P.: Plant biostimulants: definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae*, p 196, 3-14. DOI: 10.1016/j.scienta.2015.09.021. ISSN 03044238, 2015.
- EBIC (The European Biostimulants Industry Council), 2020. What are biostimulants? Available online at: <http://www.biostimulants.eu/about/what-are-biostimulants>, <http://www.biostimulants.eu/benefits-of-biostimulants/sustainable-agriculture/>
- FIORENTINI, M., S. ZENOBI, E. GIORGINI, D. BASILI, C. CONTI, C. PRO, E. MONACI A R. ORSINI. Nitrogen and chlorophyll status determination in durum wheat as influenced by fertilization and soil management: Preliminary results. *PloS one*. 2019, 14(11), DOI: 10.1371/journal.pone.0225126. ISSN 19326203.

- GOBIN, A. Impact of heat and drought stress on arable crop production in Belgium. *Natural Hazards and Earth System Sciences*. 2012, 12(6), 1911-1922. DOI: 10.5194/nhess-12-1911-2012. ISSN 15618633.
- HELLEQUIN, E., C. MONARD, A. QUAISER, M. HENRIOT, O. KLARZYNSKI A F. BINET: Specific recruitment of soil bacteria and fungi decomposers following a biostimulant application increased crop residues mineralization. *Plos One*. 2018, 13(12). DOI: 10.1371/journal.pone.0209089. ISSN 19326203.
- KALUŻEWICZ A., KRZESIŃSKI W., SPIŻEWSKI T. AND ZAWORSKA A., 2017. Effect of biostimulants on several physiological characteristics and chlorophyll content in broccoli under drought stress and re-watering. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 45, 197–202. DOI: [org/10.15835/nbha45110529](https://doi.org/10.15835/nbha45110529)
- KOSOLAPOVA, A., YAMALTDINOVA, V., MITROFANOVA, E., FOMIN, D., A TETERLEV, I. 2016: Biological Activity of Soil Depending on Fertilizer Systems. *Bulgarian Journal of Agricultural Science* 2016, 22(6), 921-926. ISSN 13100351.
- KUMAR, J.: Root structural and functional dynamics in terrestrial biosphere models – evaluation and recommendations. *New Phytologist*. 2015, 205(1), 59. ISSN 0028646X.
- LHOTSKÝ J., 2000: Soil compaction and its measurement. Study report. UZPI Prague, 61 s.
- NAKHRO, N, AND M. S. DKHAR: 2010. Impact of organic and inorganic fertilizers on microbial populations and biomass carbon in paddy field soil. *Journal of Agronomy*, 9: 102-110.
- NĚMEČEK, J. a kol: Taxonomic classification system of soils Czech Republic. 2. adj. edition Prague: Czech University of Agriculture, pp 94. ISBN: 978-80-213-2155-7, 2011.
- NELSON, D. W., SOMMERS, L. E.: Total carbon, organic carbon, and organic matter. In: Page, A. L., Miller, R. H., Keeney, D. R. (eds.). *Methods of Soil Analysis. Part 2*. ASA, SSSA Publ., Madison, Wisconsin, 1982.
- NIMMO, J. R.: Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences. DOI: 10.1016/B978-0-12-409548-9.05087-9. ISBN 9780124095489, 2013.
- MILLER, R. H., 1990. Soil microbiological inputs for sustainable agricultural systems. In: Edwards, C. A., Lal, R., Madden, P., Miller, R. H., House, G. (Eds.), *Sustainable Agricultural Systems*. Soil Water Conservation Society, pp. 614–623.
- RENNE, R. R., SCHLAEPFER D. R., PALMQUIST K. A., BRADFORD J. B., BURKE I. C. A LAUENROTH W. K. Soil and stand structure explain shrub mortality patterns following global change-type drought and extreme precipitation. *Ecology*. 2019, 100(12), e02889. ISSN 19399170. DOI: 10.1002/ecy.2889
- SOPPELSA S, KELDERER M. C., CASERA C., BASSI M., ROBATSCHER P., ANDREOTTI C.: Use of biostimulants for organic apple production: effects on tree growth, yield, and fruit quality at harvest and during storage. *Front Plant Sci*. 2018; 9:1342. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01342>
- ŠINDELKOVÁ I., BADALÍKOVÁ B., KUBÍKOVÁ Z. 2019: The soil biostimulant usage effect on soil properties in dry area. *Proceedings of the 19th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM, Soils, Forst ecosystems*. Albena, Bulgaria. Issue: 3.2, pp 561–568.
- TRETOWSKI, J.; WÓJCIK, R. *Methodology of Agricultural Experiments*; Wyzsza Szkoła Rolniczo-Pedagogiczna: Siedlce, Poland, 1991; pp. 331–334. (In Polish)
- VANDENKOORNHUYSE P., QUAISER A., DUHAMEL M., LE VAN A. AND DUFRESNE A., 2015. The importance of the microbiome of the plant holobiont. *New Phytologist*, 206, 1196–1206. DOI: [org/10.1111/nph.13312](https://doi.org/10.1111/nph.13312)
- VOPRAVIL J. a kol. 2010: Půda a její hodnocení v ČR. 1. vyd. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, str. 54, 2009-2011. 2 sv., 148 s., ISBN 978-80-87361-05-4.
- WOERMANN E., 1944. Ernährungswirtschaftliche Leistungsmaßstäbe. *Mitteilungen der Landwirtschaft*, 59, 787–792.

ZBÍRAL J.: Analysis of soil. Unique technics, [in Czech], Brno: Central Institute for Supervising and Testing in Agriculture, 2004.

ZHENG Y. L., CHEN C. Y., LUO Z. H., ZHANG G, S. P. WANG A L. D. GUO: Plant Identity Exerts Stronger Effect than Fertilization on Soil Arbuscular Mycorrhizal Fungi in a Sown Pasture. Microbial Ecology, 2016, 72(3), 647-58. DOI: 10.1007/s00248-016-0817-6. ISSN 1432184X.

Kontaktní adresa:

Ing. Ivana Šindelková, Bioprates s.r.o., Loděnice 182, 671 75 Loděnice

e-mail: sindelkova@zdravapuda.cz

Ing. Ľubomír Marhavý, Bioprates s. r. o., Prostějovská 14035/125, Prešov

e-mail: marhavy@bioprates.sk