



Zborník referátov

z medzinárodnej konferencie, ktorá sa konala
19. – 20.6.2019 v Liptovskom Jáne

Lesné semenárstvo, škôlkarstvo a umelá obnova lesa 2019

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

Editor: Ing. Miriam Sušková, PhD.

Vydalo: Združenie lesných škôlkarov Slovenskej republiky, Snina
1.vydanie – náklad 100 výtlačkov
Copyright © Združenie lesných škôlkarov Slovenskej republiky, 2019

ISBN 978-80-972697-2-2



OBSAH

NOVÉ TECHNOLOGIE V SEMENÁŘSKÉM ZÁVODĚ V TÝNIŠTI NAD ORLICÍ

Ing. Marek Zeman, Ing. Miloš Pařízek

VYBRANÉ ASPEKTY ZAJIŠŤOVÁNÍ A UŽÍVÁNÍ SADEBNÍHO MATERIÁLU LESNÍCH DŘEVIN PRO OBNOVU LESA V ČR

Petr Martinec, Jarmila Nárovcová, Václav Nárovec, Přemysl Němec

MOŽNOSTI A LIMITY CEZHRANIČNÉHO PRENOSU LESNÉHO REPRODUKČNÉHO MATERIÁLU V ZÁUJME ADAPTÁCIE LESOV NA KLIMATICKÉ ZMENU

Longauer, Roman., Bednářová Dagmar, Národné lesnícke centrum, Lesnícky výskumný ústav
Zvolen

TVORBA SMÍŠENÝCH POROSTŮ S DOUGLASKOU

Ing. Jan Leugner, Ph.D, Ing. Jiří Novák, Ph.D.

VLIV RŮZNÉ INTENZITY HNOJENÍ KRYTOKOŘENNÉHO SADEBNÍHO MATERIÁLU BUKU VE ŠKOLKÁCH A JEHO NÁSLEDNÉ ODRŮSTÁNÍ VE VÝSADBÁCH

Antonín Jurásek, Jan Bartoš

SKLADOVÁNÍ KRYTOKOŘENNÉHO SADEBNÍHO MATERIÁLU

Kateřina Houšková, Oldřich Mauer

ODOLNOST FOTOSYNTÉZY VOČI VYSOKÝM TEPLOTÁM U LESNÝCH DŘEVÍN

Dušan Gömöry, Daniel Kurjak, Diana Krajmerová, Matúš Hrivnák

E-LOS – STAV ELEKTRONIZÁCIE SLUŽIEB LOS V ROKU 2019

Andrej Kunca, Milan Zúbrik, Christo Nikolov, Juraj Galko, Andrej Gubka, Michal Lalík, Roman
Leontovyč, Slavomír Rell, Jozef Vakula, Valéria Longauerová, Miriam Maľová, Marcel Dubec

VODNÍ AKTIVITA U SEMEN LESNÍCH DŘEVIN A JEJÍ VYUŽITELNOST V NÁRODNÍ BANCE OSIVA ČR

Lena Bezděčková, Pavel Kotrla, Josef Cafourek

ZVÝŠENÍ RETENCE VODY V PŮDĚ POMOCÍ ORGANICKÉHO HNOJENÍ JAKO PROSTŘEDEK ADAPTAČNÍCH OPATŘENÍ KE ZMĚNĚ KLIMATU

Martin Stehlík, Petr Hutla

NOVÉ TECHNOLOGIE V SEMENÁŘSKÉM ZÁVODĚ V TÝNIŠTI NAD ORLICÍ

Ing. Marek Zeman, Ing. Miloš Pařízek

Anotace: Semenářský závod v Týništi nad Orlicí v roce 2018 a 2019 zavedl nové technologie na zpracování zejména osiv listnatých dřevin. V příspěvku jsou uvedeny hlavní tři realizované a plánované investiční akce – parní termoterapie žaludů, pneumatické čištění a třídění osiv a optické třídění osiv, včetně nového strojního vytrídění naklíčené bukvice.

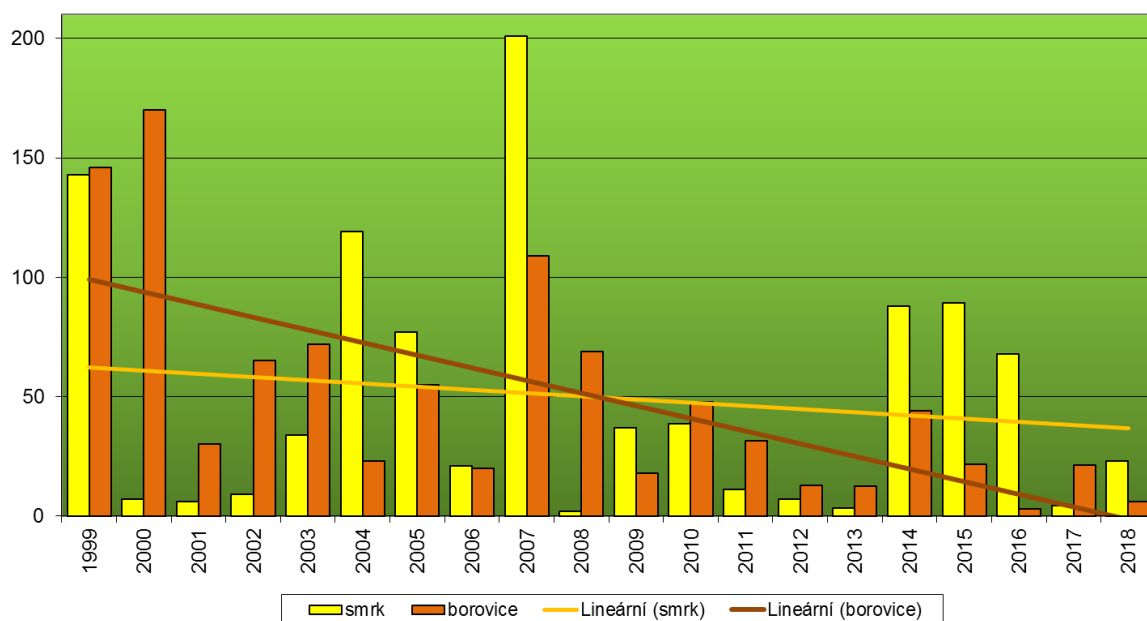
Klíčová slova: Lesní semenářství, termoterapie žaludů, pneumatický třídíč, optický třídíč, třídění naklíčené bukvice.

Úvod

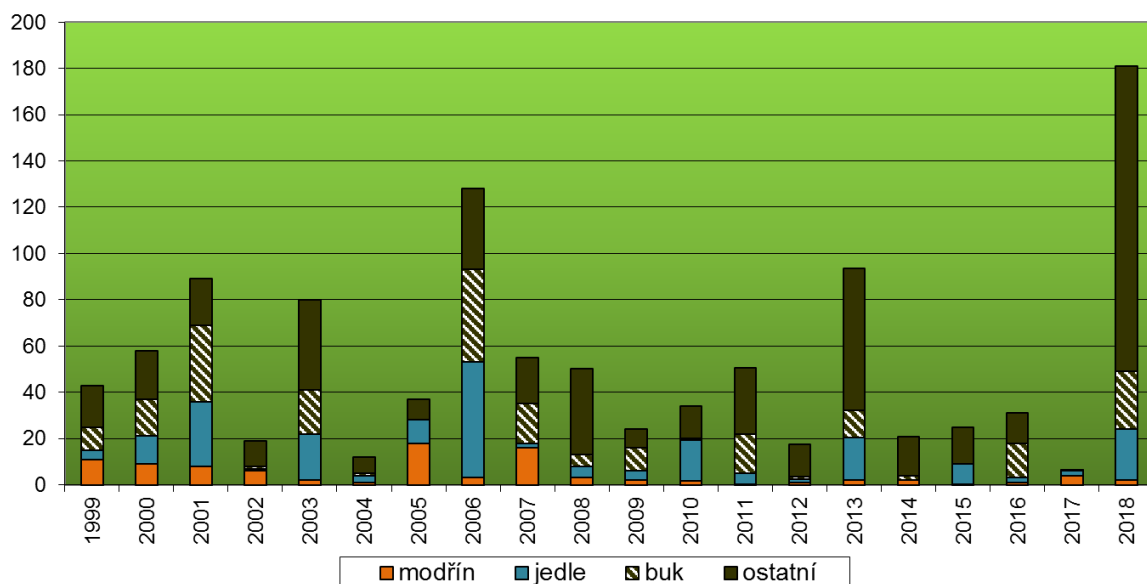
Při odhadu úrody v roce 2018 bylo patrné, že je před námi významný semenný rok většiny lesních dřevin. V souvislosti s vyčerpáním zásob krátkodobě skladovatelných osiv zejména buku a dubů celý školkařský sektor s napětím sledoval jaké budou mít extrémní klimatické podmínky, včetně sucha, vliv na vývoj semenného roku 2018. V kontextu plošného odumírání jehličnatých lesů nejen na Moravě a na Vysočině byl na Semenářský závod Lesů ČR (dále jen „SZ“) ze strany Ministerstva zemědělství vyvíjen logický tlak na zajištění semenného materiálu pro potřeby školkařského sektoru. V této souvislosti poprvé v historii navštívil SZ dne 25.5.2018 osobně ministr zemědělství pan Ing. Jiří Mílek.

Semenářský závod byl uveden do provozu v roce 1971, kdy byl koncipován na zpracování osiv jehličnatých dřevin, listnaté osivo se zpracovávalo v omezeném množství. Zpracování semenné suroviny smrku ztepilého a borovice lesní klesá.

Graf množství (t) zpracování semenné suroviny SM a BO za posledních 20 let.



Graf množství (t) zpracování semenné suroviny MD, JD, BK a ostatních listnáčů za posledních 20 let.



Nová technologie na termoterapii žaludů.

Během semenného roku dubů SZ kalkuloval, jaké jsou maximální kapacity na zpracování a skladování žaludů. Tyto kapacity jsou dány jednak množstvím vyčištěného osiva plavením za směnu, množstvím ošetřeného osiva termoterapií za směnu a množstvím obalů na uskladnění žaludů v návaznosti na velikost skladovacích mrazících boxů.

Plavení žaludů je v SZ prováděno v nerezových 400 l objemných nádobách, do kterých se napustí voda a žaludy se přeplaví. Promícháním žaludů ve vodě a odebráním žaludů, které vyplavaly se oddíl zbaví prázdných, přeschlých, hmyzových žaludů. Kleslé žaludy ke dnu jsou následně přemístěny do termoterapie.

Termoterapie žaludů spočívá v ošetření žaludů teplotou 42 °C po dobu minimálně 2 h, při které dochází k inaktivaci hlízky žaludové (*Ciboria batschiana* (Zopf) Buchwald). Původní kapacita SZ na termoterapii byla limitovaná používanou technologií 2 ohřívacích nádob (kotlů) s kapacitou 90 kg na jednu várku a kotel. V této lince se za 8 h směnu ošetří maximálně 480 kg žaludů. Předpokládané množství ošetřovaných žaludů při plánování sběru bylo celkem 40 000 kg. Takové množství by vyžadovalo 83 pracovních směn na ošetření, což činí necelé 4 měsíce skladování žaludů v chladících boxech před samotnou termoterapií. Protože žaludy v roce 2018 měly kriticky nízkou vlhkost okolo 40 % (vlhkost nesmí klesnout pod 38 %), bylo nutné řešit zrychlení zpracování, aby se co nejvíce zkrátila doba dočasného skladování. Na základě těchto skutečností vedení Lesů ČR, s.p. odsouhlasilo investiční záměr SZ na pořízení termoboxů na termoterapii žaludů. SZ se podařilo zrealizovat investici do konce října 2018, kde byly do plného provozu spuštěny 2 termoboxy od společnosti Kovos Nový Knín s.r.o. s celkovou kapacitou 5000 kg za 8 h směnu!

Termoterapie v termoboxech je prováděna ošetřením žaludů párou o teplotě 42 °C. Oproti plánovanému množství 40 t žaludů bylo v SZ ošetřeno a uskladněno celkem 72,4 t žaludů (48,4 t DB a 24 t DBZ). **Díky zprovoznění nové technologie byly veškeré oddíly žaludů ošetřeny termoterapií a mořením a uskladněny v mrazících boxech do konce listopadu 2018!** Tím jsme uchránili žaludy před snížením kvality (ztrátě vlhkosti pod kritických 38 %) přechodným skladováním v chladících boxech. Při parní termoterapii žaludy přijaly další potřebnou vlhkost.

Z pohledu SZ je přínosné, že nová linka parní termoterapie využívá odpadní teplo z dohořivací komory parní kotelny na tuhá paliva (piliny, šišky) oproti stávající lince termoterapie, kde je voda v kotlích na termoterapii ohřívána energeticky náročnými elektrickými topnými tělesy.



Obrázek 1 Parní termoterapie žaludů

Žaludy po termoterapii byly namořeny přípravkem Dithane a po povrchovém oschnutí uskladněny v uzavřených obalech. Pro menší oddíly se využily plastové 140 l sudy, větší oddíly nad 400 kg byly uskladněny v plastových paletových boxech. Největší oddíly byly uskladněny v IBC kontejnerech o objemu 1000 l. Pro důkladné zamražení bylo do nádob umístěno potřebné množství perforovaných PE trubek, která napomáhají rychlému odvedení tepla z prostoru žaludů a tím rychlejšímu zastavení biologických procesů v žaludech.

Celý proces mražení je kontrolován vně i uvnitř skladovaných žaludů pomocí datalogerů, zaznamenávajících kontinuální průběh teploty.

Nové kapacity na zpracování a předosevní přípravu bukvic

Pneumatický třídící stůl

SZ řešilo obdobně jako u kapacity zpracování a skladování žaludů možnosti navýšení objemu zpracovávaných, skladovaných a stratifikovaných bukvic. Výrazné sucho na většině území ČR způsobilo snížení kvality bukvic. V některých lokalitách nebyl sběr bukvic možný, neboť bukvice zaschly a byly neživotné. Přesto se podařilo maximálně využít úrodu v oblastech, kde byla kvalita bukvic přijatelná (zejména v oblasti Litvínova, Strážnice). Kvalita semenné suroviny byla dle způsobu sběru rozdílná, nejkvalitnější bukvice byla ze sběru do sítí. Nejvíce příměsí nečistot bylo v semenné surovině shrabávané ze země a ručně předčištěné. Pro co největší využití všech zdrojů semenné suroviny SZ využilo možnost čištění bukvice na pneumatickém třídícím stole ve firmě Labris s.r.o. v obci Dobré. Pneumatický třídící stůl dokázal ze suroviny odstranit většinu nečistot a to jak lehké, tak těžké příměsí (štěrk). Dále dokázal ze suroviny odstranit prázdná, hluchá semena. Průměrná sypavost suroviny byla 75% při docílení čistoty nad 99%. Celkem se získalo 20,1 t osiva. Pro následné zpracování, skladování bukvic a stratifikaci je důležité získat co nejkvalitnější osivo, čímž je minimalizován podíl mrtvých a plísňemi

napadených semen při stratifikaci. Proto SZ v roce 2019 plánuje začlenit pneumatický třídící stůl do stávající linky na zpracování bukvic.



Obrázek 2 Pneumatický třídící stůl ve firmě Labris s.r.o



Obrázek 3 Třídění bukvic na pneumatickém třídícím stole (v přední části je kvalitní čistá bukvice, v zadní části stolu jsou nečistoty a prázdné bukvice)

Optický třídič

Stratifikace buku probíhá v SZ bez média, což umožňuje třídění během stratifikace. Během stratifikace dochází k černání napadených či neživotných bukvic, které je nutné ručně vybírat.

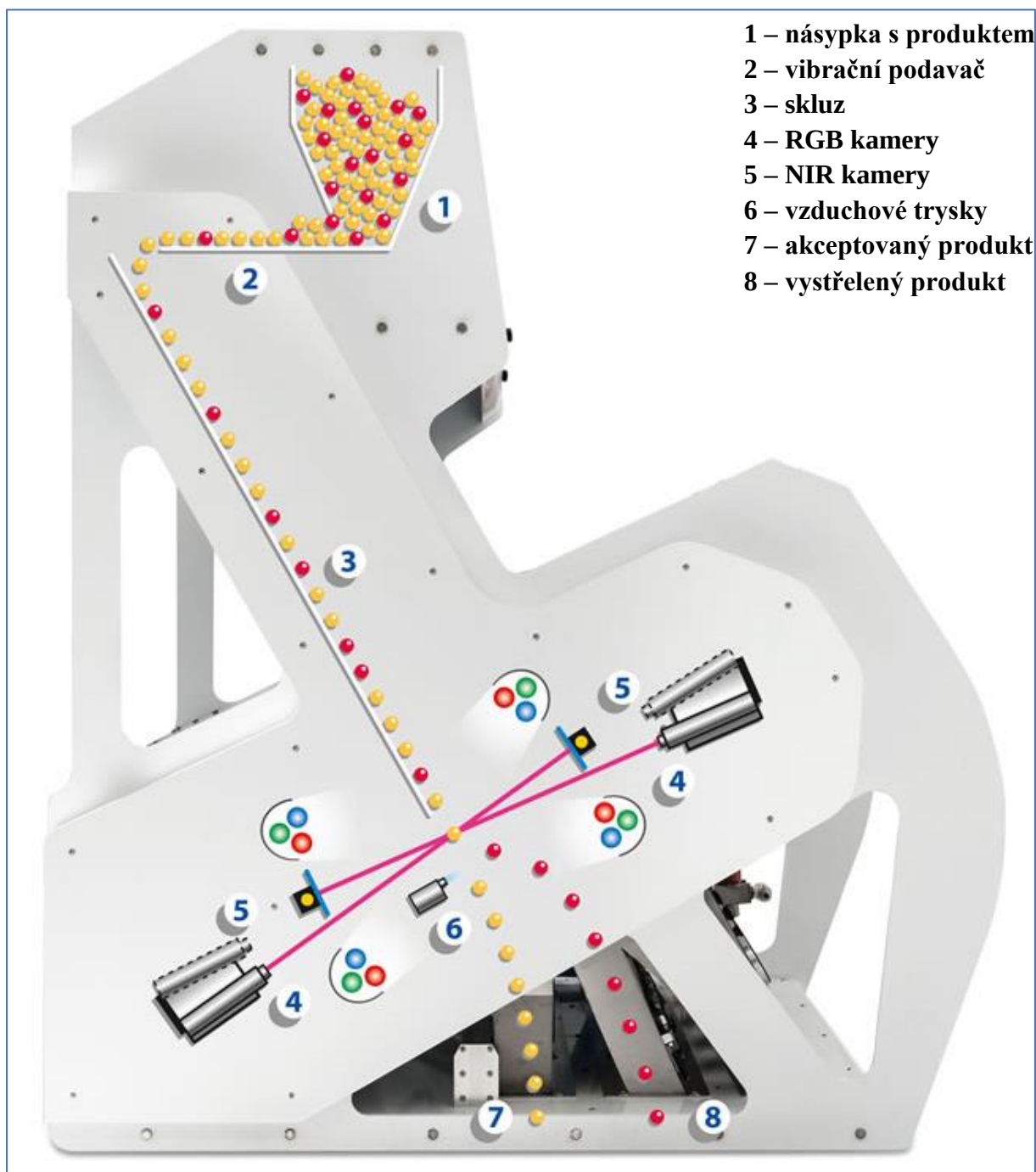
Rozdíl mezi světle hnědou zdravou bukvicí a černou bukvicí, podobně i napadenou bukvicí s projevem zaplísnění na povrchu bukvice lze vytrít nově pomocí optického třídiče.

V některých provozech se pro zamezení infekce zdravých bukvic od napadených využívají mořící přípravky na ochranu rostlin (dříve přípravek Vitavax s účinnou látkou Thyram, který je pro lesnické účely a moření semen v současnosti zakázán, náhradou je přípravek Dithane). Pro úspěšnost naklíčování a následné sje bukvic je vhodnější vybírat napadené bukvice a tím přímo eliminovat houbovou infekci od napadených semen. Ruční vybírání napadených bukvic je velice pracné, přitom kapacita ručního přebírání je omezená počtem zaměstnanců SZ.

Pro navýšení kapacity stratifikace bukvic v SZ byl zpracován investiční záměr na pořízení optického třídiče. Schválený záměr byl realizován v průběhu října 2018 až února 2019, kdy byl dne 15.2.2019 předán optický třídič Chromex od výrobce Cimbria do užívání. V té době bylo již možné třídit stratifikovanou bukvicí od neživotných a napadených bukvic. V průběhu měsíce března 2019 se zaměstnancům SZ podařilo stanovit pracovní postup na třídění naklíčených bukvic pomocí optického třídiče.



Obrázek 4 Optický třídič v Semenářském závodě v Týništi nad Orlicí



RGB kamery

- rozlišení 4096 pixelů, optické rozlišení 0.06 mm v rozdílu barvy a odstínu.

- rozpoznají až 16 miliónů individuálních barev
- rychlost snímání kamer je 18.000 krát/s (18 KHz).

NIR kamery

- snímají infračervené oblasti
- optimalizují vytrídění cizích těles z produktu se stejnou barvou ale jinými fyzikálními vlastnostmi, jako jsou kameny

Vzduchové trysky

- 54 ks trysek na 27 cm širokém skluzu dokáže 1000 výstřelů / s

Obrázek 5 Popis principu optického třídění semen

Pro pěstování krytokořenného sadebního materiálu je důležité pro zákazníky připravit osivo ideálně takové, které vykazuje čistotu 100 %, klíčivost blíží se 100 % a sjednocenou fázi stratifikace popř. naklíčení. Školkařské provozy řeší tento požadavek ručním vybíráním naklíčených bukvic a jejich vysetím, či sjednocením zamražením. Ruční vybírání bukvic naráží na kapacity lidských zdrojů a jejich výkon (reálně 5 kg vybrané naklíčené bukvice za směnu). Optické třídění umožňuje získání naklíčených semen ze stratifikovaného oddílu. Reálný výkon optického třídění dle velikosti oddílu je 150 kg tříděných bukvic za 1 h, tedy 1 200 kg za 8 h směnu. Za předpokladu potřeby vytřídění naklíčených bukvic z oddílů 2 x za týden je možné sjednocovat naráz 3 000 kg nakličovaných oddílů bukvic.

Základní fakta o optickém třídění naklíčené bukvice:

- Třídění naklíčených bukvic umožňuje stratifikace bez média.
- Nakličované osivo musí být před nakličováním vytříděno od neživotaschopných a zejména plesnivějících semen
- Nakličované osivo pro třídění musí být udržováno v optimálních podmínkách (dovlhčování, $t = 3$ až $5\text{ }^{\circ}\text{C}$)
- Díky rychlosti třídění je doba, kdy je tříděné osivo mimo chladicí box v řádech minut.
- Třídění nakličovaného oddílu se provádí ve fázi puknutí bukvice a vlastního prodlužování klíčků.
- Rozlišení optického třídění umožňuje vytřídění bukvic s klíčkem velikosti od cca 2 mm.
- Optické třídění nepoškozuje klíčky.
- Opakovaným tříděním nakličovaného oddílu a zamražením vybraných naklíčených bukvic lze sjednotit bukvice ve stejné fázi naklíčení.

U subjektů, které nabízejí službu ručního vybírání naklíčených bukvic, cena za tuto službu převyšuje 350 Kč / kg. Strojní třídění snižuje náklady na více jak polovinu. Pro rok 2020 počítá SZ u služby vytřídění naklíčených bukvic z oddílů s cenou 150,- Kč za 1 kg nakličovaných bukvic na vstupu.

Obrázek 6 Snímek naklíčené bukvice z optického tříděče



Obrázek 7 Naklíčená bukvice

Optický tříděč umožňuje v SZ zvýšit kvalitu dalších druhů osiv. Kromě programů na třídění bukvic jsou v optickém tříděči nastaveny programy na dočištění semen dužnatých plodů JR, HR,

JB, BRK, OSK a také programy na třídění LP, OL. Z jehličnatých dřevin ověřujeme teorii rozdílné skladovatelnosti a rozdílného snižování kvality v čase mezi tmavými a světlými semeny borovice lesní, kterou zjistil již v roce 1931 pan Ing. G. Vincent a A. Freudl (Lesní semenářství, SZN, 1965).

Modernizací Semenářského závodu se Lesy ČR, s.p. ve spolupráci se školkařskými subjekty v ČR snaží řešit zajištění dostatečného množství kvalitního reprodukčního materiálu lesních dřevin na zalesnění kalamitních holin.

Autoři:

Ing. Marek Zeman
Lesy České republiky, s. p.,
Semenářský závod Týniště nad Orlicí,
Za Drahou 191, 217 21 Týniště nad Orlicí
email: marek.zeman@lesy-cr.cz; tel.: +420 725 627 802

Ing. Miloš Pařízek
Lesy České republiky, s. p.,
Semenářský závod Týniště nad Orlicí,
Za Drahou 191, 217 21 Týniště nad Orlicí

VYBRANÉ ASPEKTY ZAJIŠŤOVÁNÍ A UŽÍVÁNÍ SADEBNÍHO MATERIÁLU LESNÍCH DŘEVIN PRO OBNOVU LESA V ČR

Petr Martinec, Jarmila Nárovcová, Václav Nárovec, Přemysl Němec

Abstrakt

Rok 2019 zastihuje tuzemské lesní hospodářství (LH) a některé jeho složky, úseky a činnosti v hluboké krizi. Gradace podkorního hmyzu prostupuje mnohými regiony České republiky (ČR), vede k rychlému plošnému rozpadu adultních jehličnatých porostů a generuje četné a místy i rozsáhlé kalamitní holiny. S nahodilou těžbou postižených lesních porostů návazně zažívá kapacitní disharmonii zpracovatelský průmysl (evropský trh je dřívím přesycen). Kapacitní problémy (avšak opačného charakteru) přitom už nejméně dvě desetiletí doprovázejí i segment pěstování, obnovu a zakládání lesa včetně lesního školkařství (pro zabezpečení úkolů pěstební činnosti chybějí v ČR na potřebných dělnických pozicích kvalifikovaní pracovníci). Krizi v odvětví LH též umocňuje a komplikuje neschopnost některých kalamitou postižených lesních majetků zabezpečit do budoucna vlastní samofinancování. Nežádoucím vývoji v LH se nyní Ministerstvo zemědělství (MZe) snaží čelit úpravou legislativy (zákon č. 90/2019 Sb.) a vydáváním *opatření obecné povahy*, která mají usnadnit vlastníkům a správcům lesních majetků efektivní potlačení kůrovcové kalamity a zvládnutí úkolů při obnově narušených lesních ekosystémů. Přípravuje se i nový okruh koncepčních a metodických materiálů, které mají v praxi podpořit profylaxi, diverzifikaci a diferenciaci při obhospodařování (zejména při zakládání a výchově) druhově pestrých a bohatě věkově i prostorově strukturovaných porostů. Takové porosty mají být základem lesnických adaptačních opatření vůči probíhajícím globálním klimatickým změnám (GKZ). Nežádoucím dopadům GKZ, jejichž častým projevem v posledních letech v ČR bývají také neobvykle intenzivní a současně vleklé epizody sucha, se přitom musí bránit celá společnost. Je to zásadní strategický a prioritní úkol prakticky pro celý agrokomplex (MZE 2016), neboť ten dominantním způsobem spoluvytváří funkční prostředí našeho venkova a ovlivňuje veškeré jeho složky (MŽP 2017; VLÁDA ČR 2017). V rámci vědních oborů fyziologie a genetika lesních dřevin (resp. zakládání lesů) nyní ve středoevropském prostoru zaznívají také návrhy na zajištění asistované migrace (importu) na GKZ lépe adaptovaného SMLD z mediteránních či jiných oblastí (cf. <https://www.interreg-central.eu/Content.Node/SUSTREE.html>). Přestavbou proto mohou relativně brzy projít mnohé až dosud tradičně vyznávané principy využívání domácích zdrojů reprodukčního materiálu lesních dřevin (RMLD) při pěstování lesa.

Klíčová slova

lesní školky; sadební materiál lesních dřevin (SMLD); smluvní pěstitelství

Podmínky pro obnovu lesa v ČR – aktuální situace v lesním hospodářství

Vlivem kůrovcové kalamity nyní v ČR razantně vzrostl podíl nahodilé těžby (NT). Na její realizaci chybějí potřebné těžební, dopravní, skladovací a zpracovatelské kapacity; stejně tak k obsluze těchto kapacit chybějí kvalifikovaní pracovníci především na dělnických pozicích. Čím více kalamitního dříví se v lesním hospodářství (LH) daří zpracovat, tím více se jím zahlcuje trh, čímž klesá výkupní cena nabízené dřevní hmoty (MARTINEC 2019). U mnohých vlastníků lesa tak dochází ke ztrátě ekonomické rentability LH a je do budoucna ohroženo samofinancování lesních majetků výnosy z prodeje dříví (ex ŠEBEK 2019).

Rozvoj kalamity se odráží i na množství vykazovaných holin v lesích. Přestože evidovaná bilance holin narůstá zpozdvolna, realita v lesích je odlišná. Odhadovaná plocha holin vzrostla více jak na

dvojnásobek doposud běžného stavu a dalšímu prudkému navyšování brání především již zmiňovaný nedostatek kapacit na zpracování NT. Díky tomu, že jsou na mnohých místech ponechávány stojící sterilní souše s předpokladem dotěžení teprve v budoucnu, je do jisté míry zbrzděn (a ve výkaznictví podhodnocován) aktuální nárůst výměry holých ploch.

Přestože by se dalo předpokládat, že poptávka po SMLD musí zákonitě stoupat stejně jako objem vytěženého dřeva, není tomu tak. Někteří vlastníci lesa vyčkávají na přirozenou obnovu nebo jsou porosty zakládány výhradně s jím. Také se využívají *opatření obecné povahy* Ministerstva zemědělství, která ve smyslu zákon č. 90/2019 Sb. umožňují v kalamitních oblastech odložit zalesnění holin až ve lhůtě pět let po vzniku zákonné povinnosti. Je tedy stále těžší odpovědět na otázku: „Vyprodukují lesní školky dostatek sazenic?“ I přes zvýšený zájem se ve školkách po každém jarním expedičním období (i letošním) najdou značná množství volného SMLD (i listnáčů), jež nebyl využit k obnově lesa a musel být ve školkách zlikvidován. Důvodů je více:

- 1) dostatek takového sortimentu SMLD, po kterém není odpovídající zájem,
- 2) nedostatečná (či dokonce žádná) komunikace mezi dodavateli a odběrateli SMLD,
- 3) nedostatek pracovníků v sektoru LH obecně či jiné provozní překážky, atd.

Stále častěji se také objevuje obava ze strany dodavatelů služeb, zda budou mít vlastníci a správci lesa dostatek finančních prostředků na realizaci výsadeb a dalších prací, souvisejících se zvládáním kalamity (podrobněji na příkladu realizační firmy rozvedl např. ŠEBEK 2019).

Mezi aspekty, které v současném lesním školkařství v České republice vyžadují z pohledu producentů SMLD prvořadou pozornost, patří:

- měnící se klimatické podmínky pro pěstování SMLD;
- obtížně odhadnutelný vývoj poptávky po SMLD;
- svazující pravidla pro obchodování se SMLD;
- nejasné kontury smluvního pěstitelství.

Měnící se klimatické podmínky pro pěstování SMLD

Globální klimatická změna způsobuje stále se častěji objevující tzv. nepřímé vlivy klimatu, které zvyšují četnost abiotických disturbancí (např. vichřice, sucho, povodně apod., které jsou v mnohých případech akcelerátory dalších poškození lesních porostů biotickými činiteli. Za poslední čtyři vegetační období byla produkce SMLD v ČR např. poškožována extrémním suchem (především v letech 2015 a 2018) a silnými pozdními mrazy (hlavně na jaře 2017). Změněné klimatické podmínky jsou také zásadním faktorem při zajišťování semenné suroviny a při uspokojování produkce SMLD.

Klimatické změny nepříznivě ovlivňují úrodu a kvalitu osiv lesních dřevin a sekundárně tedy postihují i kvantitu a kvalitu pěstovaného SMLD. Od roku 2015 byl například 3 roky po sobě nedostatek žaludů dubu zimního v oblasti Karpat, takže chyběl i v nabídce SMLD v ČR. Změna nastala až na podzim loňského roku (2018). Díky nadprůměrné úrodě se v ČR vysel a částečně uskladnil až šestinásobek objemu běžného roku v dubech (zimní a letní) z téměř všech proveniencí ČR. Bukvice se podařilo zajistit trojnásobné množství běžného roku, ale její kvalita byla snížena suchem v průběhu zrání.

V rámci vědních oborů fyziologie a genetiky lesních dřevin (resp. zakládání lesů) nyní ve středoevropském prostoru obecně vystupují do popředí také nejrozumnější výzkumné iniciativy, přičemž např. zaznívají také návrhy pro ČR na zajištění asistované migrace (importu) na GKZ lépe adaptovaného SMLD z mediteránních či jiných oblastí Evropy (cf. <https://www.interreg-central.eu/Content.Node/SUSTREE.html>).

Tyto i další vlivy představují pro plánování množství a sortimentu požadovaného SMLD ve školkách značné komplikace a vnášejí do podnikání lesních školkařů značnou nejistotu.

Obtížně odhadnutelný vývoj poptávky po SMLD

Poptávku po SMLD doprovází také nejistota, vyplývající z předpokládané změny právních norem a pravidel finančních podpor pro vlastníky a správce lesů. Celou řadu situací a okolností hluboké krize v LH (popisují např. MAUER et al. 2018; NĚMEC 2018; SIMANOV 2018; SURMANOVÁ 2018 aj.) neumíme ani odhadovat. Uvádí se (MARTINEC 2018, 2019) také budoucí nepřehledná situace na úseku pěstování SMLD, jelikož především s letoškem přichází také dramatická změna poptávky SMLD ve prospěch listnatých dřevin a také je radikálně akcelerována poptávka po dalším zvyšování podílu krytokořenného sadebního materiálu (KSM), pěstovaného intenzivními technologiemi na organických pěstebních substrátech.

Na podzim roku 2018 a na jaře 2019 zpracoval Ústav pro hospodářskou úpravu lesů úvodní dvě etapy studie, nazvané Generel obnovy lesních porostů po kalamitě (ÚHÚL 2018, 2019). Její součástí jsou i rámcové odhady potřeby sadebního materiálu pro obnovu lesa. Např. původní odhad pro Olomoucký, Moravskoslezský a Zlínský kraj kalkuloval s množstvím 21,5 mil. kusů smrku (v tu dobu ještě platné vyhlášky č. 83/1996 Sb.), dle nové vyhlášky č. 298/2018 Sb. vychází již rámcová spotřeba na 3,1 mil. kusů smrku. Z těchto hodnot je tedy zřejmé, jak razantní změny v poptávce po SMLD z roku na rok nastávají. Pěstování SMLD však představuje proces, který trvá několik let. Mezi okamžikem rozhodnutí školkařů o tom, co bude zaseto, a samotným vysazením sazenice v lese, uplynou běžně i čtyři roky.

Bohužel dnes není zájem aktuálně napěstovaný smrk v lesních školkách využít pro obnovu kalamitních holin ani jako přípravnou dřevinu, takže bude muset být z velké části na náklady producentů SMLD zlikvidován. Avšak z dosavadního zpracování koncepčních materiálů je zřejmé, že analytické a syntetické práce zatím postrádají upřesnění např. věkové struktury a technologické kategorizace preferovaného a v budoucím období tedy požadovaného SMLD. Pro obchodní lesní školky jde přitom o nezbytné parametry plánování jejich spoluúčasti na zajišťování pěstební činnosti.

Spolu se změnou vyhlášky č. 298/2018 Sb. způsobila razantní změny ve struktuře poptávky i novela Nařízení vlády č. 30/2014 Sb. o stanovení závazných pravidel poskytování finančních příspěvků na hospodaření v lesích a na vybrané myslivecké činnosti. Ta začala platit v listopadu roku 2018 a zvýšila dotaci na tzv. meliorační a zpevňující dřeviny (zkr. MZD) na 12,- Kč. Když vynecháme podmáčenou edafickou řadu a 8. a 9. lesní vegetační stupeň, máme 140 stanovišť, pro která jsou předepsané dotované základní cílové dřeviny a MZD. Na 131 z nich můžeme použít jako MZD buk lesní a využít státní finanční podporu i nad rámec předepsaného minimálního zastoupení MZD (tedy podporu na celé vysazené množství). To je pravděpodobně důvod, proč vzniká tak velký zájem o sadební materiál buku lesního.

Svazující pravidla pro obchodování se SMLD

S rozvojem podnikání, zaměřeným na produkci SMLD, bylo v 90. letech minulého století nutné nastavit i jednotná pravidla obchodování. V první fázi to bylo stanovení parametrů pro obchodovatelný SMLD a „sladění“ indikátorů, hledisek a metodických postupů hodnocení standardů kvality SMLD na tuzemském trhu. Ty v roce 1998 definovala česká technická norma ČSN 48 2115 *Sadební materiál lesních dřevin*. Další regulací tuzemského trhu se SMLD se zabývaly právní předpisy, které vyplynuly z integrace do struktur Evropské unie a které od roku 2004 v ČR určují pravidla a podmínky pro uvádění sadebního materiálu do oběhu. Odrážejí se v nich i ustanovení normy ČSN 48 2115, která jsou zde zakotvena. Bohužel někteří vlastníci a správci lesa vzali technickou normu jako naprosté dogma a v aplikační rovině nepřihlíželi

k tomu, že semenáčky a sazenice lesních dřevin jsou rostlinami s přirozenou variabilitou morfologických a fyziologických znaků, která vyplývá mimo jiné také z proměnlivých podmínek agroekosystémů, ve kterých se lesní školky nacházejí. Požadavky některých odběratelů SMLD tak někde dosáhly i nereálné úrovně, která hraničila s možnostmi pěstování či třídění rostlin jako takových. Je to dáno mimo jiné i tím, že uživatelé SMLD často nemají reálné povědomí o dostupných technologiích pěstování SMLD a že reálnou technologickou podobu (úroveň) současných lesních školek vůbec neznají.

Nejasné kontury smluvního pěstitelství

Skutečnosti, že lesní školkaři jako producenti SMLD mají nyní v rámci sektoru LH z různých důvodů oslabenou pozici, je zmiňována dokonce i v natolik zásadním dokumentu, jakým je *Strategie resortu Ministerstva zemědělství České republiky s výhledem do roku 2030* (MZE ČR 2016: Č. j.: 66699/2015-MZE-10051; s. 72–73). V souvislosti s lesním školkařstvím se na stránkách tohoto dokumentu konstatuje (tamtéž, s. 75), že „*není dostatečně nastaven systém smluvního pěstitelství sadebního materiálu tak, aby měli lesní školkaři záruku odběru vypěstovaného sadebního materiálu*“. Podpora pomocí jasných zadání a ostatních optimalizací, aby se u pěstitelů SMLD napříště posílila jistota odběru pro vyprodukovaný SMLD, proto patří mezi základní realizační opatření ve školkách, která resortní strategie uvádí (tamtéž, s. 77) jako podmínku uvedení koncepce smluvního pěstitelství do života.

Závěr (pohledem producentů SMLD)

S nepříznivým vývojem rozsahu kůrovcové kalamity v našich lesích stoupá i celková výměra holin a přidružují se nové množství a kvalitativní požadavky na obnovu lesa. Jestliže bude na větší části pozemků pro zakládání lesa zvolena umělá obnova, bude se zvyšovat i poptávka a spotřeba SMLD. Mimo zajištění odpovídajících pracovních kapacit pro vlastní provedení výsadeb bude nutné pěstovat vhodný SMLD, pro což budou lesní školkaři jako producenti SMLD potřebovat znát především požadovaný sortiment dřevin, znát dostupnost proveniencí osiva a potřebných reprodukčních zdrojů, mít upřesněné požadavky od odběratelů SMLD na preferované školkařské pěstební technologie a na žádané morfologické parametry pro poptávaný SMLD atd. Aby mohly být naplněny konkrétní požadavky majitelů lesa, je proto bezpodmínečně nutná také jejich přímá zainteresovanost a úzká spolupráce s producenty sadebního materiálu lesních dřevin. V obchodních lesních školkách se sice dnes nachází sadební materiál, který byl napěstován předem bez garance závazného odběru (a tedy s rizikem neúspěchu, který půjde na vrub lesních školkařů), ale obnovu lesa má vždy ve svých rukách výhradně vlastník, který disponuje zdroji reprodukčního materiálu (osiva), který má určující vliv na sběr osiva a který po smluvním napěstování v lesní školce rozhoduje, jak sadební materiál k obnově lesa skutečně využije.

U výše naznačených disproporcí se nabízejí např. tato řešení:

- v souladu se *Strategií resortu...* (MZE ČR 2016) jasně formulovat koncept „*smluvního pěstitelství*“ v podmínkách soudobého lesního školkařství (tj. za současného stavu LH, díky kterému je mnoho vlastníků lesa v nelehké finanční situaci, nemůžeme předpokládat, že si rychle vybudují své školkařské provozovny a vyřeší tak obnovu lesa prostřednictvím svépomocí vyrobeného SMLD; musí se tak spolehnout na součinnost se školkaři);
- podpořit pomocí jasných zadání a ostatních optimalizací, aby se u pěstitelů SMLD napříště posílila jistota odběru pro vyprodukovaný SMLD (k tomu lesní školkaři potřebují jasně formulované zadání, resp. závazné objednávky, ale např. také osivo);

- novelizovat právní předpisy a normy takovým způsobem, aby za podmínky, že se na tom smluvně dohodnou odběratelé a producenti SMLD, bylo možné uvádět do oběhu (tj. obchodovat) i takový SMLD, který dnešní podzákoné normy nenaplnuje.

Citovaná literatura

MARTINEC, P. (2018): Kůrovcová kalamita a reputace českých lesníků. In: *Moderní školkařské technologie a jejich využití v lesnictví. III. Současné trendy v umělé obnově lesa*. Sborník příspěvků ze semináře. Hlubočky-Hrubá Voda, 29. – 30. 5. 2018. Sestavil P. Martinec. Tečovice, Sdružení lesních školkařů ČR 2018, s. 4–6.

MARTINEC, P. (2019): Je zapotřebí třídící a jakostní morfologická kritéria u sadebního materiálu upravovat a měnit? In: *Moderní školkařské technologie a jejich využití v lesnictví. IV. Optimalizace morfologické kvality sadebního materiálu lesních dřevin*. Elektronická verze sborníku z celostátního semináře. Buchlovice, 21. 5. 2019. Sestavili P. Martinec et al. (eds.) Tečovice, Sdružení lesních školkařů ČR 2019, s. 1–2.

MAUER, O., ROZMÁNEK, M., HOUŠKOVÁ, K. (2018): Drought spells and their impact on the growth of young plantations established with the containerized planting stock. *Acta Universitatis agriculturae et silviculturae Mendelianae Brunensis*, 66, 2018, č. 1, s. 89–99.

MZE ČR (2016): Strategie resortu Ministerstva zemědělství České republiky s výhledem do roku 2030. [Č. j.: 66699/2015-MZE-10051]. Praha, Ministerstvo zemědělství ČR 2016. 136 s.

MZE ČR (2018): Výběr zpráv – opatření proti suchu, více masa i proměna českých lesů. *Zprávy z Ministerstva zemědělství* (Newsletter MZe), listopad 2018, s. 12. [online]. Dostupné na World Wide Web: http://eagri.cz/public/web/file/608628/Zpravy_z_MZe_11_2018.pdf [citováno 22. 11. 2018].

NĚMEC, P. (2018): Využití listnatých krytokořených semenáčků výškové třídy 51–80 cm při umělé obnově lesa. In: *Moderní školkařské technologie a jejich využití v lesnictví. III. Současné trendy v umělé obnově lesa*. Sborník příspěvků. Hlubočky-Hrubá Voda, 29. – 30. 5. 2018. Sestavil P. Martinec. Tečovice, Sdružení lesních školkařů ČR 2018, s. 32–35.

SIMANOV, V. (2018): Vrtěti kůrovcem. *Dřevarařský magazín*, 19, 2018, č. 9, s. 3–5. In: *Drevmag.com* [online]. 13. 7. 2018 [cit. 2018-12-17]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.drevmag.com/cs/drevarsky-servis/5557-vrteti-kurovcem>

SURMANOVÁ, K. (2018): Smrky to mají nahnuté. *Lidové noviny*, XXXI, 2018 (28. 11. 2018), č. 274, s. 3.

ŠEBEK, V. (2019): Obnova lesa v období kůrovcové kalamity – poznatky lesnické firmy. In: Martinec P., Nárovcová J. & Němec P. (eds.): *Moderní školkařské technologie a jejich využití v lesnictví. IV. Optimalizace morfologické kvality sadebního materiálu lesních dřevin*. Sborník příspěvků z celostátního semináře. Buchlovice, 21. 5. 2019. Tečovice, Sdružení lesních školkařů ČR 2019, s. 39–41.

ÚHÚL (2018): Generel obnovy lesních porostů po kalamitě. Etapa I. Sestavili (eds.) Křístek Š., Turek K., Friedrichová H., Žárník M., Strejček R., Lukeš P., Sojka P., Tomeček P., Němecová N., Kantorová M., Mlčoušek M. 2018. Brandýs nad Labem [pobočka Frýdek-Místek], Ústav pro hospodářskou úpravu lesů 2018. 50 s.

ÚHÚL (2019): Generel obnovy lesních porostů po kalamitě. Etapa II. [Sestavili (eds.): Křístek Š., Turek K., Žárník M., Friedrichová H., Strejček R., Lukeš P., Hájek F., Novák J., Veselý M., Leugner J., Sojka P., Březovjak Š., Soušek Z., Hubený J., Mahdal J., Stanovský J., Klásek R., Tomeček P., Němecová N., Kantorová M., Mlčoušek M., Synek M., Zouhar V., Pospíšil M., Pacourek P., Kubišta J.]. 1. vydání. Brandýs nad Labem [pobočka Frýdek-Místek], Ústav pro hospodářskou úpravu lesů 2019. 55 s.

Dedikace

Příspěvek vznikl v rámci řešení výzkumného projektu **TH02030253** "Optimalizace morfologické kvality sadebního materiálu pro obnovu lesa", který v letech 2017 až 2019 financuje a administruje Technologická agentura České republiky. Primárně byl vypracován pro seminář *Dopady kůrovcové kalamity na vlastníky lesů*, který se konal 5. února 2019 v Praze. Na vyžádání pořadatele

konference *Lesné semenárstvo, škôlkarstvo a umelá obnova lesa 2019* (Liptovský Ján, 19. a 20. června 2019) byl příspěvek znovu přepracován, upraven a pro posluchače citované akce byl doplněn o některé další informace.

* * *

Adresy autorů

Ing. Petr Martinec
Sdružení lesních školkařů ČR, z. s.
Tečovice 349, 763 02
e-mail: info@lesniskolky.cz

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

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

MOŽNOSTI A LIMITY CEZHRANIČNÉHO PRENOSU LESNÉHO REPRODUKČNÉHO MATERIÁLU V ZÁUJME ADAPTÁCIE LESOV NA KLIMATICKÉ ZMENU

Longauer, Roman., Bednárová Dagmar, Národné lesnícke centrum, Lesnícky výskumný ústav
Zvolen

Schueler, Silvio, Chakraborty, Deboyoti, Spolkové centrum pre lesy BFW, Viedeň, Rakúsko

Julian Gaviria, Bavorské centrum pre lesné semená a sadenice, Teisendorf, Nemecko

Kľúčové slová: adaptácia, klimatická zmena, lesný reprodukčný materiál, semenárske oblasti

V strednej Európe bolo obdobie 1990-2017 o 1°C teplejšie ako normál a desaťročie 2008-2017 dokola až o 1,6-1,7 °C (Európska Environmentálna Agentúra 2018). Je takmer isté, že k tomu prispela ľudská činnosť a že klimatická zmena bude pokračovať. Za 30 rokov ľudstvo preukázateľne zdvojnásobilo objem do atmosféry uvoľnených skleníkových plynov. Aj pri zohľadnení poklesu slnečnej aktivity a včasnom prechode na nízkouhlíkovú ekonomiku už aj umiernený scenár klimatickej zmeny (RCP4,5, UN FCC 2014) predpokladá, že druhá polovica storočia bude v strednej Európe teplejšia o 2,5 stupňa.

Klimatická zmena teda už dnes posúva klimatické areály jednotlivých lesných drevín. Nárast priemerných teplôt o 1°C znamená, že autochtónne porasty prispôsobené „normálnej“ klíme čelia klimatickým podmienkam, v ktorých už „jednou nohou nie sú doma“. Oteplenie o 2.5 stupňa predpovedané pre druhú polovicu storočia však bude zodpovedať klimatickému posunu a celý lesný vegetačný stupeň alebo - horizontálne - o niekoľko sto kilometrov.

Pre dreviny je časový rámec klimatickej zmeny príliš krátky, pretože sú dlhoveké a jedna generácia u nich trvá 50 a viac rokov. Na adaptáciu ku klimatickej zmene u nich pripadajú do úvahy tri možnosti:

1) Pokiaľ sú v dnešných lesných porastoch stromy s vyššou toleranciou k teplu a suchu, mali by prežiť, plodiť a dať základ novej generácii lesa.

2) Adaptácii väčšiny domácich drevín napomáha tok génov prostredníctvom vetrom prenášaného peľu. Rovnaké možnosti pre adaptáciu však ponúka aj prenos lesného reprodukčného materiálu (RM), pokiaľ by zodpovedal smeru posunu klimatických podmienok podľa prognóz klimatickej zmeny. Podmienkou adaptácie lesa na klimatickú zmenu totiž je použitie RM materiálu už dnes prispôsobeného budúcim stanovištným podmienkam. A takýto RM musíme byť schopní zabezpečiť. Zdroje RM z teplejších a suchších stanoviť však majú s klimatickou zmenou problém ako prvé. Prejavuje sa nielen chradnutím, ale aj nepredvídateľným plodením, výskytom nových chorôb a škodcov semien.

3) Migrácia semenami na nové vhodné stanovištia „otvorené“ posunom klimatických podmienok. Prirodzený limit pre migráciu semien klimaxových drevín je niekoľko kilometrov za generáciu lesa. Možnosti asistovanej migrácie umelou obnovou sú neporovnateľne väčšie. Podľa zistení projektu EÚ Crossing Borders – European Forest Reproductive Material Moving in Trade, v strednej Európe sa ročne v lesoch vysádza 900 miliónov sadeníc. Podmienkou však je, že vieme povedať, akými vlastnosťami sam má RM pre nové stanovištia vyznačovať.

Projektu SUSTREE programu EÚ Interreg Stredná Európa sa v kontexte tejto nanajvyš aktuálnej problematiky zamerail na

1. Prepojenie národných registrov zúčastnených krajín (Nemecko Rakúsko, ČR, Poľsko, Maďarsko, Slovensko) v záujme lepšieho využitia disponibilných zdrojov lesného reprodukčného materiálu regiónu.
2. Návrh doporučení pre prenos RM v súlade s posunom klimatických areálov hlavných lesných drevín bez ohľadu na štátne hranice.
3. Návrh optimalizácie používania semien a sadeníc doporučením vhodnej proveniencie RM pre racionálne využívanie genofondu lesných drevín v podmienkach klimatickej zmeny.
4. Overenie možnosti použitia modelov pre prenos lesného reprodukčného materiálu v lesných podnikoch, zvýšenie povedomia vlastníkov lesov, lesných hospodárov a tvorcov politik.

Klimatická podobnosť semenárskych oblastí stredoeurópskych štátov

Prvou riešenou otázkou v projekte SUSTREE bolo, či sú si semenárske oblasti rôznych štátov klimaticky podobné a do akej miery ich hranice (zeleným) odrážajú klimatickú variabilitu. Na prvý pohľad – v horizontálnom priemete – hranice semenárskych oblastí veľkú úlohu nehrajú. V kombinácii s výškovou zonáciou však v strednej Európe podchyťávajú väčšinu rozdielov v teplotných charakteristikách. Veľkú časť rozdielov v zrážkach a zimných teplotách zas prekvapujúco podchyťávajú hranice štátov. Vysvetlením sú rozdiely v kontinentalite podnebia a tiež hornatosti jednotlivých krajín. Keďže kontinentalita podnebia stúpa smerom na východ, rovinaté Poľsko a Maďarsko má nižšie úhrny zrážok a Poľsko aj chladnejšie zimy ako roviny Nemecka. V Rakúsku, Slovinsku a na Slovensku zas prevláda špecifické horské podnebie.

Čo sa týka súčasnej klimatickej podobnosti semenárskych oblastí, slovenské Centrálne Karpaty mali doteraz podnebie podobné stredným Alpám a severozápadné Slovensko bolo klimaticky podobné vyšším pohoriam Českého masívu. Nižšie stredné polohy mali podnebie podobné cezhraničným oblastiam ČR, Rakúska a Poľska a nížiny panónske podnebie, ktoré prevláda v Maďarsku.

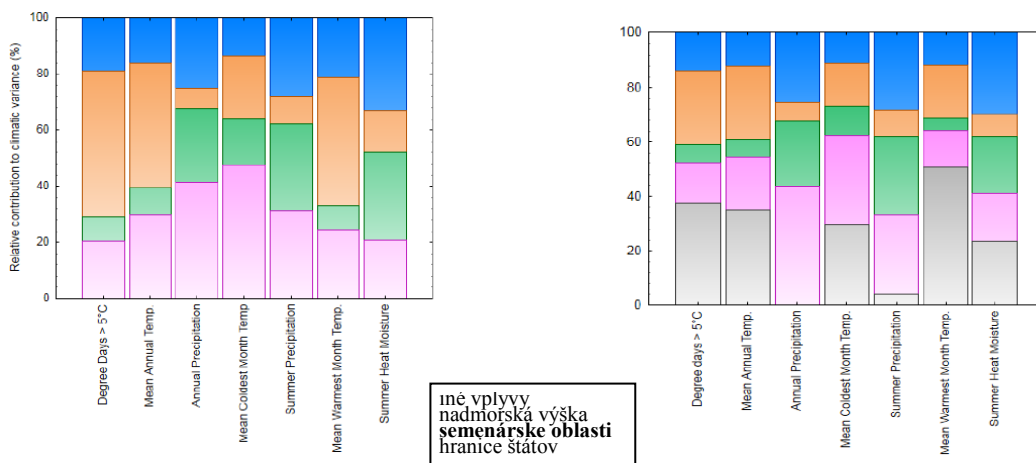
Aký veľký dopad bude mať na semenársku rajonizáciu klimatická zmena?

Vplyvom klimatickej zmeny budú dnešné hranice semenárskych oblastí, výškové zóny a hranice štátov kopírovať klimatické rozdiely do menšej miery ako doteraz. Štátne hranice však v súvislosti s kontinentalitou a členitosťou reliéfu znova podchytiť značnú časť variability v zrážkach a zimných teplotách.

Celkovo bude podnebie strednej Európy menej rozmanité. V centrálnej časti Západných Karpát bude podobné dnešnému podnebiu južnej časti Álp. Zbytok územia, spolu s väčšinou územia Nemecka, ČR a Poľska bude mať podnebie podobné tomu, aké dnes prevláda v juhozápadnom Francúzsku, samozrejme, s vyššou kontinentalitou, t. j. väčšou ročnou amplitúdou teplôt a nerovnomernejšie rozloženými zrážkami. V nížinách podstatne zosilnie vplyv Panónskeho typu podnebia.

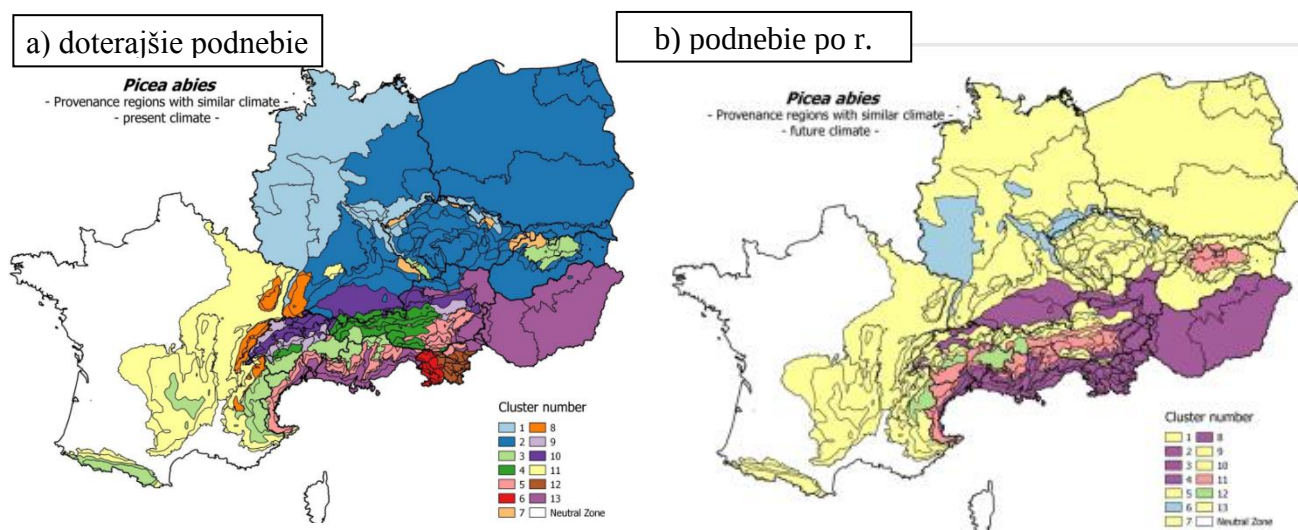
a) doterajšie podnebie

b) podnebie po r.



Klimatická podobnosť semenárskych oblastí dnes a v podmienkach pokročilej klimatickej zmeny

Semenárske oblasti sú priestorovým rámcom pre získavanie, ale aj používanie reprodukčného materiálu a poskytovanie podpôr na používanie RM miestneho pôvodu. Z uskutočnených analýz vypláva, že semenárske oblasti rôznych krajín regiónu možno v súčasnosti združiť na základe podobnosti klimatických podmienok. Klimatická zmena zmenší rozmanitosť klimatických pomerov v strednej Európe – podobný typ podnebia – všeobecne teplejšieho a suchšieho - bude prítomný na oveľa väčších územiach ako dnes.



Prenos RM ako nástroj asistovanej migrácie a toku génov

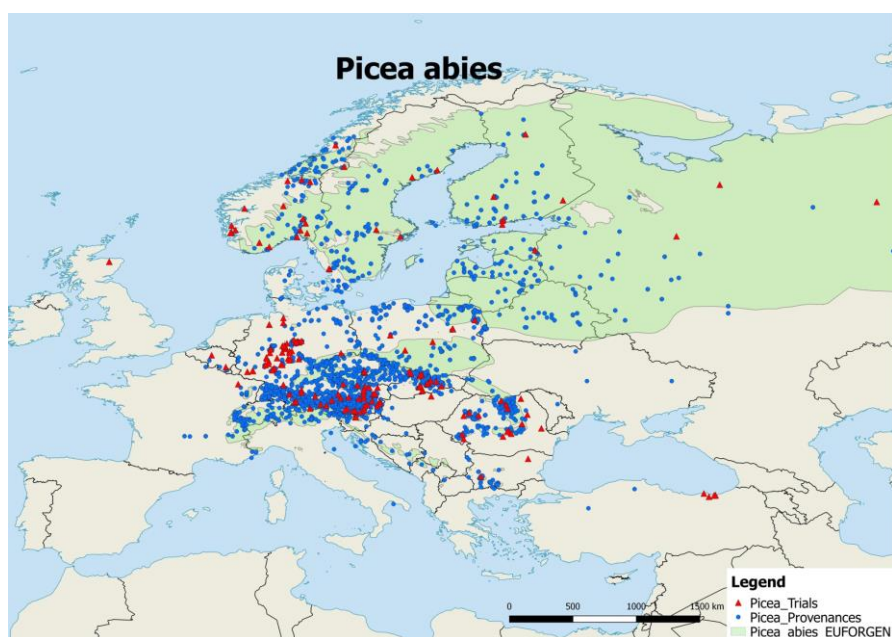
Odhad vhodnosti konkrétnej dreviny alebo drevín na konkrétnej lokalite v budúcich klimatických podmienkach je založený na modelovaní pomocou „klimatických nálepiek“. Sú to rozmedzia hodnôt rôznych klimatických charakteristík, pri ktorých sa jednotlivé druhy drevín vyskytujú masovo (v klimatickom optime) a rozmedzia medzných hodnôt, pri ktorých sa vyskytujú vtúsene (v klimaticky hraničných oblastiach). Zdrojom podkladových údajov o rozšírení drevín sú monitorovacie plochy Medzinárodného projektu pre monitorovanie dopadov znečistenia ovzdušia na lesy, známeho pod skratkou ICP Forests. V Atlase rozšírenia drevín Európy (Mauri a kol. 2016) boli pomocou klimatických nálepiek odvodené klimatické areály jednotlivých európskych drevín v normálnom podnebí. Pre podnebie ovplyvnené klimatickou zmenou sa využitím klimatických

nálepiek dajú identifikovať miesta, odkiaľ drevina ustúpi a nové klimatické „okná“, do ktorých sa bude môcť šíriť spontánne alebo výsadbou.

Zdrojom podkladových údajov o súčasných a budúcich podmienkach bola databáza EU EURO-CORDEX s 83 klimatickými charakteristikami v rastri 1 x 1 km - najpresnejšia dnes dostupná databáza.

Modelovanie najvhodnejšieho smeru prenosu a doporučenie vhodného pôvodu RM sa opiera o výsledky provenienčných pokusov. Tie sa u jednotlivých drevín použili na odvodenie všeobecných modelov odozvy na prenos (Universal Response Models). Riešiteľský kolektív na tento účel zhromaždil výsledky 587 provenienčných pokusov smreka, jedle, buka, duba zimného, duba letného, borovice lesnej a smrekovca. Najvyšším počtom pokusov a dát je podložený model pre smrek: 247 pokusmi v 12 krajinách s niekoľkými tisícmi proveniencií.

Pokusy s provenienciami, výsledky ktorých sa použili na modelovanie vhodného smeru prenosu reprodukčného materiálu smreka obyčajného



V projekte SUSTREE sme vytvorili on-line nástroj SusSELECT na rozhodovanie o obnove lesa na úrovni lokalít určených pomocou súradníc GPS. Na základe dostupných informácií a výsledkov založených na výsledkoch dlhodobých pokusov s prenosom LRM lesnému hospodárovi navrhne:

a) Vhodné drevinové zloženie porastu pre podnebie, ktoré bude na obnovovanej lokalite panovať po r. 2050. Pri rozhodovaní z viacerých možných drevín bude možné pomocou farebnej škály posúdiť ich klimatickú ohrozenosť resp. bezpečnosť očakávanej produkcie. Na kvalifikované použitie nástroja však budú nepochybne potrebné základné znalosti z lesníckych disciplín, predovšetkým pedológie, bioklimatológie, pestovania a ochrany lesa.

b) Vhodnú semenársku oblasť / oblasti, ktoré majú už dnes podnebie podobné tomu, aké by malo v obnovovanom poraste panovať v budúcnosti. Návrh bude urobený bez ohľadu na hranice štátov. Napriek tomu budú na rozhodovanie o pôvode RM potrebné základné poznatky z ekologickej genetiky lesných drevín. Konkrétne o geneticky podmienených adaptívnych znakoch a vlastnostiach ich populácií z rôznych častí areálu a výškových zón. Tie, ktoré v strednej Európe

objektívne limitujú prenos reprodukčného materiálu hlavných drevín, uvádzame v závere príspevku. Do úvahy pripadá zapracovanie limitujúcich podmienok priamo do nástroja SusSelect.

c) Vhodnú provenienciu (miesto pôvodu) a konkrétne zdroje lesného reprodukčného materiálu. Podobne ako pri výbere semenárskej oblasti, pôjde o návrh zdrojov semien zo spoločného registra zdrojov lesného reprodukčného materiálu 6 stredoeurópskych krajín zapojených do projektu. Výber vhodnej proveniencie a konkrétnych zdrojov RM bude vychádzať z výsledkov dlhodobého provenienčného výskumu. Napríklad pri smreku sme v rámci projektu SUSTREE na modelovanie optimálneho prenosu semien a sadeníc zhromaždili výsledky 246 provenienčných pokusov, ktoré sa nachádzali v 10 štátoch, v ktorých sa dlhodobo testuje 1 750 oddielov (proveniencií) sadeníc s presne známym miestom pôvodu.

Zhrnutie

Adaptácia lesov ku klimatickej zmene sa kvôli zmene drevinovej skladby, problémom s plodením a prirodzenou obnovou bude musieť do veľkej miery spoľahnúť na umelú obnovu lesných drevín.

Asistovaná migrácia využitím semien a sadeníc proveniencie vhodnej pre budúce klimatické podmienky má bezpochyby veľký potenciál. V podmienkach pokročilej klimatickej zmeny dokáže do veľkej miery kompenzovať problémy so životaschopnosťou, zdravotným stavom a produkciou. Navyše umožňuje zachovať genofond inak ohrozených zdrojov RM.

Semenárske oblasti sú rámcom pre prenos reprodukčného materiálu. Ich vymedzenie je tradične v kompetencii jednotlivých krajín. Zabezpečenie toku génov aj asistovanej migrácie prenosom LRM smerom zodpovedajúcim postupu klimatickej zmeny si už dnes vyžaduje zosúladenie provenienčnej politiky a cezhraničnú spoluprácu celého regiónu. Podmienkou úspechu adaptácie ku klimatickej zmene asistovanou migráciou je dodržiavanie kľúčových pravidiel zo strany producentov RM ohľadne záruk pravosti pôvodu a spôsobu získavania semien.

On-line nástroj SusSelect, ktorý je výsledkom riešenia projektu, dokáže na základe modelu klimatickej zmeny pre obnovu lesa už dnes doporučiť vhodné dreviny, vhodnú semenársku oblasť a provenienciu reprodukčného materiálu. Poskytne teda návrh riešenia obnovy konkrétneho obnovovaného porastu alebo porastovej skupiny. No ako expertný systém vyžaduje kompetentného používateľa. Jeho dostupnosť a jednoduchá obsluha potom umožní hospodárovi plánovanie obnovy aj na vyššej úrovni - lesného majetku, úseku, správy. Je použiteľný aj pre hodnotenie ohrozenosti resp. životnosti zdrojov lesného reprodukčného materiálu v podmienkach klimatickej zmeny (viď krok. „a“ – drevinové zloženie a produkcia jednotlivých drevín)

Stále otvorená zostáva otázka výberu vhodnej proveniencie RM na základe potenciálnej strednej výšky. Pre stabilitu lesa je totiž dôležité aj prežívanie a kvalitatívne vlastnosti RM, u ktorých vieme, že sú podmienené dedične. Znaky a vlastnosti identifikujúce RM nevhodného pôvodu je možné do nástroja SusSelect vložiť aj dodatočne.

Vzhľadom na závažnosť problematiky adaptácie lesov ku klimatickej zmene by mal vlastník lesa a jeho obhospodarovateľ konzultovať vhodnosť pôvodu LRM s odborníkmi. V ďalšom na ilustráciu uvádzame geneticky kontrolované znaky a vlastnosti, ktoré objektívne obmedzujú prenos lesného reprodukčného materiálu hlavných drevín stredoeurópskych lesov:

Smrek: už začiatkom 20. storočia prenosové pokusy Englera (1905, 1913) s provenienciami smreka z rôznej nadmorskej výšky potvrdili dedičný charakter rýchlosti rastu a typu vetvenia. Stabilný je tiež tvar koruny. Na základe týchto znakov prax rozlišuje pahorkatinný smrek s hrebeňovitým vetvením a rozložitejšou korunou, horský smrek s prevažne zväzkovitým vetvením a užšou korunou a vysokohorský s doskovitým vetvením a ihlanovitou korunou. Výber vhodného

morfotypu pre konkrétny typ stanovišťa (údolie, náhorná poloha, hrebeň, náveterné svahy, hranica lesa) bude mať vždy kľúčový význam z hľadiska poškodzovania smreka zlomami a vývratmi.

Buk: Celoareálový pokus s prenosom proveniencií (cca 120 oddielov sadeníc vysadených súbežne v 20 pokusoch v 14 krajinách) objektívne preukázal, že neskorými mrazmi (ktoré sú „novým normálom“ aj v stredných polohách“) je všeobecne menej poškodzovaný RM buka z oblastí s oceanickejším podnebím. Teda z oblastí ležiacich na západ a juhozápad od nášho územia.

Borovica lesná: Tvar korún, dĺžka a hrúbka vetiev sú kľúčovými znakmi pre zamedzenie škôd ťažkým snehom a námrazou. Na základe tvaru korún a vetvenia prax rozlišuje borovicu nížinnú, pahorkatinnú a horskú. Výber morfotypu vhodného pre konkrétny typ stanovišťa (nížina, pahorkatina hrebeňová poloha) bude mať limitujúci význam aj v zmenenom podnebí.

Dub zimný, dub letný: z dôvodu poškodzovania neskorými mrazmi je pre odrastanie a kvalitu mladých porastov dôležitá doba rašenia. Neskôr pučí RM z oblastí s oceanickejším podnebím, nachádzajúcich sa na západ a juhozápad od nášho územia. U duba letného je preukázaná existencia edafotypu adaptovaného na vysoké pH pôd na naplaveninách Dunaja u nás aj v povodí rieky Sáva („slavónsky“ dub).

Smrekovec zo Západných Karpát a Jeseníkov sa narozdiel od smrekovca z Álp a Východných Karpát vyznačuje odolnosťou voči rakovine kmeňa (*Trichoscyphella wilkomii*), ktorá je limitujúcim faktorom jeho pestovania. Jesenícky smrekovec sa vyznačuje rýchlym rastom pri primeranej kvalite kmeňa. Smrekovec zo Západných Karpát sa ako jediný vyznačuje úplne priamym kmeňom a tiež vysokou kvalitou dreva.

Literatúra:

Engler, A., 1905: Einfluss der Provenienz des Samens auf die Eigenschaften der Forstliche Holzgewächse. Mitteilungen der Schweizerischen Zentralanstalt für das Forstliche Versuchswesen.

European Environmental Agency, 2018: Global and European Temperature. Indicator Assessment, <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/global-and-european-temperature-8/assessment>

Kolektív, 2019: SUSTREE Policy Brief. Projekt Zachovanie a udržateľné využívanie biodiverzity lesných drevín v podmienkach klimateckej zmeny. EU Interreg Central Europe, 6 s.

Mauri, a. Strona, G., San Miguel Ayanz, J.: EU-Forest, a high-resolution tree occurrence dataset for Europe. Scientific Data 4 4:160123|DOI:10.1038/sdata.2016.123. www.nature.com/sdata

Thuiller et al., 2016: BIOMOD – a platform for ensemble forecasting of species distributions. Ecography 32(3):369-373

Kontaktná adresa: **Ing. Roman Longauer, CSc, T.G. Masaryka 22, 960 92 Zvolen, e-mail: roman.longauer@nlcsk.org**

TVORBA SMÍŠENÝCH POROSTŮ S DOUGLASKOU

Ing. Jan Leugner, Ph.D, Ing. Jiří Novák, Ph.D.

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Výzkumná stanice Opočno

Abstrakt

Poptávka po nových informacích o pěstování douglasky tisolisté se projevuje ve zvýšení výzkumných aktivit zaměřených na ověřování dosavadních poznatků v různých podmínkách při lesnickém hospodaření. Příspěvek přináší informace o některých výsledcích probíhajících šetření v uměle zakládaných kulturách s douglaskou. Při umělé obnově je podle dosavadních výsledků výhodnější použít skupinovitého smíšení, zejména ve směsích douglasky s dřevinami s různou dynamikou růstu.

Klíčová slova: *Pseudotsuga menziesii*, umělá obnova lesa, tvorba směsí

Úvod

Douglaska tisolistá (*Pseudotsuga menziesii* /Mirb./ Franco) je v mnoha případech v České republice považována za již zdomácnělou dřevinu. V lesním hospodářství ve střední Evropě je douglaska využívána už více než 100 let. V českých lesích je však její současné zastoupení velmi nízké - ca 6 tis. ha, tj. 0,24 % (UHUL 2017), a to i přes historickou snahu posílit její postavení formou ověřování nových poznatků ze zahraničí a tvorbou doporučených postupů (Hofman 1964, Šika, Vinš 1980). Situace se zlepšuje v posledním desetiletí, kdy jsou na základě řešení nových projektů přinášeny další poznatky o pěstování douglasky, které jsou postupně zaváděné i do praxe (např. Kantor 2008, Tauchman et al. 2010, Podrázský et al. 2010, Bartoš, Kacálek 2011, Mauer, Palátová 2012, Slodičák et al. 2014a, Dušek et al. 2018). Na druhou stranu lze zaznamenat i obavy z příliš velkého rozšiřování této introdukované dřeviny do domácích lesních společenstev. Tomuto riziku je předcházeno především získáváním nových poznatků, kdy bylo například doloženo, že zejména ve srovnání s domácími jehličnany douglaska neochuzuje domácí rostlinná společenstva (Matějka et al. 2014) a je na většině stanovišť dřevinou zpevňující a na vybraných stanovištích i meliorační (Kacálek et al. 2017). Druhým faktorem, který minimalizuje případná rizika je doporučení, pěstovat douglasku zásadně ve směsích. S tvorbou směsí s douglaskou již má lesnická praxe určité zkušenosti, avšak stále chybí komplexní přístup založený na exaktně ověřených poznatcích.

Pro přenos výsledků výzkumu byla v roce 2018 vypracována certifikovaná metodika „Tvorba směsí s douglaskou“, která je dostupná na www.vulhm.cz. Cílem metodiky je poskytnout uživateli pěstební postupy pro tvorbu funkčních směsí s cílovým zastoupením douglasky tisolisté do 20 %. Doporučení zohledňují produkční a ekologické možnosti douglasky diferencovaně podle podmínek jednotlivých CHS.

Návrh cílových druhových skladeb smíšených porostů s douglaskou

Pro jednotlivé CHS byly zpracovány návrhy cílových druhových skladeb tak, aby bylo zřejmé spektrum dřevin využitelné pro směs s douglaskou (tab. 1). Výčet CHS odpovídá stanovištím s možností využití douglasky. U domácích dřevin vycházejí návrhy z přirozené druhové skladby (Plíva 2000) a z poznatků o meliorační a zpevňující funkci jednotlivých dřevin (Slodičák et al. 2011, 2017). Dále byla zohledněna další kritéria a poznatky:

- Druhové skladby musejí být dostatečně pestré a pokud možno s širším rozpětím zastoupení. Lesnímu hospodáři to pak umožní lépe přizpůsobit uvedená doporučení konkrétním stanovištním podmínkám.
- Douglaska je vhodnou dřevinou do směsí a její zastoupení může v cílové druhové skladbě dosáhnout až 20 %.

- Douglaska dokáže ve srovnání s domácími dřevinami úspěšně odrůstat i na přirozených borových stanovištích, ale i v podmínkách 6. LVS.
- Zpevňující funkce douglasky byla doložena prakticky na všech exponovaných, kyselých a bohatých stanovištích.
- Na stanovištích CHS 23, 51, 53 a 55 byla zjištěna u douglasky dobrá meliorační funkce, zejména ve srovnání s dalšími jehličnany.

Tab. 1: Návrh cílových druhových skladeb (CDS) pro cílové hospodářské soubory (CHS) s potenciálem využití douglasky ke tvorbě porostních směsí.

CHS	Doporučený podíl douglasky v CDS	Podíl dalších stanovištně vhodných dřevin v CDS
13	DG +-1	BO 4-6, DB 4-6, (SM, BR) +
21	DG +-1	DB 3-7, BO 1-5, (LP, HB, BK) +-2, (JV, MD, BRK, BB, TIS) +
23	DG +-2	DB 4-9, BO 0-6, (BK, LP, HB) 0-3, SM 0-2, MD +-1, BR, 0-1
25	DG +-2	DB 8, (LP, HB, BK, JD, JV) +-2, (JDO, MD, TR, JL) +-1, (BB, BRK) +
41	DG +-1	BK 4-7, DB 1-3, (KL (JV), LP, HB, JS, JD, MD) +-2
43	DG +-2	BK 4-6, (DB, JD) 2-4, BO (0-2), (SM, LP) +-2, (HB, TR) +-1, BR +
45	DG +-2	BK 3-4, DB 2-4, (MD, JD) 1-2, BO 0-2, (SM, LP) +-2, (HB, TR, KL, OS, JL) +-1
51	DG +-1	BK 2-3, SM 1-3, (MD, JD, KL) 1-2, (LP, TR, DB) +-1, (JS, JL, OS) +
53	DG +-2	(BK, SM) 2-3, (MD, JD) 1-2, (BR, BO, TR, DB) +-1, (LP, JR) +
55	DG +-2	SM 1-4, (BK, JD) 1-3, MD 1-2, KL +-2, (DB, JS) +-1, (TR, OS, JL) +
71	DG +	SM 4-6, BK 2-3, (JD, JR) 1-2, (BR, OS, KL) +-1
73	DG +	SM 5-7, BK 1-3, (JR, JD) +-1, (BR, BO) +
75	DG +-1	SM 5-7, BK 1-3, (JD, KL) +-1

Použité zkratky dřevin dle Přílohy č. 4 k vyhlášce č. 84/1996 Sb.

Z návrhu je zřejmé, že douglaska je doporučována jako dřevina přimíšená (10-20 %) nebo vtroušená (do 10 %). Při aplikaci uvedených doporučení je třeba zohlednit, že jde o cílovou druhovou skladbu, tj. skladbu dřevin na konci vývoje porostu (obmýtlí), jejíž dosažení ovlivňujeme hospodářskými opatřeními v období vytváření a vyspívání porostu. Cílová druhová skladba (CDS) se také vztahuje k vyšším jednotkám prostorového rozdělení lesa (oddělení), tj. není nutné využít výčet všech dřevin na každém obnovním prvku. Nezbytné je také vždy zohlednit konkrétní stanovištní podmínky (způsob obnovy, velikost obnovního prvku, lokální ovlivnění vodou apod.).

Tvorba smíšených porostů s douglaskou přirozenou obnovou

Základním předpokladem pro aplikaci přirozené obnovy porostů s douglaskou je dostatečný počet (nebo alespoň přítomnost) kvalitních, často a pravidelně plodících jedinců v mateřských porostech. Při výskytu semenného roku (někteří jedinci douglasky plodí každoročně) jsou dalšími podmínkami stav půdy a příznivé klima pro klíčení, vzcházení a přežití náletu (Kantor, Šach 2014). Douglaska je často ve srovnání s domácími dřevinami více odolná vůči extrémnějším podmínkám a tak na vhodných stanovištích stačí přítomnost pouze několika jedinců v mateřském porostu, aby byla obnova úspěšná. Při zastoupení douglasky 10-20 % může být zmlazení již velmi intenzivní. Semenné roky mají periodicitu plodnosti 5 až 7 let, za současných klimatických podmínek jsou intervaly častější, dokonce 2 – 3 roky. Využití potenciálu přirozené obnovy se doporučuje zejména na kyselých a živných stanovištích 2. až 4. LVS s možností volby různých obnovních sečí včetně přirozené obnovy na holoseči (případně s výstavky). Vhodnější (i z hlediska tvorby směsi) je použití clonných a okrajových sečí, při kterých se v přípravné fázi snižuje zakmenění na 0,7 až 0,9 s případnou přípravou půdy zraňovači nebo naoráním, aby se zvýšila naděje na vyklíčení semene na minerální půdě. Limitujícím faktorem přirozené obnovy douglasky zejména na živných stanovištích může být rozvoj buřeně. Tomu lze předejít správným načasováním jednotlivých

obnovních sečí. V případě již probíhajícího rozvoje buřeně se doporučuje použití chemických přípravků pro její potlačení.

Pokud se douglaska zmlazuje spontánně, je zásadním doporučením včasné provedení zásahů v nárostech pro úpravu/udržení směsi. Pro splnění pěstební cíle (tj. zastoupení douglasky v cílové druhové skladbě do 20 %) by v nárostech mělo být zastoupeno alespoň 1 tis. jedinců dalších cílových dřevin (SM, BK, JD, MD a další podle CHS, viz tab. 1) na hektar, pokud možno rovnoměrně rozmístěných. Tyto jedince je třeba ve fázi, kdy douglaska dosahuje 0,5 m výšky dostatečně uvolnit (kompletní odstranění konkurence v okruhu min. 0,5 m) provedením prostrhávků. Další zásahy se již řídí doporučením pro výchovu porostů s douglaskou (Slodičák et al. 2014b).

Tvorba smíšených porostů s douglaskou umělou obnovou

Tak jako u domácích dřevin je také u douglasky vhodné v odpovídajících podmínkách využít výhod přirozené obnovy. Jelikož je však zastoupení douglasky v našich lesích velmi malé (0,2 %), hraje zásadní roli obnova umělá. Základním způsobem je výsadba, pro níž definovali hlavní doporučení a postupy Mauer et al. (2014). Podle jejich doporučení s doplněním našich dalších poznatků považujeme z pohledu tvorby směsí s douglaskou za zásadní:

- Používání sadebního materiálu vhodné provenience.
- Umělá obnova douglasky je možná na širokém spektru stanovišť od nížin až do 7. LVS. Výjimku tvoří extrémní a zejména vodou ovlivněná stanoviště, kde výsadby neprosperují a douglaska zde tvoří povrchový kořenový systém napadaný dřevokaznými houbami.
- Pro dobré odrůstání výsadeb douglasky je v prvních letech vhodnější alespoň částečné zastínění. To je možné zajistit volbou menších obnovních prvků (do 0,3 ha) s bočním stíněním nebo i využitím bočního krytu buřeně (ožínání na vysoké strniště nebo v pruzích). Výsadba bez krytí na rozsáhlé otevřené plochy je nevhodná.
- Lepší zkušenosti jsou s použitím sazenic než semenáčků a nejvhodnějším obdobím pro výsadbu je fáze těsně před a v době počátku rašení pupenů a také časně podzimní období po zdřevnatění nových výhonů. Optimální je využití krytokořenného sadebního materiálu.
- Douglaska je atraktivní dřevinou pro spárkatou zvěř a zajíce. Mechanická nebo chemická ochrana výsadeb proti okusu (případně i vytloukání) je nezbytná.
- Limitujícím faktorem výsadeb douglasky na velkém spektru stanovišť může být poškození klikorohem a na CHS 13 také velmi významné poškození ponravami chrousta.

Při tvorbě směsí s douglaskou je třeba respektovat často velmi různé ekologické nároky jednotlivých dřevin (světlomilné, stín snášející apod.) a postupy jejich následné výchovy (pozitivní vs. negativní výběr apod.). V případech s velkými rozdíly v těchto nárocích je vhodnější použít smíšení skupinové, naopak při volbě dřevin s podobnými nároky lze použít řadové i jednotlivé smíšení, případně jejich kombinace. Různé způsoby míšení mohou mít uplatnění (s výhodami i nevýhodami) podle konkrétních podmínek obnovovaného stanoviště (tab. 2).

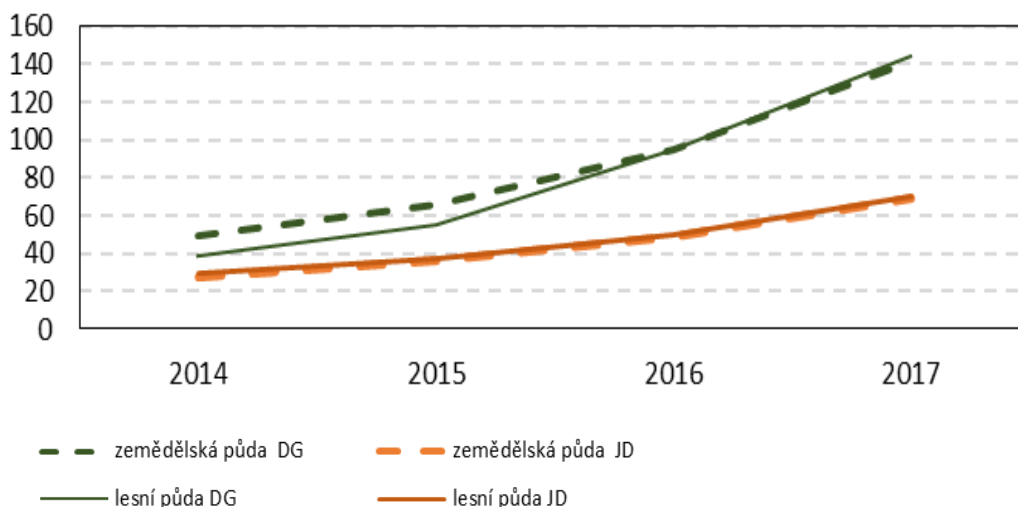
Tab. 2: Využití různých způsobů smíšení při umělé obnově porostů s douglaskou

Způsob smíšení	Charakteristika	Využitelnost pro směsi s douglaskou
Jednotlivé	Víceméně rovnoměrné střídání dřevin v porostu u vyvážených směsí. Také obvyklý způsob uplatnění přimíšených a vtroušených dřevin.	Výhody: Velmi vhodný způsob pro uplatnění douglasky v CHS, kde je její zastoupení v CDS do 10 %. Dobře využitelné při vylepšování douglaskou v mezernatých kulturách jiných dřevin. Nevýhody: U vyvážených směsí je třeba mísit pouze dřeviny s podobnými ekologickými nároky a srovnatelně vyspělým sadebním materiálem. Při vyšší mortalitě vtroušených dřevin dochází ke ztrátě směsi. Příklady: DG se SM (rovnoměrné smíšení i doplňování mezernatých SM kultur). DG jako vtroušená v různých jehličnatých i listnatých směsích.
Hloučkové	Velmi malý soubor jedinců jedné dřeviny (do 0,1 ha) zpravidla v porostu s převahou jiné dřeviny. Předpokládá se, že z původních desítek stromků při výsadbě zůstane v době obmýti 3-5 jedinců.	Výhody: Vyšší počet jedinců ve srovnání s jednotlivým smíšením zabezpečuje udržení směsi i v případě vyšší mortality. Nevýhody: Velikost hloučku neumožňuje samostatný přístup k výchově, tj. potřeba mísit pouze dřeviny s podobnými ekologickými nároky. Příklady: DG se SM, případně další jehličnaté a listnaté směsi (doplňování více mezernatých kultur).
Skupinkové	Přimíšená dřevina souvisle vysázena na plochu max. 0,2 ha.	Výhody: Plocha dřeviny umožňuje vyhovět jejím ekologickým nárokům při prořezávkách, i když další dřeviny směsi vyžadují odlišný přístup. Nevýhody: Pokud je skupinka DG v porostu tvořeném dřevinou s odlišnými ekologickými nároky, nelze jim již od stádia probírek vždy vyhovět. Příklady: DG s DB, DG v BO mladých porostech při obnově menších plošek po poškození sněhem. DG se dřevinami, které ji jinak při jednotlivém smíšení předrůstají.
Skupinové	Přimíšená dřevina souvisle vysázena plochu 0,2-0,5 ha.	Výhody: Plocha dřeviny umožňuje vyhovět jejím ekologickým nárokům i při probírkách, i když další dřeviny směsi vyžadují odlišný přístup. Nevýhody: Ve větších skupinách DG se zvyšuje riziko napadení biotickými škůdci (např. sypavkami). Příklady: DG s DB, DG s BO, DG se dřevinami s velmi odlišnými ekologickými nároky nebo s těmi, které ji v konkrétních stanovištních podmínkách předrůstají. Optimální velikost skupiny je do 0,3 ha.
Pásové (pruhové)	Přimíšená dřevina byla v kultuře vysazena do pásů (pruhů) různé šířky.	Výhody: Schematizace zalesňovacích prací (např. na větších obnovních prvcích). Pokud jsou pásy (pruhy) dostatečně široké (tj. přetrvávají až do dospělého porostu), jde vlastně o smíšení skupinové (viz výše). Nevýhody: Ve velmi širokých pásech (pruzích), stejně jako v rozsáhlejších skupinách se po napadení biotickými škůdci zvyšuje riziko jejich dalšího šíření (viz výše). Příklady: DG se dřevinami s velmi odlišnými ekologickými nároky nebo s těmi, které ji v konkrétních stanovištních podmínkách předrůstají (jako u smíšení skupinového – viz výše). Pruh by mělo tvořit alespoň 6 řad jedné dřeviny.
Řadové	Přimíšená dřevina byla v kultuře vysazena do řad (jedno-, dvoj-, troj-řady).	Výhody: Schematizace zalesňovacích prací (např. na větších obnovních prvcích). Řady během výchovy zpravidla přecházejí k smíšení jednotlivému. Nevýhody: Je třeba mísit pouze dřeviny s podobnými ekologickými nároky. Nelze použít u dřevin, které DG v konkrétních stanovištních podmínkách předrůstají. Příklady: DG v různých jehličnatých i listnatých směsích (s DB, BK, SM, JDO).

CHS – cílový hospodářský soubor, CDS – cílová druhová skladba

Na základě výzkumu sledující odrůstání různých směsí douglasky s většinou našich domácích dřevin se ukázalo, že řadové smíšením není příliš vhodné, protože rozdílná dynamika výškového

růstu by značně komplikovala budoucí výchovu těchto porostů. Tento fakt lze dokumentovat na výsledcích měření na experimentu Vítkov, kde je zřejmá výrazně odlišná růstová dynamika výškového přírůstu mezi DG a JD. Tento rozdíl byl zaznamenán jak na lesní tak i na nově zalesněné zemědělské půdě. Výsledky měření na experimentu Vítkov tak ukazují výrazně vyšší výškový přírůst douglasky ve srovnání s jedlí bělokorou (obr. 1).



Obr. 1. Výškový růst výsadeb douglasky a jedle (v cm) v řadovém smíšení na lesní a zemědělské půdě experimentu Vítkov v letech 2014 až 2017.

Tvorba smíšených porostů s douglaskou kombinovanou obnovou

Při kombinované obnově využíváme společně výhod přirozené i umělé obnovy. Jednou z hlavních výhod oproti přirozené obnově je možnost využít i dřeviny, které nejsou zastoupeny v mateřském porostu. Nespornou výhodou oproti umělé obnově pak jsou nižší náklady (část dřevin se zmlazuje přirozeně a zpravidla nevyžaduje vyšší náklady na zajištění).

Při tvorbě směsí s douglaskou kombinovanou obnovou mohou nastat prakticky dvě varianty:

- A. Douglaska je doplňována uměle do náletu (nárostu) dalších dřevin.
- B. Do náletu douglasky jsou uměle doplňovány další dřeviny.

Ad A)

Při vnášení douglasky náletu nebo nárostu dalších dřevin se jedná většinou o tvorbu jednotlivé příměsi. Z příkladů uměle obnovovaných směsí je známo, že douglasce nevyhovuje předrůstání jinými dřevinami. Při tomto způsobu obnovy je tedy třeba používat co nejvyspělejší sadební materiál douglasky a výsadby provádět s maximální pečlivostí. V případě, že není obnovní prvek chráněn oplocením, je většinou nezbytné vysazované douglasky individuálně ochránit.

Předrůstání douglasky dalšími dřevinami lze předejít předřazením její výsadby před vznik náletu dalších dřevin. Příkladem může být výsadba vyspělých sazenic douglasky (ca v počtu 1000 pravidelně rozmístěných jedinců na hektar) na volnou plochu v CHS 23, kde se následně bude z výstavků nebo bočním náletem ze sousedního mateřského porostu jako hlavní dřevina zmlazovat borovice lesní. Obdobně lze aplikovat i na CHS 53 se smrkem, případně jedlí. Tento přístup může být výhodný také při využití násečného hospodářského způsobu tj. výsadba douglasky na holosečné prvky a očekávaný nálet ostatních dřevin jak na holinu, tak pod clonu mateřského porostu.

Ad B)

Pokud jsou stanovištní podmínky pro přirozenou obnovu douglasky příznivé (viz. kap. 3.1), dochází často k jejímu spontánnímu zmlazení s nedostatečným podílem dalších dřevin. Protože je pěstování douglasky ve větších homogenních skupinách (s charakterem monokultury) nežádoucí

a rizikové (viz rozvoj zejména biotických škodlivých činitelů, švýcarské a skotské sypavky), je potřebné do takových náletů nebo nárostů vnášet další příměs vhodných dřevin. Pokud je nálet (nárost) douglasky silně mezernatý lze další dřeviny doplnit ve formě hloučků až skupinek. U menších mezer půjde pouze o tvorbu individuální příměsi. Pokud je zmlazení douglasky husté a bez mezer, je třeba vnášení příměsi spojit s přípravou stanoviště výřezem plošek (o průměru odpovídajícímu minimálně průměrné výšce náletu (nárostu)). Samozřejmostí je kromě volby odpovídající dřeviny (viz tab. 1 a 2) i patřičná vyspělost sadebního materiálu. Po výsadbě je (pokud není oplocen celý obnovní prvek) zpravidla nutná individuální ochrana a opakovaná péče uvolňováním od konkurence hlavní dřeviny (douglasky) případně i buřene.

Závěr

Douglaska tisolistá je introdukovanou dřevinou s vysokým potenciálem využití pro plnění produkčních i mimoprodukčních funkcí lesa na široké škále stanovišť. Její současné zastoupení v druhové skladbě našich lesů je však velmi malé (0,2 %) a lze proto předpokládat, že mezi vlastníky a správci lesa bude zájem častěji tuto dřevinu používat při obnově lesních porostů. Dosavadní poznatky jednoznačně směřují k doporučením pěstovat douglasku ve směsích. To je spojeno ve srovnání s výsadbou porostů s jednou dřevinou s větší náročností přípravy, organizace a vlastní realizace obnovy. V certifikované metodice („Tvorba směsí s douglaskou“, která je dostupná na www.vulhm.cz.) jsou shrnuty dosavadní poznatky včetně ověřování v zahraničí používaných postupů (na pokusných plochách) s pravidelným měřením. Kromě vyčlenění stanovišť vhodných pro pěstování douglasky jsou doporučení diferencována podle použití postupů přirozené, umělé nebo kombinované obnovy. Pozornost je věnována i využití douglasky na bývalých zemědělských půdách a při obnově kalamitních holin.

Dedikace

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

- Bartoš J., Kacálek D., 2011: Douglaska tisolistá – dřevina vhodná k zalesňování bývalých zemědělských půd. Zprávy lesnického výzkumu, 56 (Special): 6-13
- Dušek D., Slodičák M., Novák J., Černý J., 2018: Růstová reakce mladých douglaskových porostů na první výchovné zásahy. Zprávy lesnického výzkumu, 63 (1): 20-27
- Hofman J., 1964: Pěstování douglasky. Praha, Státní zemědělské nakladatelství: 253 s.
- Kacálek, D., Mauer, O., Podrázský, V., Slodičák, M. a kol., 2017: Meliorační a zpevňující funkce lesních dřevin. Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti v nakladatelství Lesnická práce 2017. 300 s. – ISBN 978-80-7458-102-1 (Lesnická práce); 978-80-7417-148-2 (VÚLHM)
- Kantor P., 2008: Production potential of Douglas fir at mesotrophic sites of Křtiny Training Forest Enterprise. Journal of Forest Science, 54, (7): 321-332
- Kantor P., Šach F., 2014: Přirozená obnova douglasky tisolisté. In: Slodičák M., Novák J. (eds): Pěstební postupy při zavádění douglasky do porostních směsí v podmínkách ČR. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce: 78-91 – ISBN 978-80-745865-9
- Matějka K., Podrázský V., Viewegh J., 2014: Vliv douglasky na stav lesních fytoocenóz. In: Slodičák M., Novák J. (eds): Pěstební postupy při zavádění douglasky do porostních směsí v podmínkách ČR. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce: 212-231 – ISBN 978-80-745865-9
- Mauer O., Palátová E., 2012: Root system development in Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) on fertile sites. Journal of forest science, 58 (9): 400-409
- Mauer O., Houšková K., Vaněk P., 2014: Postupy umělé obnovy douglaskou tisolistou. In: Slodičák M., Novák J. (eds): Pěstební postupy při zavádění douglasky do porostních směsí

- v podmínkách ČR. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce: 48-77 – ISBN 978-80-745865-9
- Plíva J., 2000: Trvale udržitelné obhospodařování lesů podle souborů lesních typů. UHUL Brandýs nad Labem, 219 s.
- Podrázský V., Remeš J., Tauchman P., Hart V., 2010: Douglaska tisolistá a její funkční účinky na zalesněných zemědělských půdách. Zprávy lesnického výzkumu, 55, (1): 12-18
- Slodičák M., Novák J., Kacálek D., 2011: Pěstební postupy k biologické melioraci narušených lesních půd. Certifikovaná metodika. Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti 2011. 37 s. Lesnický průvodce 6/2011. – ISBN 978-80-7417-046-1
- Slodičák M., Novák J., Mauer O., Podrázský V. a kol., 2014a: Pěstební postupy při zavádění douglasky do porostních směsí v podmínkách ČR. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce 2014. 272 s. – ISBN 978-80-745865-9
- Slodičák M., Kacálek D., Novák J., Dušek D., 2014b: Výchova porostů s douglaskou. Certifikovaná metodika. Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti 2014. 23 s. Lesnický průvodce 8/2014. – ISBN 978-80-7417-085-0
- Slodičák M., Kacálek D., Mauer O., Dušek D., Houšková K., Jurásek A., Leugner J., Novák J., Souček J., Špulák O., Podrázský V., Zouhar V., 2017: Meliorační a zpevňující funkce lesních dřevin v CHS borového a smrkového hospodářství. Certifikovaná metodika. Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti 2017. 44 s. Lesnický průvodce 7/2017. – ISBN 978-80-7417-153-6
- Šika A., Vinš B., 1980: Growth of Douglas fir in the forest stands of CSR. Práce Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti, 57: 73–90
- UHUL, 2017: Informace o stavu lesů z LHP(O). k dispozici na (staženo 16. 10. 2018): http://www.uhul.cz/images/ke_stazeni/SLHP/2017.rar

Kontaktní adresa:

Ing. Jan Leugner, Ph.D., Ing. Jiří Novák, Ph.D.

VÚLHM, v. v. i., VS Opočno

517 73 Opočno, Na Olivě 550, Česká republika

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

VLIV RŮZNÉ INTENZITY HNOJENÍ KRYTOKOŘENNÉHO SADEBNÍHO MATERIÁLU BUKU VE ŠKOLKÁCH A JEHO NÁSLEDNÉ ODRŮSTÁNÍ VE VÝSADBÁCH

Antonín Jurásek, Jan Bartoš

Abstrakt

V současné době se při umělé obnově lesa klade velký důraz na použití stanovištně původních cílových dřevin, zejména dřevin listnatých. Moderní technologie intenzivních postupů pěstování krytokořenného sadebního materiálu listnatých dřevin přináší, mimo jiné, možnost rychlejšího zvyšování podílu těchto dřevin při obnově lesa. Je třeba ale ověřit, na jakých typech stanovišť je možné tento sadební materiál použít. Tato problematika byla modelově řešena se sadebním materiálem buku lesního. Zdravotní stav a růst intenzivně pěstovaného sadebního materiálu buku v prvních letech po výsadbě byl sledován na 2 výzkumných plochách. Na těchto lokalitách s relativně optimálními růstovými podmínkami vykazuje buk výborný zdravotní stav. Po 4 letech růstu došlo takřka k vyrovnání průměrné výšky rostlin u různě hnojených variant. Z dosavadních výsledků vyplývá pozitivní vliv pomalu rozpustného hnojiva použitého v substrátu při pěstování ve školce. Různý způsob hnojení krytokořenných semenáčků buku neměl negativní efekt na tvorbu závažných kořenových deformací kořenového systému 4 roky po výsadbě.

Klíčová slova

Intenzita hnojení, Sadební materiál, Umělá obnova

Poděkování:

Výsledek vznikl za podpory Ministerstva zemědělství, institucionální podpora MZE-RO0118 a výzkumného projektu NAZV QK1920328 „Komplexní řešení obnovy a pěstování lesa v oblastech s rychlým velkoplošným hynutím lesa“.

Úvod

Umělá obnova listnatých dřevin je v mnoha případech jediné řešení, jak zvýšit zastoupení stanovištně původních dřevin na úkor rozsáhlých smrkových monokultur. V rámci lesního hospodářství České republiky je buk nejvýznamnější hospodářskou dřevinou a postupně se zvyšuje jeho podíl na umělé obnově lesa. Dlouhodobou tradici v podmínkách České republiky má použití krytokořenného sadebního materiálu lesních dřevin (Mauer 1997, Jurásek 2000). Moderní technologie intenzivního pěstování tohoto sadebního materiálu přináší další výhody (např. pro napěstování výsadby schopných semenáčků je zapotřebí jen jedno vegetační období). Lze tak i daleko rychleji reagovat na zvyšující se poptávku po kvalitním sadebním materiálu listnáčů. V případě technologie pěstování krytokořenného sadebního materiálu na vzduchovém polštáři dochází k zaschnutí kořenů na rozhraní obalu a vzduchového polštáře a k následnému zmnožení jemných kořenů uvnitř obalu. Vytváří se tak kompaktní kořenový systém, který má dobré předpoklady růstu po výsadbě na trvalá stanoviště, neboť větší podíl jemných kořenů u krytokořenné technologie je velice příznivým východiskem z hlediska ujmутí výsadeb. Buk lesní je dřevinou, která pozitivně využívá intenzivní růstové prostředí školkařské výroby (Jurásek 2000).

Příspěvek uvádí výsledky růstu buku lesního tři a čtyři roky po zalesnění na různé typy stanovišť, kdy k výsadbě byly vypěstovány krytokořenné semenáčky ve třech variantách intenzity hnojení. Cílem těchto pokusů bylo, mimo jiné, posoudit, zda se intenzivní hnojení tohoto sadebního materiálu ve školce neprojeví negativně na růstu a zdravotním stavu po výsadbě stromků do lesních porostů.

Metodika řešení

Jednoleté krytokořenné semenáčky buku lesního byly pěstovány intenzivní školkařskou technologií. Pěstební obaly HIKO V 265 byly plněny výsevním substrátem ve třech úrovních hnojení: varianta 1 a 3 - doporučená dávka dlouhodobě působícího hnojiva v substrátu (dále označená jako „normální hnojení do substrátu“), varianta 2 a 4 - luxusní hnojení substrátu dvojnásobnou dávkou pomalu rozpustného hnojiva (dále označená jako „luxusní přihnojení substrátu“), varianta 5 - pěstební substrát není vyhnojen, během vegetace je aplikována pouze listová výživa v doporučené dávce (dále označena jako „kontrola – výživa jen na list“). V rámci těchto hlavních variant byla použita hnojiva s různou dobou uvolňování živin, bližší specifikace těchto dílčích variant je uvedena v tabulce č. 1.

Tab. 1: Diferencované hnojení semenáčků použitých pro založení výzkumných ploch

Varianta	Pracovní název	Hnojivo	Doba uvolňování (měsíce)	Dávka (kg.m ⁻³)
1	OS 12-14 (4kg)	Osmocote	12 - 14	4
2	OS 12-14 (8kg)	Osmocote	12 - 14	8
3	OS 3-4 (2kg)	Osmocote	3 – 4	2
4	OS3-4 (4kg)	Osmocote	3 - 4	4
5	Kontrola	Wuxal (zálivka)	-	-

Výsadba na obnovní pokusné plochy s použitím jednoletých krytokořenných semenáčků buku lesního byla provedena v podzimním období, a to na dvou pokusných plochách. Lokality Trutnov (560 m n. m.) a Zlaté hory (650 m n. m.) jsou klimaticky optimální pro pěstování buku lesního. Na těchto výzkumných plochách byly každoročně vyhodnocovány morfologické parametry (výška nadzemní části a průměr kořenového krčku) výsadeb a hodnocen jejich zdravotní stav. Po 4 letech od výsadby bylo od každé varianty z obou výzkumných ploch odebráno deset kusů vzorníků. Ty byly podrobeny destrukčním analýzám v laboratoři VÚLHM se zaměřením na zjišťování kořenových deformací podle standardů uvedených v technické normě ČSN 48215 Sadební materiál lesních dřevin.

Pro statistické vyhodnocení získaných veličin byla použita metoda ANOVA a Bonferroni Multiple-Comparison Test (With Control) v programovém vybavení MS Excel a CNSS.

Výsledky výzkumu a diskuse

Pro výzkumné plochy je společné to, že sadební materiál hnojený do substrátu měl oproti kontrole hnojené pouze na list statisticky průkazně větší výšku i tloušťku kořenového krčku (obr. 1).



Obr. 1: Ukázka sadebního materiálu před výsadbou na výzkumné ploše Zlaté hory. Vlevo semenáčky s luxusní dávkou hnojiva v substrátu, vpravo semenáčky hnojené ve školce pouze na list.

Morfologické parametry sadebního materiálu ve fázi jeho dopěstování ve školce jsou uvedeny v tabulce č. 2.

Tab. 2: Morfologické parametry jednoletého krytokořenného sadebního materiálu buku lesního před výsadbou na zkusné plochy. Popis variant viz tabulka 1.

Varianty	Výška (cm)	Kořenový krček (mm)	K/N	Kořenové deformace (%)
1 - (OS 12/4)	38,6	4,7	99,0	0
2 - (OS 12/8)	44,4	4,6	79,3	1
3 - (OS 3/2)	43,7	5,0	96,6	1
4 - (OS 3/4)	45,4	5,0	62,3	1
5 - kontrola	19,7	3,8	160,6	0

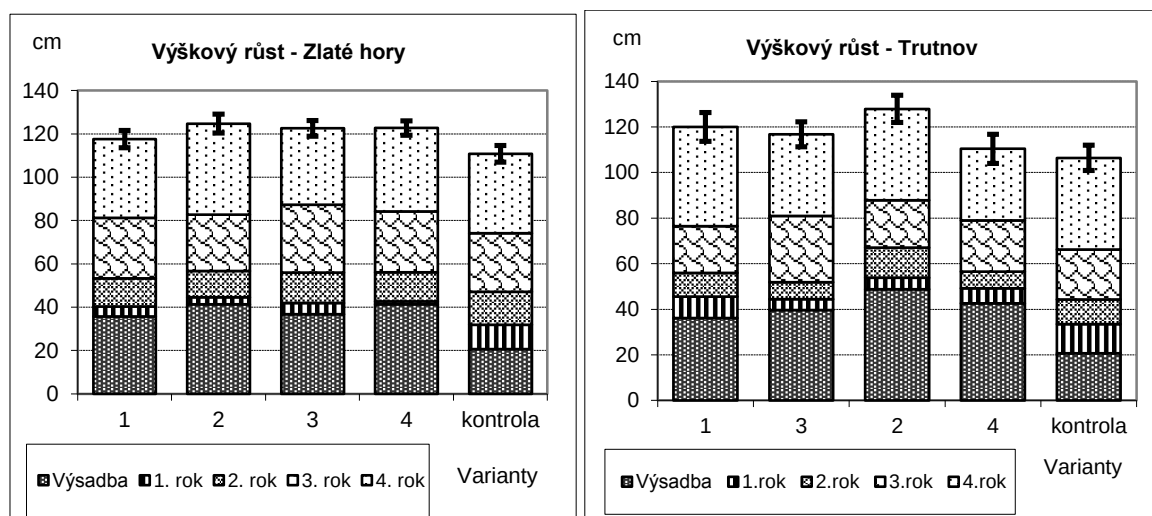
Na obou výzkumných plochách s optimálními růstovými podmínkami pro buk (Trutnov a Zlaté hory) byl již od založení pozorován dobrý zdravotní stav. Největší podíl na ztrátách tvoří poškození myšmi, avšak celkové ztráty nepřekročily 5 %. První rok po výsadbě, byly zjištěny menší rozdíly v poškození nebo zaschnutí terminálních výhonů mezi jednotlivými variantami použitého sadebního materiálu. Nejnižší výskyt těchto poškození byl pozorován u kontrolní varianty 5 (hnojené pouze na list), nejvyšší u variant s aplikací hnojiva s kratší dobou uvolňování živin. V druhém roce po výsadbě již byl výskyt poškození terminálních výhonů minimální. Nejvyšší byl u variant hnojených Osmocote s dlouhou dobou uvolňování živin (tabulka č. 3). Uvedené výsledky naznačují přetrvávání účinků hnojení ve školce ještě v 1. a částečně i ve 2. roce po výsadbě.

Tab. 3: Výskyt poškození terminálních výhonů buku lesního na výzkumné ploše Zlaté hory. Popis variant viz tabulka 1.

Varianta	1. rok (%)	2. rok (%)
1 - (OS 12/4)	9,7	1,4
2 - (OS 12/8)	11,0	2,2
3 - (OS 3/2)	16,3	0,5
4 - (OS 3/4)	14,2	0,2
5 - kontrola	3,1	0,2

Na nutnost vyvážené výživy pro dosažení dobré ujmavosti a odolnosti upozorňují i Barnes (1994), Aldhous a Mason (1994), Grassi (1996), Prasad (1996) a Libus (2006). Na nebezpečí tvorby kořenových deformací v důsledku nesprávného hnojení upozorňuje Mauer et. al. (2004).

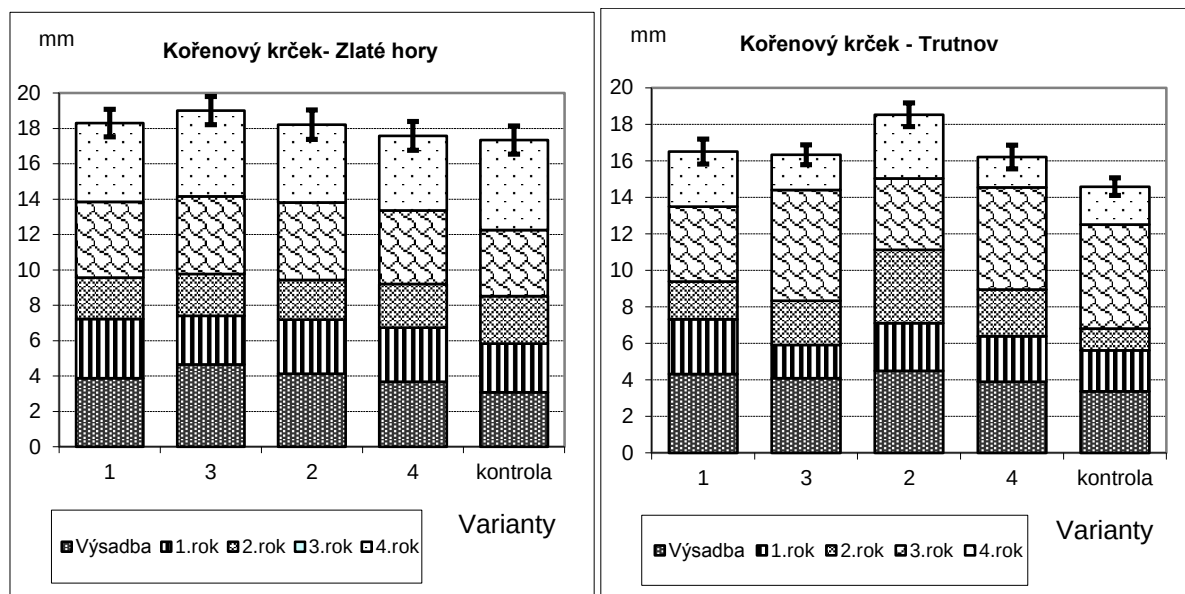
Jak je patrné z obrázku 2 sadební materiál po dvou letech překonal šok z přesazení a začal intenzivně výškově přirůstat. Nejvyšší relativní přírůst byl po dvou letech po výsadbě zaznamenán u kontrolní varianty. Přírůst této varianty pozitivně ovlivnil i nižší výskyt zaschlých terminálních výhonů, které se ve větším rozsahu objevovaly u variant hnojených do substrátu. Po čtyřech letech růstu se výškové rozdíly mezi variantami hnojenými pomalu rozpustným hnojivem a kontrolou (hnojení na list) postupně vyrovnávají, i když jsou stále statisticky vysoce průkazné. To nepřímě svědčí o tom, že i hnojivo v pomalu rozpustné formě je již spotřebováno a kořeny se bezproblémově rozrůstají mimo kořenový bal. Významným zjištěním je to, že již čtyři roky po výsadbě splňují buky všech variant, včetně kontroly, parametry zajištěné kultury.



Obr. 2: Výškový přírůst různě hnojeného sadebního materiálu buku lesního na výzkumných plochách Trutnov a Zlaté hory. Popis variant viz tabulka 1. Chybové úsečky znázorňují maximální a minimální hodnoty.

V době výsadby, tj. po vypěstování ve školce vykazoval sadební materiál hnojený pomalu rozpustným hnojivem do substrátu statisticky průkazně větší průměr kořenového krčku oproti kontrole, tj. sazenicím hnojeným ve školce pouze na list. Ze sledování tloušťkového přírůstu ve výsadbových pokusech (obr. 3) je zřejmé, že v růstu nejsou na výzkumné ploše Zlaté hory zaznamenány žádné statisticky významné rozdíly v tloušťce kořenového krčku mezi hnojenými

variantami a kontrolou. Na výzkumné ploše Trutnov byly i po čtyřech letech růstu změřeny významnější statistické rozdíly v tloušťce kořenového krčku mezi jednotlivými variantami.



Obr. 3: Tloušťka kořenového krčku různě hnojeného sadebního materiálu buku lesního v jednotlivých letech po výsadbě na výzkumné plochy Zlaté hory a Trutnov. Popis variant viz tabulka 1. Chybové úsečky znázorňují maximální a minimální hodnoty.

Z výsledků destrukčních analýz testovaného sadebního materiálu po čtyřech letech růstu v lesním prostředí bylo zjištěno, že menší kořenové deformace se vyskytovaly u jedinců hnojených do substrátu v 8 případech, u kontrolní varianty hnojené ve školce pouze na list byly zjištěny celkem 4 deformace. Důležitým zjištěním bylo to, že se v žádném z analyzovaných případů nejednalo o závažný typ deformací, který by měl bezprostřední vliv na stabilitu stromků. Ukázka zjištěných deformací je zachycena na obr. 4. Dalším významným zjištěním je i to, že u všech variant hnojení se kořeny bez vážnějších problémů rozrůstaly z kořenového balu do okolní půdy.

Obdobné výsledky o dynamice růstu různě hnojených variant sadebního materiálu buku a absenci závažnějších deformací kořenů byl zjištěn u další série těchto pokusů (Bartoš, Jurásek, Nárovcová 2008) situované na extrémnější lokalitě, na horní hranici ekovalence buku, tj. na náhorní plošiny Krušných hor (700 m n. m.) a do horské polohy Jeseníků (1160 m n. m.).

Obr. 4: Ukázka deformací kořenového systému po čtyřech letech růstu na TVP Zlaté hory - vlevo sadební materiál s luxusní dávkou hnojiva v substrátu, vpravo kontrola.



Závěry

Z výsledků sledování různě hnojeného intenzivně pěstovaného sadebního materiálu buku rostoucího v optimálních podmínkách pro buk vyplývá, že:

- Ve všech variantách pokusů byly zaznamenány jen minimální ztráty (do 5 %).
- Kontrolní semenáčky hnojené pouze na list byly výrazně menší než varianty hnojené pomalu rozpustnými hnojivy. Na konci prvního vegetačního období, v době výsadby, dosahovaly kontrolní semenáčky pouze 43 až 51 % výšky a 77 až 83 % tloušťky semenáčků pěstovaných v substrátu s aplikovaným hnojivem Osmocote. Při hodnocení ve 4. roce po výsadbě byla kontrolní varianta stále ještě poněkud menší oproti rostlinám hnojeným pomalu rozpustnými hnojivy, rozdíly se však zmenšily (kontrolní rostliny dosahovaly 85 až 91 % výšky a 86 až 92 % tloušťky hnojených sazenic).
- I přes výrazné morfologické rozdíly mezi hnojenými variantami do substrátu a kontrolní variantou stromků (hnojenou pouze na list) dosáhly parametrů zajištěné kultury takřka za stejný časový interval (4 roky po výsadbě).
- Při listových analýzách nebyly již od prvního roku po výsadbě zjištěny výraznější rozdíly v obsahu základních živin mezi různými variantami hnojení pomalu rozpustným hnojivem a kontrolou. Přestože si varianty hnojené pomalu rozpustným hnojivem i ve 4. roce po výsadbě zachovaly částečně výhodu větší počáteční velikosti, nebyly pozorovány žádné rozdíly v jarním vývoji odolnosti k mrazu, časnosti rašení nebo výskytu deformací a zlomů způsobených extrémní sněhovou pokrývkou.
- Hnojení semenáčků buku lesního pomalu rozpustným hnojivem ve školce ovlivnilo v menším rozsahu jejich zdravotní stav v 1. roce po výsadbě. Projevilo se to především

vyšší četností zaschlých nebo poškozených terminálních výhonů. V dalších letech již byly tyto účinky minimální.

- Vyrovnávání průměrných výšek různě hnojeného sadebního materiálu buku naznačuje, že hnojivo v pomalu rozpustné formě bylo již spotřebováno a kořeny se bezproblémově rozrůstaly do okolní půdy mimo kořenový bal.
- Výsledky naznačují, že stimulace růstu semenáčků buku lesního ve školce vyváženým intenzivním hnojením nemá dlouhodobější negativní účinky na odolnost k nepříznivým vlivům působícím po výsadbě, a to ani v případě použití hnojiv s dlouhou dobou uvolňování živin. Dávky doporučené výrobcem hnojiva jsou optimální a není potřeba je zvyšovat.
- Z výsledků destrukční analýz ve školce různě hnojeného sadebního materiálu buku po 4 letech růstu v lesním prostředí vyplývá, že nebyly zjištěny žádné závažné deformace kořenového systému, které by bezprostředně ovlivnily stabilitu stromků.
- Intenzivně pěstovaný sadební materiál (plugy) buku lze při dodržení technologie pěstování použít k umělé obnově bez negativních důsledků na jeho ujímání a růst v prvních letech po výsadbě.
- Aby bylo možné plně využít přednosti tohoto typu sadebního materiálu - což je rychlý růst po výsadbě bez výraznějšího šoku z přesazení - je nutná šetrná manipulace se stromky od převozu ze školky po vlastní výsadbu, aby nedošlo ke snížení jejich fyziologické kvality (např. nesmí oschnout ani povrchová vrstva kořenového balu, protože právě zde jsou soustředěny základy nových kořenů).

Citovaná literatura a další publikace autorů.

ALDHOUS, J. R. - MASON, W. L.: Forest Nursery Practice. Forestry Commission Bulletin 111, HMSO, 1994

BARNES, H. W.: Fertilizers: interactions and overwintering - a review. In: International Plant Propagators' Society Combined Proceedings. 43, 1994, s. 475 - 479.

BARTOŠ, J. - JURÁSEK, A. - MARTINCOVÁ, J. - NÁROVCOVÁ, J.: Fyziologické aspekty růstu výsadeb buku lesního (*Fagus sylvatica* L.) ve vztahu k různé intenzitě hnojení ve školce. [Physiological reactions of beech plantations following various ways of nursery fertilization]. In: Stabilization of forest functions in biotopes disturbed by anthropogenic activity. Research results presented on international scientific conference supported by research project MZe-0002070201 "Stabilization of the forest functions in biotopes disturbed by anthropogenic activity under changing ecological conditions". Opočno 5. - 6. 9. 2006. Ed. A. Jurásek, J. Novák, M. Slodičák. Jíloviště-Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti - Výzkumná stanice Opočno 2006, s. 115 - 123. - ISBN 80-86461-71-8

BARTOŠ, J. - JURÁSEK, A.: Vliv různých způsobů pěstování sadebního materiálu buku lesního (*Fagus sylvatica* L.) ve školce na následný růst ve výsadbách do stadia zajištěné kultury. [Influence of various nursery-cultivation methods upon beech seedlings growth after planting]. Zprávy lesnického výzkumu, 52, 2007, č. 4, s. 293 - 301.

BARTOŠ, J. - JURÁSEK, A. - NÁROVCOVÁ, J.: Odrůstání krytokořenného sadebního materiálu buku na extrémních stanovištích. [Containerized beech planting stock prosperity under extreme site conditions]. Zprávy lesnického výzkumu, 53, 2008, č. 3, s. 192 - 199.

ČSN 48 2115. Sadební materiál lesních dřevin. [Forest reproductive material]. Úplná revize normy. Zprac. A. Jurásek, O. Mauer, J. Nárovcová, V. Nárovec. Praha, ÚNMZ 2012. 24 s

GRASSI, G.: Influenza della luce e del substrato sullo sviluppo di semenzali di faggio (*Fagus sylvatica*). Monti e Boschi, 47, 1996, č. 4, s. 54 - 62.

JURÁSEK, A.: Vliv kvality obalené sadby na zdravotní stav výsadby v horských podmínkách. In: Lesnické hospodaření v imisní oblasti Orlických hor. Sborník referátů z celostátního semináře. Opočno, 31. 8. – 1. 9. 2000. Sest. M. Slodičák. Opočno, VÚLHM – Výzkumná stanice 2000, s. 161 – 163.

JURÁSEK, A. - BARTOŠ, J.: Dosavadní zkušenosti s použitím krytokořenného sadebního materiálu buku pěstovaného ve školce intenzivními postupy. [Experience of the use of beech containerised seedlings nursery grown by intensive ways]. In: Možnosti použití sadebního materiálu z intenzivních školkařských technologií pro obnovu lesa. Sborník z mezinárodního semináře. Opočno, 3. a 4. června 2004. [Kostelec nad Černými lesy], Lesnická práce 2004, s. 57 - 64. - ISBN 80-86386-51-1

LIBUS, J.: Vliv přehnojení dusíkem a hořčíkem na růst sadebního materiálu buku lesního a smrku ztepilého. http://www.zeus.cz/pdf/pudy/zkBrno_VlivPrihnojeni_N_Mg.pdf, 2006. 59 s.

MAUER, O. Kvalita služeb školkařských provozů. [Nursery services quality]. Zprávy lesnického výzkumu, 42, 1997, No. 1, p. 17 – 18.

MAUER, O. - PALÁTOVÁ, E.: Deformace kořenového systému a stabilita lesních porostů. [Root system deformations and stability of forest stands]. In: Možnosti použití sadebního materiálu z intenzivních školkařských technologií pro obnovu lesa. Sborník přednášek z mezinárodního semináře. Opočno, 3. a 4. 6. 2004. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce 2004, s. 22 - 26.

PRASAD, M.: Nutrient survey of nursery stock in Ireland and U. K. including nutrient reserve analysis in controlled-release fertiliser and leaf analysis. International Plant Propagators' Society, Combined Proceedings 46, 1996, s. 183 - 189.

Kontaktní adresa:

Doc. Ing. Antonín Jurásek, CSc., Ing. Jan Bartoš, Ph.D.

VÚLHM, v. v. i., VS Opočno

517 73 Opočno, Na Olivě 550, Česká republika

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

SKLADOVÁNÍ KRYTOKOŘENNÉHO SADEBNÍHO MATERIÁLU

Kateřina Houšková, Oldřich Mauer

Abstrakt

Cílem příspěvku je představit způsoby skladování krytokořenného sadebního materiálu lesních dřevin. Byly popsány možné způsoby krátkodobého i dlouhodobého skladování. Na základě výzkumných analýz byla shledána jako nejlepší pro dlouhodobé skladování rostlin jejich uložení v mrazicím boxu při teplotě $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$. Rostliny skladované tímto způsobem nevykazují po výsadbě významné ztráty, vykazují dobrý přírůst, nejsou poškozovány v průběhu skladování mrazem, plísní ani jiným negativním faktorem. Možnou ztrátu vody z kořenových balů rostlin lze vyhodnotit zjišťováním hmotnostního rozdílu kořenových balů hodnocených rostlin a kořenových balů plně nasycených vodou a dále měřením vlhkosti kořenových balů přístroji SM300 a WHT860. V příspěvku jsou uvedeny limitní hodnoty těchto parametrů pro úspěšné ujetí a odrůstání rostlin.

Klíčové slova

dlouhodobé skladování, krátkodobé skladování, krytokořenný sadební materiál, manipulace, sucho

Úvod

Téměř každoroční přísušky v jarním období v posledních letech i sucho v průběhu vegetace značně zhoršují ujímání a odrůstání sadebního materiálu po výsadbě. Předpovědi klimatologů v tomto směru nejsou příznivé (Hlavinka et al. 2018), a proto je třeba s nedostatkem srážek ve vegetačním období počítat a přijmout taková opatření při výsadbě nových porostů, která by zabránila neúměrným ztrátám. Jedním z předpokladů pro ujetí a zdárné odrůstání výsadeb je používání morfologicky a fyziologicky kvalitního sadebního materiálu. V České republice je v tomto směru dle Vyhlášky 29/2004 Sb. povinnost dodržovat normu ČSN 48 2115 „Sadební materiál lesních dřevin“, která definuje standardní sadební materiál – základní předpoklad pro založení kvalitní kultury. Co se týče morfologických parametrů, norma stanovuje tyto:

- výška nadzemní části,
- tvar nadzemní části,
- tloušťka kořenového krčku,
- poměr objemu kořenového systému k objemu nadzemní části,
- podíl objemu jemných kořenů v objemu celého kořenového systému,
- délka kulového kořene,
- architektonika kořenového systému (nepřípustné deformace),
- maximální průměr řezných ran.

Současná situace v lesnictví s nedostatkem pracovních sil však vede k zájmu o zjednodušení normy (pracné manuální třídění sadebního materiálu) (Martinec et al. 2019). Kůrovcová kalamita s nedostatkem žádaného sadebního materiálu dále vyvolává diskuzi o využívání rostlin, které normu nesplňují. Je však třeba mít na paměti, že pro zajištění úspěchu výsadeb v dnešních měnících se klimatických podmínkách (nejen na dnešních kalamitních holinách) musí být kladen stále větší důraz na morfologickou kvalitu sadebního materiálu i na jeho fyziologický stav (Leugner et al. 2018). Leugner et al. (2019) uvádějí, že nejlepším předpovědním faktorem pro ujímavost je tloušťka kořenového krčku. Mauer a Houšková (2018b) zjistili, že ztráty u krytokořenného sadebního materiálu v období sucha jsou přímo úměrné tloušťce kořenového krčku. Přičemž minimální tloušťka kořenového krčku daná ČSN 48 2115 se zdá být v některých případech nedostatečná (Houšková a Mauer 2018). Za další velmi důležitý parametr považují

Leugner et al. (2019) poměr kořenového systému ku nadzemní části. Výška nadzemních částí sazenic dle těchto autorů zřejmě předpovídá výškový růst a závisí na určitém stanovišti na vlhkostních podmínkách a rozsahu konkurenční vegetace. Mauer a Houšková (2018a) připomínají, že u krytokořenného sadebního materiálu hraje velmi důležitou úlohu velikost kořenového balu – čím větší baly, tím nižší jsou ztráty a lepší odrůstání rostlin po výsadbě v období sucha. Leugner et al. (2019) shrnují, že sadební materiál musí být pěstován tak, aby splnil dané standardy.

Zásadní vliv pro ujmoutí a odrůstání sadebního materiálu nejen v období sucha má fyziologický stav rostlin v období výsadby. Dle ČSN 48 2115 je specifikován: obsahem vody v pletivech, obsahem zásobních látek, stupněm vegetačního klidu, stavem terminálních pupenů, růstovým potenciálem kořenů a stavem mykorhizy. Jeden z nejdůležitějších fyziologických parametrů, který je nyní s ohledem na časté přísušky nejvíce zdůrazňován, je stav vodního režimu. Ztráta vody v průběhu manipulace s dřevinami (od vyzvednutí ve školce po výsadbu) je považována za jeden z hlavních důvodů šoku z přesazení. Její detekce je obtížná, s rostlinami je manipulováno zpravidla v dormanci a fyziologické změny jsou vizuálně postřehnutelné až v extrémních situacích. Vodní režim je proto posuzován speciálními metodami v laboratořích a provozně uplatnitelné metody jsou hledány. Jako perspektivní se zdá být hodnocení vodního potenciálu sadebního materiálu lesních dřevin tlakovou komorou, jehož metodiku pro smrk ztepilý a borovici lesní propracovali Martincová et al. (2018). V každém případě s rostlinami by mělo být manipulováno tak, aby nedošlo k významné ztrátě vody, sadební materiál musí být důsledně chráněn před vysycháním (zejména kořenů) (ČSN 48 2116 „Umělá obnova lesa a zalesňování“). Ke ztrátě vody z rostlin může dojít především v průběhu jejich skladování. Cílem příspěvku je představit možné způsoby a nové metody kontroly krátkodobého i dlouhodobého skladování krytokořenného sadebního materiálu, protože právě tento typ sadebního materiálu se začíná využívat stále ve větší míře, a to jak v České republice (Foltánek et al. 2018), tak i na Slovensku (Túčeková a Repáč 2018).

Krátkodobé skladování krytokořenného sadebního materiálu

Krátkodobým skladováním krytokořenného sadebního materiálu se rozumí jeho uchovávání v jarním nebo podzimním období od vyzvednutí ze školky (z uložiště) po výsadbu. Tento typ sadebního materiálu lze krátkodobě skladovat pouze, je-li v dormanci. Narašené rostliny nebo rostliny ve vegetaci jsou po vyjmutí ze sadbovačů ihned tříděny, baleny do otevřených obalů chránících kořenové baly a na stinném místě školky (může být i klimatizovaný sklad) uloženy k bezprostřednímu transportu. Norma ČSN 48 2116 před výsadbou připouští maximálně 3denní umístění narašených rostlin na založišti s možností závlahy. Narašené rostliny se umísťují do otevřených obalů, ve tmě dochází k poškození rašících výhonů (etiolizace, napadení plísněmi) a výraznému zhoršení fyziologické kvality (ČSN 48 2116.)

Dormantní krytokořenný sadební materiál může být krátkodobě skladován v klimatizovaných skladech, prostorách bez klimatizace nebo uložen v blízkosti místa výsadby pouze při dodržení určitých pravidel:

Krátkodobé skladování krytokořenného sadebního materiálu ve sněžných jámách a neklimatizovaných prostorách

Pro krátkodobé skladování sadebního materiálu jsou doporučeny pouze tmavé chladné prostory (sklepy, jeskyně, sněžné jámy) se stabilní teplotou do +6 °C a relativní vlhkostí vzduchu (RVV) nad 80 % (Mauer et al. 2013). V České republice jsou nejčastěji využívány sněžné jámy, teplota uvnitř sněžných jam nepřekračuje +4 °C (Jurásek et al. 2010). Krytokořenný sadební materiál uzavřený v pytlích, v přepravech nebo přebalech se ukládá na rošty nebo police (vždy v jedné vrstvě), ve sněžných jámách se spodním chlazením případně i přímo na sněh (ČSN 48 2116). Podle této normy může být sadební materiál skladován při teplotě do +5 °C až po dobu 4 týdnů, při

teplotě do +10 °C maximálně 3 týdny a při teplotě vyšší než +10 °C maximálně 1 týden. Je nutná pravidelná kontrola rostlin a v případě zjištění plísní nebo rašení je třeba sadební materiál ihned vysázet. Při venkovní teplotě vyšší než +20 °C musí být sadební materiál po vyskladnění před výsadbou aklimatizován minimálně po dobu 6 hodin na stinném a vlhkém místě. Sadební materiál, který byl více než 1 týden skladován ve sněžné jámě nebo jiném neklimatizovaném prostoru, nesmí být následně dlouhodoběji před výsadbou zakládán (při venkovní teplotě do +10 °C maximálně 1 týden, při vyšších teplotách maximálně 3 dny; ČSN 48 2116).

Krátkodobé skladování krytokořenného sadebního materiálu v klimatizovaném skladu

Teplota v klimatizovaných skladech je nastavena v rozmezí 0 až +3 °C, RVV 95 %. Rostliny jsou umístěny v klimatizovaném skladu v otevřených obalech, které chrání pouze kořeny, (přepravky, otevřené pytle, sadbovače, přebaly) a jsou v obalech umístěny ve svislé poloze. Před začátkem vlastního skladování musí být skladovací prostory důkladně vydezinfikovány pro omezení infekcí plísními. Pravidelně se provádí kontrola teploty a vlhkosti v prostoru skladu a zdravotního stavu rostlin včetně preventivních opatření proti plísním (ČSN 48 2116). K infekci plísními může dojít, pokud sazenice nebyly vyzvednuty včas, ale již „probuzené“ (Jurásek et al. 2010). Délka skladování rostlin je od několika dnů do doby expedice, nejpozději do doby rašení. Po vyskladnění je doporučována 1denní aklimatizace na stinném místě nejlépe u místa výsadby, ČSN 48 2116 stanoví aklimatizaci minimálně 6 hodin ve stínu při teplotě do 12 °C.

„Zakládání“ krytokořenného sadebního materiálu

Krytokořenný sadební materiál v dormanci se před bezprostředně výsadbou skladuje u místa výsadby, tzn., zakládá, a to pouhým uložením na povrch půdy do stínu (zpravidla okolního porostu). Pokud je sadební materiál v pěstebních obalech (sadbovačích) musí být zajištěn proti ztrátě vlhkosti, aby nedošlo k povrchovému oschnutí nebo dokonce vyschnutí kořenových balů (případná závlaha). Plugy v pytlích, uzavřených přepravkách a kartónových krabicích nebo v přebalech se překrývají klestem nebo sítí. Plocha založiště by měla být rovná, aby se rostliny nepřevracely a stály v přirozené poloze (Mauer et al. 2013). Je možno rovněž využít mobilních skladů (zpravidla kontejnerů), a to buď pasivních (nutno dodat chladicí médium, tj. led nebo sníh) nebo klimatizovaných (Téra 2016). Při teplotách do 10 °C mohou být takto rostliny uloženy 2 týdny, při +10 až +20 °C maximálně 1 týden, při teplotách nad +20 °C maximálně 3 dny (ČSN 48 2116). Jsou-li teploty vzduchu větší jak +18°C, je třeba přepravní obaly otevřít a dno pytle nebo krabice perforovat proti stagnaci dešťové vody Mauer et al. (2013). Okamžitě je ovšem nezbytné vysadit (nebo ručně upravit) všechny rostliny, které nejsou v přirozené poloze. Jurásek et al. (2010) opět upozorňuje na nutnost pravidelné kontroly rostlin (dvoudenní intervaly) a v případě výskytu plísní nebo rašení je třeba sadební materiál ihned vysadit.

Dlouhodobé skladování krytokořenného sadebního materiálu

Dlouhodobým skladováním sadebního materiálu se rozumí jeho uchovávání přes jedno období vegetačního klidu (od podzimu do jara následujícího roku). Je možno rozlišit několik způsobů dlouhodobého skladování dle prostoru, který je k tomu využit:

Ponechání krytokořenného sadebního materiálu na uložišti

V České republice se jedná o nejčastější způsob uchovávání krytokořenného sadebního materiálu přes zimní období. Rostliny na uložišti však musí být chráněny proti mrazu. Sadbovače (pěstební obaly) jsou proto sejmuty z konstrukcí vzduchových polštářů a položeny na povrch uložišť. Volné boky sadbovačů jsou zakryty pryžovými pásy; lze použít i jiné materiály, málo vhodná je rašelina nebo hrabanka, které způsobují zaplevelení uložišť (Mauer et al. 2013), sláma vytváří vhodné podmínky pro myšovitě. Zateplení se odstraňuje v jarním období. Negativní účinek mrazu lze rovněž částečně eliminovat vhodným výběrem sadbovačů pro pěstování rostlin (styrobloky). Tam,

kde v zimním období dlouhodoběji klesají teploty pod $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$ nebo dochází k náhlému střídání mrazových teplot a teplot nad $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, je nutné, aby byly rostliny chráněny sněhovou pokrývkou. Pokud bývá v zimním období nedostatek sněhu, je třeba zajistit umělý sníh pomocí sněhových děl nebo překrýt celé rostliny netkanou textilií (světlá, prodyšná, průsvitná).

Skladování krytokořenného sadebního materiálu v umělém krytu (fóliovník, skleník)

Krytokořenný sadební materiál se přes zimní období často skladuje ve fóliovníku (může být i jiný kryt). Rostliny se do něj naváží z úložiště ve stavu úplné dormance (viz skladování v mrazicím boxu) nebo je možné rostliny před skladováním otužit sejmutím fólie nejpozději v polovině srpna a po nástupu dormance rostlin ji na konstrukci fóliovníku znovu natáhnout. Kořenové baly rostlin je třeba udržovat vlhké zálivkou. V krytu je nutno kontrolovat vnitřní teplotu a udržovat ji těsně nad bodem mrazu. Vyšší teploty nebo jejich výkyvy lze snížit stíněním nebo větráním, mráz do $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ eliminuje jedna fólie, do $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$ dvě fólie se vzduchovou vrstvou mezi nimi nebo zálivka, při teplotách pod $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$ je nutné zazimování rostlin (nejlépe sněhem) nebo přitápění.

Skladování krytokořenného sadebního materiálu pod sněhem

V horských oblastech se používá skladování sadebního materiálu pod sněhem. Krytokořenný sadební materiál je uložen na dopravně přístupném a krytém místě, kde bývá větší vrstva sněhové pokrývky. Zde je v době naskladnění ztuhlý sníh na vrstvu vysokou 30–50 cm, na kterou jsou položeny dřevěné rošty (lze nahradit klestem) a na ně se ukládá sadební materiál uzavřený v plastových pytlích. Pytle se nestohují, jsou překryty folií a cca 50 cm vysokou vrstvou sněhu. Vhodná je i konstrukce nad místem skladování, aby rostliny nepoškodil další těžký sníh. Teploty u rostlin v průběhu skladování by neměly být nižší než $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Skladování krytokořenného sadebního materiálu ve sklepích a jeskyních

Pro dlouhodobé skladování rostlin jsou vhodné pouze prostory se stabilní teplotou do $+6\text{ }^{\circ}\text{C}$ a relativní vzdušnou vlhkostí nad 80 %. Sadební materiál musí být v době naskladnění ve stavu úplné dormance (viz skladování v mrazicím boxu) a musí být skladován v uzavřených obalech chránících celé rostliny. Je zde velké ohrožení rostlin plísněmi, proto je nezbytné pečlivé ošetření fungicidy a pravidelná kontrola zdravotního stavu rostlin. S ohledem na vysoké riziko napadení jehličnanů s asimilačním aparátem plísněmi i přes jejich intenzivní chemickou ochranu, je tento způsob dlouhodobého skladování doporučován pouze pro listnáče a modřín.

Skladování krytokořenného sadebního materiálu v klimatizovaném skladu

Krytokořenný sadební materiál může být přes zimní období skladován v klimatizovaném skladu, kde bývá nastavena teplota v rozmezí 0 až $+3\text{ }^{\circ}\text{C}$ a RVV 100 %. Dormantní rostliny (určení dormance viz skladování v mrazicím boxu) jsou zde dle ČSN 48 2116 umístěny ve svislé poloze v otevřených obalech, které chrání pouze kořeny (přepravky, otevřené pytle, sadbovače a přebaly). Před začátkem vlastního skladování musí být skladovací prostory důkladně vydezinfikovány pro omezení možnosti infekce plísněmi. Pravidelně se provádí kontrola teploty a vlhkosti v prostoru skladu a zdravotního stavu rostlin včetně preventivních opatření proti plísním (ČSN 48 2116). Přestože riziko napadení plísněmi zde není tak velké jako ve sklepích a jeskyních, také zde na jehličnanech dochází i přes ošetření fungicidy k intenzivnímu rozvoji hub a plísní, a proto je opět tento způsob dlouhodobého skladování doporučován pouze pro listnaté dřeviny a modřín.

Skladování krytokořenného sadebního materiálu v mrazicím boxu

Krytokořenný sadební materiál může být ve stavu úplné dormance uložen přes zimní období do mrazicího boxu s teplotou -2 až $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$. Nástup dormance je třeba pečlivě sledovat od počátku října (v horských polohách dříve). Je vhodné kombinovat 2 metody zjišťování dormance, např.:

- cytologická metoda – mikroskopicky je zjištěn stav chromozómů v buňkách, v dormanci by buňky měly být ve stádiu interfáze (meristematické buňky se nedělí, neprobíhá mitóza),
- měření elektrické vodivosti či odporu rostlin, jejich částí nebo výluhů – hodnocení poměru elektrických parametrů čerstvých rostlin a rostlin vystavených mrazu -16 °C po dobu 20 hodin,
- zdřevnatění „tohoročního“ přírůstu – na podélný řez pod terminálním pupenem působíme HCl a fluoroglucinolem, lignifikovaná pletiva se zbarví dočervena,
- suma 500 „chladových hodin“ – počet hodin ve školce s teplotou 0 až +5 °C je vyšší než 500,
- měření obsahu vody v „tohoročním přírůstu“ – gravimetricky zjišťovaný obsah vody v posledním přírůstu rostlin na podzim pozvolna klesá (nutno zjišťovat v cca týdenních intervalech) a v dormanci se ustálí na určitém minimu.

Nebo je možné zjistit tzv. N-sure metodou toleranci rostlin vůči mrazu, která je u rostlin kontrolována určitými geny. Podle aktivity těchto genů je rozhodováno, zda jsou rostliny tolerantní k zamrazení a je možné je naskladnit. Vzorky rostlin analyzuje nizozemská laboratoř (<https://www.nsure.nl>) a zákazníkům posílá výsledky do 2, popř. 1 pracovního dne.

Sadební materiál je před skladováním uzavřen do umělohmotných pytlů nebo kartónových krabic. Rostliny se do obalů ukládají v horizontálním i vertikálním směru (podle jejich velikosti). Nezbytná je identifikace obalů/palet. Po celou dobu skladování je nezbytné kontrolovat teplotu vzduchu ve skladu a průběžně (doporučováno 1x měsíčně) ověřit zdravotní stav rostlin, zejména pro možné poškození rostlin mrazem. Nejjednodušší metodou je aklimatizovat několik rostlin cca 24 hodin při teplotě cca 5 °C, následně je vložit do sadbovače a zajistit závlahu. Do 1 měsíce by měly rostliny obnovit růst kořenů a vyrašit. Výsledek však získáme za poměrně dlouhou dobu, proto je využíváno hodnocení pomocí parametru Root Electrolyte Leakage (REL). REL porovnává vodivost výluhu ze vzorku jemných kořenů před a po jejich úplné umělé destrukci, čímž je získána míra poškození pletiva jemných kořenů na počátku měření, tj. kolik procent buněk bylo mrazem před měřením poškozeno.

Po vyskladnění, před expedicí je nutné sadební materiál bez otevření obalu aklimatizovat, nejlépe v klimatizovaném skladu s teplotou +4 až +7 °C. Pokud nepřesahuje venkovní teplota vzduchu 20 °C, lze jej uložit i na stinném a chladném místě po dobu minimálně 3 dnů (obvykle 1-2 týdny). Délka aklimatizace je mj. dána výškou vrstvy sadebního materiálu a je důležité, aby při výsadbě bylo možné snadno a bez poškození od sebe oddělit jednotlivé rostliny, resp. aby kořenové baly rostlin nebyly k sobě navzájem přimrzlé.

Porovnání různých způsobů dlouhodobého skladování krytokořenného sadebního materiálu

Cílem dlouhodobého skladování rostlin je jejich udržení přes zimní období v co nelepším fyziologickém stavu. Rostliny jsou uchovávány v takových podmínkách, ve kterých se jejich metabolismus co nejvíce zpomalí, ale nedojde k poškození rostlin. Zpomalení metabolismu snižuje rychlost spotřebovávání zásobních látek a je ho dosahováno snížením teploty prostředí. Obecně je udáváno teplotní minimum, kdy ještě nedochází v pletivech k tvorbě ledu, který by je potrhal, -2 °C. Teplota prostředí ve skladovacích prostorách však může být ještě o něco nižší, záleží na izolačních vlastnostech obalů, ve kterých jsou rostliny skladovány, nebo na kvalitě zazimování. Přímou u rostlin je potom teplota vyšší (např. o cca 0,5 °C v PE pytlích), než nastavená ve skladovacím zařízení. Nebezpečí poškození rostlin mrazem lze eliminovat volbou vyšších teplot při skladování, nicméně při teplotách nad 0 °C se zvyšuje riziko napadení rostlin plísněmi, rychlost metabolismu je vyšší, a proto musí být rostliny skladovány v otevřených obalech při 100% relativní vlhkosti vzduchu (RVV).

V zimních obdobích r. 2015/2016 a 2016/2017 byl založen pokus, kde byly vybrané způsoby, resp. teploty skladování porovnávány. Buk lesní a smrk ztepilý byl skladován při různých teplotách v mrazicím boxu v PE pytlích, v klimatizovaném skladu při 100% RVV v přebalech a zazimován

na uložišti - sadbovače byly položeny na jeho povrch, zboku zahrnuty zeminou, rostliny nebyly uměle zasněžovány v průběhu zimy nebo jinak shora kryty (např. textilií).

Z dosažených výsledků (tabulka 1 – uvedeny pouze nejdůležitější ze zjišťovaných parametrů, a to přírůst a ztráty) vyplývá, že teplotní minimum pro ujmoutí rostlin bude druhově specifické; u buku byly zaznamenány vyšší ztráty po skladování při velmi nízkých teplotách (-7 °C, -8 °C) než u smrku. Přijatelných ztrát po výsadbě bylo dosahováno u variant s teplotou prostředí při skladování -6 °C a vyšší, maximální testována přijatelná teplota byla +2 °C v klimatizovaném skladu. Zazimování rostlin na uložišti bez umělého zasněžování nebo horní ochrany rostlin se zdá být rizikové; záleží na povětrnostních podmínkách zimního období. Ve sledovaném období (zima 2016/2017) bylo teplotní minimum bez sněhové pokrývky zaznamenáno v lednu, a to -11 °C, což vedlo k nepříjemným ztrátám zejména u buku (20 %).

Porovnáme-li přírůst přeživších rostlin po skladování ve všech variantách, nenalezneme statisticky významné rozdíly. Nicméně nejvyšších přírůstků s minimálními ztrátami dosahují rostliny po skladování o teplotě -3 °C. Teplota skladování -6 °C je hraniční, u buku i smrku se z hlediska ztrát a odrůstání zdá být přijatelná a je otázkou, zda by tuto teplotu snesly všechny druhy dřevin. Je vhodnější při skladování volit o něco vyšší teploty než minimální. Teplota skladování -1 °C se jeví jako vhodná, ve srovnání s teplotou -3 °C by zde ale při větším množství sadebního materiálu mohlo dojít k tomu, že rostliny při naskladnění budou vyžadovat delší dobu, než klesne teplota uvnitř obalu (pytle) pod 0 °C a hrozí zapaření rostlin nebo rozvoj plísní. Teplota -3 °C se z tohoto pohledu zdá být bezpečnější. Co se týče uskladnění rostlin v klimatizovaném skladu, jeví se dle ztrát a přírůstu po výsadbě (Tabulka 1) rovněž jako bezpečná a vhodná varianta, a to i pro smrk, tedy jehličnatou dřevinu. Nicméně testováno bylo v každé variantě 30 rostlin a v tomto menším množství sadebního materiálu, kdy jednotlivé přebaly stály vedle sebe v prázdné paletě, nedošlo k tak intenzivnímu rozvoji hub a plísní, jako by tomu bylo u většího množství rostlin v běžném provozu. Proto u smrku při testování (a to i přes opakované ošetření fungicidem) bylo sice zaznamenáno napadení plísněmi, nebylo ale tak silné, aby mělo vliv na jeho ujmoutí a odrůstání po výsadbě. Přesto je zřejmé, že pro jehličnany nebude dlouhodobé skladování v klimatizovaném skladu z důvodu vysokého rizika neúměrného napadení plísněmi perspektivní.

Tabulka 1: Ztráty a přírůst sadebního materiálu v 1. roce po výsadbě dlouhodobě skladovaného v různém prostředí s různou teplotou

Dřevina	Výsadba r. 2016			Výsadba r. 2017		
	Prostředí skladování/teplota	Ztráty (%)	Přírůst* (cm)	Prostředí skladování/teplota	Ztráty (%)	Přírůst* (cm)
BK	Mrazicí box/ -8 °C	100		Mrazicí box/ -7 °C	67	3,3±6,8
	Mrazicí box/ -6 °C	3	3,6±0,6	Mrazicí box/ -3 °C	6	3,0±2,8
	Mrazicí box/ -3 °C	3	3,7±0,5	Mrazicí box/ -1 °C	10	1,3±2,8
				Klimatizovaný sklad/ +2 °C	0	2,5±3,2
				Zazimování na uložišti	20	4,3±5,8
SM	Mrazicí box/ -8 °C	37	3,0±0,4	Mrazicí box/ -7 °C	17	9,3±6,1
	Mrazicí box/ -6 °C	11	3,2±0,3	Mrazicí box/ -3 °C	3	13,2±5,0
	Mrazicí box/ -3 °C	7	2,9±0,5	Mrazicí box/ -1 °C	3	12,0±5,3
				Klimatizovaný sklad/ +2 °C	0	11,4±4,1
				Zazimování na uložišti	10	9,3±3,7

*uveden aritmetický průměr ± směrodatná odchylka hodnot

Kontrola obsahu vody v kořenových balech krytokořenného sadebního materiálu

S ohledem na obtížné hodnocení fyziologické kvality sadebního materiálu v průběhu manipulace, skladování i pěstování, zejména, co se týče zjišťování obsahu vody v rostlinách, přímo v terénu nebo školkařské provozu, byly vytipovány 2 metody zjišťování obsahu vody v kořenových balech pro krytokořenný sadební materiál, který s obsahem vody v rostlinách velmi úzce souvisí:

Měření hmotnosti kořenových balů rostlin

Před výsadbou rostlin je zjišťována hmotnost vzorků kořenových balů (vážením na laboratorních váhách po odstřížení nadzemní části) a porovnává s hmotností balů plně nasycených vodou. Hmotnost balů plně nasycených vodou je zjišťována s předstihem odstřížením 20 ks kořenových balů jiných rostlin, jejich ponořením do vody po dobu cca 10 min, okapáním a vážením. Je zjišťován procentický podíl hmotnosti balů vysazovaných rostlin z hmotnosti balů plně nasycených vodou. Čím vyšší procento tím více vody v balu vysazovaných rostlin.

Měření vlhkosti kořenových balů přístroji

Pro měření vlhkosti substrátů, resp. půdy existuje jen omezené množství čidel, které jsou schopny měřit ambulantně. Pro ambulantní měření vlhkosti kořenových balů je rovněž zásadní možnost měření malých objemů půdy. Tuto podmínku splňovalo při výběru pouze čidlo SM300 se čtecím zařízením HH2, které měří objemovou vlhkost půdy (%). Pro porovnání bylo rovněž testováno čidlo WHT860 se sondou WS-11, které splňovalo podmínku možnosti ambulantního měření a jehož sonda byla dostatečně malá, měří však objemovou vlhkost dřeva (%).

Tyto metody byly testovány v jarním období let 2015-2018 s cílem určit limitní parametry ověřovaných vlhkostních charakteristik pro zdárné ujmoutí a odrůstání smrku ztepilého a buku lesního. U buku lesního bylo testováno pouze jedno čidlo pro zjišťování objemové vlhkosti, a to WHT860, neboť čidlo SM300 mělo příliš velkou sondu a kořenový bal buku byl malý, celou sondu nešlo do balu zasunout. Každý rok byl sadební materiál z lesní školky převezen k pokusné ploše, ponechán ve stínu bez ochrany proti vysychání a postupně v určitých časových intervalech hodnocen testovanými metodami a vysazován. Vždy jako kontrolní sloužila výsadba rostlin bez expozice vysycháním. Byly testovány i rostliny po různé době založení (s ochranou kořenových balů proti vysychání) u místa výsadby. V r. 2018 byly rostliny ve všech variantách vysychání vysazovány jak na volnou plochu, tak do krytu fólie, která 1 měsíc po výsadbě bránila přístupu srážek k rostlinám, resp. simulovala sucho po výsadbě, po 1 měsíci byla fólie odstraněna.

V každém roce byly získány obdobné výsledky jako v tabulce 2 (zde uváděny pouze nejdůležitější ze zjišťovaných parametrů rostlin, a to přírůst a ztráty). Čím déle rostliny vysychaly, tím menší byla hmotnost jejich kořenových balů (vůči hmotnosti balů plně nasycených vodou), tím nižší byly hodnoty objemové vlhkosti naměřené oběma čidly a tím vyšší byly ztráty na rostlinách. V některých případech došlo rovněž ke snížení přírůstu rostlin (viz smrk v tabulce 2), v některých případech vykazovaly přeživší rostliny srovnatelný přírůst ve všech variantách (viz buk v tabulce 2).

Tabulka 2: Ztráty a přírůst sadebního materiálu vysazovaného po různé délce vysychání na volnou plochu (bez fólie) a pod fólií a testované vlhkostních charakteristiky kořenových balů rostlin po výsadbě v r. 2018

Dřevina	Délka vysychání	Hmotnost kořenových balů	Vlhkost balů dle WHT	Vlhkost balů dle SM300	Ztráty (%)	Přírůst* (cm)
---------	-----------------	--------------------------	----------------------	------------------------	------------	---------------

	(dny)	(% balů plně nasycených vodou)	(%)	(%)	Fólie	Bez fólie	Fólie	Bez fólie
BK	0	86,4	92,7	-	5	25	5,2±2,0	5,4±2,4
	2	57,8	77,7	-	0	15	4,7±2,0	5,3±2,9
	3	44,6	66,0	-	0	35	3,4±1,7	4,9±2,6
	4	28,6	35,5	-	65	60	3,4±2,6	3,8±1,6
	5	22,9	23,3	-	90	90	6,0±2,0	5,5±0,0
SM	0	78,3	94	56,7	0	0	5,8±1,7	7,1±1,8
	2	63,8	76,9	17,3	0	0	6,4±2,6	8,0±3,0
	3	52,0	52,8	6,5	5	0	3,4±1,2	6,0±1,6
	4	34,7	23,8	2,5	45	55	3,0±1,2	3,9±1,9
	5	25,9	20,5	1,2	75	80	3,1±1,6	2,8±0,0

*uveden aritmetický průměr ± směrodatná odchylka hodnot

Z dosažených výsledků bylo možno určit, při kterých hodnotách hmotnosti a vlhkosti kořenových balů jsou rostliny schopny dobře se ujmout a odrůstat (bez zvýšených ztrát a snížení vitality nebo přírůstu), a to i v případě sucha (1měsíčního) po výsadbě, při kterých hodnotách jsou schopny se ujmout a dobře odrůstat pouze v případě dobrých povětrnostních (zejména vlhkostních) podmínek po výsadbě a při kterých hodnotách rostliny vždy vykazují neúměrné ztráty, nebo mají podstatně snížený přírůst. Tyto limitní hodnoty představuje tabulka 3.

Tabulka 3: Hodnocení úspěšnosti výsadby při různé vlhkosti balů vysazovaných rostlin zjišťované testovanými metodami

Hmotnost kořenových balů		Vlhkost balů dle WHT860		Vlhkost balů dle SM300		Úspěšnost výsadby
(% hmotnosti balů plně nasycených vodou		(%)		(%)		
SM	BK	SM	BK	SM	BK	
> 60	> 60	> 77	> 77	> 17	-	schopnost dobře odrůstat, i když je po výsadbě 30 dnů sucho (neprší)
35-60	45-60	50-77	66-77	6,5-17	-	schopnost dobře odrůstat, pokud není po výsadbě sucho; patří zde i rostliny s baly před výsadbou povrchově proschlými, nicméně morfologicky i fyziologicky kvalitní a s dobrým zdravotním stavem
< 35	< 30	< 24	< 36	< 2,5	-	bez schopnosti se ujmout a dobře odrůstat, ani pokud je po výsadbě pro ujetí a růst rostlin příznivé počasí

Závěr

Cílem příspěvku bylo představit metody skladování krytokořenného sadebního materiálu lesních dřevin. Na základě zkušeností a výzkumných analýz byly popsány možné metody krátkodobého i dlouhodobého skladování rostlin. Ze způsobů dlouhodobého skladování byla označena

nejperspektivnější varianta, a to skladování rostlin v mrazicím boxu při teplotě -3 °C. Nižší teploty zamražení mohou být riskantní, co se týče poškození rostlin mrazem (jistě pod -6 °C), při vyšších teplotách (jistě -1 °C a více) je zde vyšší riziko rozvoje hub a plísní, zejména u jehličnanů skladovaných při teplotě nad 0 °C (klimatizovaný sklad). Při zazimování rostlin na uložení existuje vyšší riziko poškození mrazem při nízkých teplotách v průběhu zimy zejména při absenci horní izolační vrstvy (sníh, textilie).

S ohledem na možnou ztrátu vody z kořenových balů rostlin v průběhu manipulace a skladování byly vytipovány a ověřeny nové metody hodnocení vlhkosti kořenových balů, které lze (na rozdíl od současných metod) použít ambulantně přímo v terénu. Jedná se o zjišťování hmotnostního (procentického) rozdílu kořenových balů hodnocených rostlin a kořenových balů plně nasycených vodou a dále měření vlhkosti kořenových balů přístroji SM300 a WHT860. Testovanými metodami lze s dostatečnou přesností vyhodnotit vlhkost kořenových balů tak, aby bylo možno stanovit, zda-li je obsah vody v balech dostačující pro zdárné ujetí a odrůstání rostlin. Byly stanoveny limitní hodnoty jak hmotnosti, tak vlhkosti kořenových balů (Tabulka 3) a je možné je využít pro hodnocení rostlin v provozu.

Pěstování krytokořenného sadebního materiálu vyžaduje poměrně precizní zajištění podmínek pro růst rostlin. K důležitým etapám pěstování patří i skladování rostlin a s ním spojené udržení dobrého fyziologického stavu rostlin bez významné ztráty vody. Je však třeba připomenout, že úspěšnost výsadeb krytokořenným sadebním materiálem je ovlivňována i dalšími faktory, zejména morfológickou kvalitou rostlin a kvalitou vlastní výsadby.

Poděkování

Príspevek vznikl za finanční podpory projektu NAZV KUS QJ1520080 Optimalizace umělé obnovy lesa v České republice.

Literatura

- ČSN 48 2115. 2012: Sadební materiál lesních dřevin. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha: 24 s.
- ČSN 48 2116. 2015: Umělá obnova lesa a zalesňování. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha: 21 s.
- Foltánek, V., Pařízková, A., Pařízek, M. 2018: In Užití krytokořenného sadebního materiálu při obnovách lesa, zalesňování a výsadbách v krajině. Česká lesnická společnost, Brno: 7-15.
- Hlavinka, P., Trnka, M., Semerádová, D., Balek, J., Štěpánek, P., Zahradníček, P., Žalud, Z. 2018: Trendy vývoje vodní bilance a výskytu epizod sucha na území ČR. In Vliv sucha na současný zdravotní stav lesů v ČR. Česká lesnická společnost, Národní zemědělské muzeum, Praha: 7-14.
- Houšková, K., Mauer, O. 2018: Manipulace s krytokořenným sadebním materiálem. In Užití krytokořenného sadebního materiálu při obnovách lesa, zalesňování a výsadbách v krajině. Česká lesnická společnost, Brno: 16-22.
- Jurásek, A., Martincová, J., Leugner, J. 2010: Manipulace se sadebním materiálem lesních dřevin od vyzvednutí ve školce až po výsadbu. Certifikovaná metodika. Strnady: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, 34 s.
- Leugner, J., Martincová, J., Erbanová, E. 2018: Vliv vodního stresu sadebního materiálu na ujmavost a následný růst po výsadbě. In Vliv sucha na současný zdravotní stav lesů v ČR. Česká lesnická společnost, Národní zemědělské muzeum, Praha: 33-40.

- Leugner, J., Bartoš, J., Martincová, J. 2019: Problémy s obnovou lesa na kalamitních holinách. In Dopady kůrovcové kalamity na vlastníky lesů. Česká lesnická společnost, Národní zemědělské muzeum, Praha: 30-32.
- Martinec, P., Nárovcová, J., Němec, P. 2019: Moderní školkařské technologie a jejich využití v lesnictví IV. Optimalizace morfologické kvality sadebního materiálu lesních dřevin. Sborník příspěvků z celostátního semináře. Sdružení lesních školkařů, Buchlovice: 92 s.
- Martincová, J., Leugner, J., Erbanová, E. 2018. Provozně použitelný postup hodnocení aktuálního stavu vodního režimu sadebního materiálu smrku ztepilého a borovice lesní. Certifikovaná metodika. Lesnický průvodce, Strnady: 28 s.
- Mauer, O. 2009: Zakládání lesů I. Učební text. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno: 174 s.
- Mauer, O. et al. 2013: Pěstování sadebního materiálu. Učební text. Brno: Mendelova univerzita v Brně, Brno: 205 s.
- Mauer, O., Houšková, K. 2018a: Možnosti a limity užití krytokořenného sadebního materiálu při obnovách lesa. Certifikovaná metodika. Mendelova univerzita v Brně, Brno: 38 s.
- Mauer, O., Houšková, K. 2018b: Možnosti užití krytokořenného sadebního materiálu při obnovách lesů, vliv sucha na úspěšnost jeho výsadeb. In Užití krytokořenného sadebního materiálu při obnovách lesa, zalesňování a výsadbách v krajině. Česká lesnická společnost, Brno: 23-28.
- Téra, J. 2016: Současné možnosti krátkodobého skladování SMLD poblíž výsadeb. In: Moderní školkařské technologie a jejich využití v lesnictví II. Sborník příspěvků z celostátního semináře. Sdružení lesních školkařů, Řečany nad Labem: 17-20.
- Tůčeková, A., Repáč, I. 2018: In Užití krytokořenného sadebního materiálu při obnovách lesa, zalesňování a výsadbách v krajině. Česká lesnická společnost, Brno: 51-59.
- Vyhláška č. 29/2004 Sb. Vyhláška, kterou se provádí zákon č. 149/2003 Sb., o obchodu s reprodukčním materiálem lesních dřevin. Ministerstvo zemědělství, dostupná na www.eagri.cz.

Kontakt

Ing. Kateřina Houšková, Ph.D.

Prof. Ing. Oldřich Mauer, DrSc.

Ústav zakládání a pěstění lesů

Lesnická a dřevařská fakulta

Mendelova univerzita v Brně

Zemědělská 3, 613 00 Brno

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

ODOLNOSŤ FOTOSYNTÉZY VOČI VYSOKÝM TEPLOTÁM U LESNÝCH DREVÍN

Dušan Gömöry, Daniel Kurjak, Diana Krajmerová, Matúš Hrivnák

Abstrakt

Klimatická zmena už dnes stojí za podstatnou časťou problémov, s ktorými sa slovenské aj európske lesné hospodárstvo stretáva. Pre hľadanie odozvy lesníckej praxe na tento problém je nutná znalosť mechanizmov, ktorými lesné dreviny reagujú na vysoké teploty a sucho. V tomto príspevku sa zaoberáme geografickou variabilitou termostability fotosystému II, čo je súbor bielkovín zabezpečujúci podstatnú časť fotosyntézy, na základe provenienčných pokusov s bukom lesným a jedľou bielou. U oboch drevín sa ukazuje, že termostabilita PSII sa líši primárne v závislosti na podmienkach provenienčnej plochy, pričom proveniencie rozdielne reagujú práve na klimatické podmienky miesta, na ktorom sú vysadené. Výsledky naznačujú, že termostabilita PSII je výsledkom skôr epigenetickej aklimatizácie na aktuálne stanovište než dlhodobej evolučnej adaptácie.

Kľúčové slová

termostabilita fotosystému II, provenienčný výskum, klimatická zmena

Úvod

S výnimkou konšpiračných teoretikov už dnes klimatická zmena nie je predmetom sporu. Tí, ktorí vďaka svojmu veku majú možnosť porovnať si zmeny charakteru počasia v priebehu aspoň 40-ročného obdobia, ostatne ani nepotrebujú správy IPCC na to, aby zmenu klimatických pomerov zaregistrovali.

Nezávisle na konkrétnom scenári, k dôsledkom klimatickej zmeny, ktoré sú najviac relevantné z hľadiska lesných ekosystémov aj lesného hospodárstva, patria predovšetkým sucho a vysoké teploty. Podľa správy IPCC *„je takmer isté že v súvislosti s tým, ako narastie globálna priemerná teplota zemského povrchu, objavia sa nad pevninskými plochami častejšie teplotné extrémny vysokých teplôt a poklesne frekvencia extrémov nízkych teplôt, a to ako v dennej, tak aj v sezónnej mierke. Je vysoko pravdepodobné že vlny horúčav sa budú objavovať s vyššou frekvenciou a dlhším trvaním”* (PACHAURI a MAYER 2014). Napríklad počas letných období 2014 a 2015 celá stredná Európa trpela prinajmenšom tromi vlnami extrémne vysokých teplôt trvajúcich viac ako týždeň s dennými teplotami dosahujúcimi do 40 °C (Slovenský hydrometeorologický ústav; <http://www.shmu.sk/sk/?page=2049&id=643>). Tieto údaje sa navyše týkajú meraní v tieni 2 m nad zemským povrchom. Skutočná teplota priamo ožiarených povrchov, napr. slnných listov, bola ešte podstatne vyššia. Fyziologické mechanizmy môžu sitáciu ešte navyše zhoršovať prostredníctvom pozitívnej spätnej väzby: vysoké teploty sú spravidla spojené so suchom, takže rastliny naň reagujú uzatváraním prieduchov, čo znižuje možnosť drevín znižovať mieru stresu transpiračným chladením.

Za takýchto podmienok teploty ľahko dosiahnu či prekročia prah fyziologického poškodenia asimilačného aparátu, v rámci ktorého je časťou najcitlivejšou voči prehrievaniu fotosystém II (PSII). Jedná sa o komplex proteínov (bielkovín), viazaných na tylakoidných membránach v chloroplastoch listov. Pomocou svetelnej energie PSII zvyšuje energiu elektrónov uvoľnených z vody (za vzniku molekulárneho kyslíka a vodíkových iónov), ktoré následne prebiehajú fotosyntetickým reťazcom a na konci sú použité na redukcii oxidu uhličitého na sacharidy. Uvoľnené protóny (vodíkové kationy) sú využívané pre syntézu ATP, ktorý predstavuje hlavný zdroj energie pre biochemické reakcie.

Najbežnejšie používanou technikou pre hodnotenie stavu fotosyntetického aparátu je meranie kinetiky fluorescencie chlorofylu *a*. Chlorofyl je najdôležitejšou molekulou pri absorpcii slnečného žiarenia a jeho konverzii na energiu viazanú v organických látkach rastliny. Pri vybudení žiarením chlorofyl vydáva energiu tromi možnými spôsobmi: jej spotrebovaním vo fotosyntetickom reťazci, vyžiarením v podobe tepla alebo vyžiarením v podobe fluorescencie.

Tieto možnosti sú navzájom komplementárne, čo sa využíva pre hodnotenie stavu fotosystému: chlorofyl je vybudený krátkym zábleskom svetla a meria sa priebeh žiarenia vydaného prostredníctvom fluorescence. V podmienkach tepelného stresu sa fluorescenčná indukčná krivka mení – narastá úroveň bazálnej fluorescence, klesá úroveň maximálnej fluorescence, a objavuje sa sekundárny vrchol fluorescence, ktorý je indikátorom nezvratného poškodenia proteínov PSII (GUISSE a kol. 1995; LAZÁR a kol. 1997).

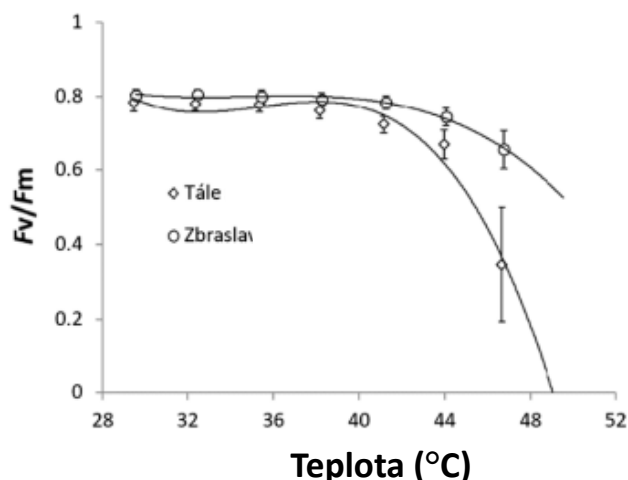
Podrobnosti tohoto mechanizmu sú mimo rámca záujmu lesníckeho praktika. Podstatné je, že dreviny si dokázali vyvinúť adaptácie na molekulárnej či štrukturálnej úrovni, ktoré chránia fotosyntetický aparát pred škodami spôsobenými vysokou teplotou či jej interakciou s inými stresovými faktormi (sucho, žiarenie), a to ako na úrovni dlhodobej evolučnej adaptácie, tak aj na úrovni krátkodobej aklimatizácie (BERRY and BJORKMAN 1980; HAVAUX 1993). Medzi drevinami existuje značná variabilita v termotolerancii PSII, a to ako na medzidruhovej, tak aj na vnútrodruhovej úrovni; práve táto variabilita je dôležitým faktorom pri výbere vhodného reprodukčného materiálu v podmienkach klimatickej zmeny.

Aká je variabilita termostability PSII u buka a jedle?

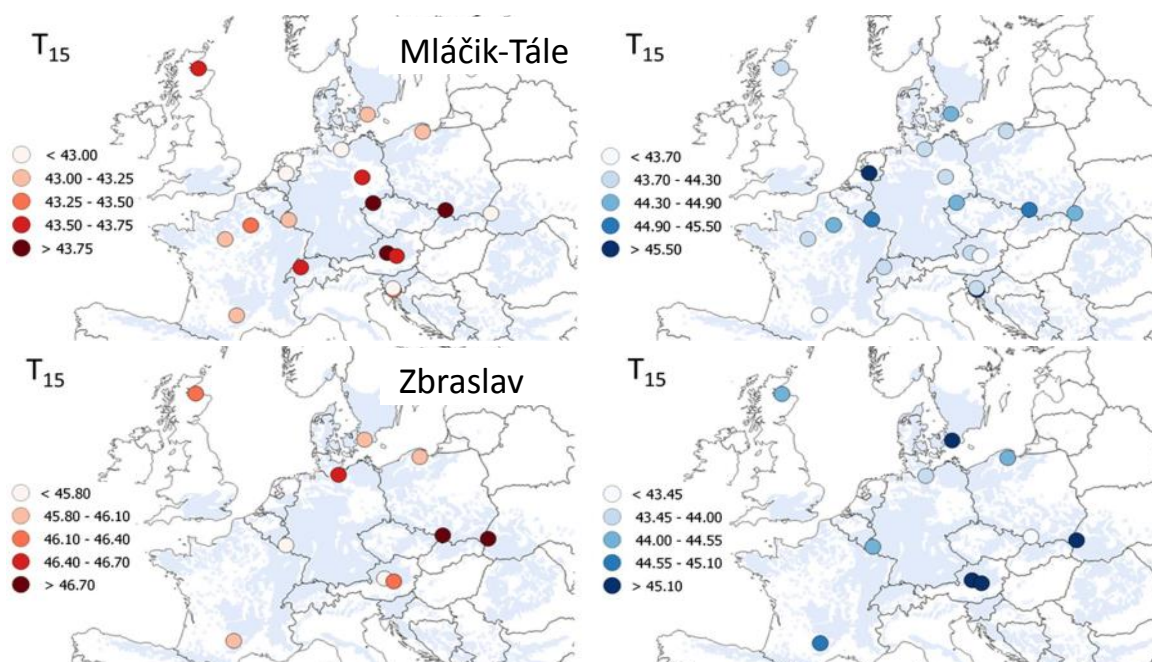
Pre ilustráciu dopadov tepelného stresu na fungovanie fotosystému II uvádzame príklady dvoch drevín: buka lesného a jedle bielej. U oboch drevín sú k dispozícii medzinárodné provenienčné pokusy. Výhodou použitia materiálu z provenienčných pokusov je, že na pokusných plochách sú populácie rôzneho pôvodu vysadené v rovnakých podmienkach, teda je eliminovaný bezprostredný dopad podmienok prostredia na sledované fenotypové znaky, a pozorovné rozdiely medzi populáciami možno pripísať ich dedičným vlastnostiam. Pokiaľ je rovnaká sada proveniencií vysadená na viacerých plochách, možno zároveň sledovať, či sa reakcie populácií na podmienky prostredia neodlišujú v závislosti na podmienkach konkrétnej plochy.

Pri oboch drevinách sme mali k dispozícii práve tento typ pokusu. Vyberali sme vždy dvojicu klimaticky kontrastných plôch – jednu v teplejších a suchších podmienkach, druhú v chladnejšej a vlhkejšej klíme. V prípade jedle (pokus IUFRO 2005) išlo o dvojicu Hertník (Slovensko, 390 m n.m., priemerná ročná teplota $T_y=7,1$ °C, ročný úhrn zrážok $P_y=737$ mm) a Kaprun (Rakúsko, 1100 m n.m., $T_y=5,4$ °C, $P_y=1126$ mm). Zber materiálu sa tu uskutočnil na začiatku júna, teda ešte pred tým, než by sa stihol prejaviť akútny tepelný stres v danom roku. V prípade buka sme použili materiál z plôch Zbraslav (Česká republika, 360 m n.m., $T_y=8,25$ °C, $P_y=532$ mm) a Mláčik-Tále (Slovensko, 850 m n.m., $T_y=6,58$ °C, $P_y=842$ mm). Merania sa tu uskutočnili v dvoch rokoch: v roku 2014 ešte pred nástupom vysokých teplôt, v roku 2016 až po ňom, teda po vystavení proveniencií viacdenným vlnám horúčav. U oboch drevín sa ale jednalo o jednu plochu v klimatickom optime dreviny (resp. mierne nad ním) a druhú plochu v klimaticky teplých, teda stresujúcich podmienkach.

Hodnotenie stavu PSII vychádzalo z merania fluorescence chlorofylu; používali sme najbežnejší parameter hodnotenia výkonnosti PSII, ktorým je pomer variabilnej a maximálnej fluorescence (F_v/F_m). Odobraný materiál (listy resp. jednoročné ihlice) bol vystavený postupne stúpajúcim teplotám vo vodnom kúpeli a bola meraná fluorescencia chlorofylu (fluorometer Handy PEA, Hansatech Ltd., UK). Typický priebeh F_v/F_m v závislosti na teplote ukazuje obr. 1. F_v/F_m sa pomerne dlho drží na stabilných hodnotách, ale po prekročení kritickej hranice začína prudko klesať. Priebeh tejto závislosti sme vyrovnali polynómom 3. stupňa, a termostabilitu PSII sme hodnotili ako teplotu, pri ktorej parameter F_v/F_m klesol o 15% z maximálnej hodnoty (T_{15}).

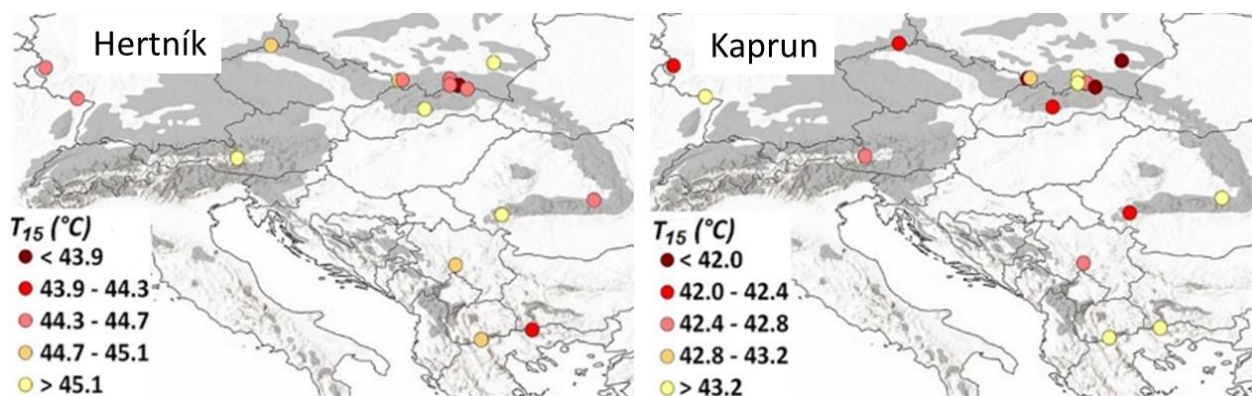


Obrázok 1: Priebeh fluorescencie chlorofylu *a* v závislosti na teplote



Obrázok 2: Geografická premenlivosť termostability fotosystému II u buka lesného

U buka sa prejavil evidentný rozdiel medzi klimaticky kontrastnými plochami, ovšem tento rozdiel výrazne závisel na tom, či jedince boli vystavené aktuálnemu tepelnému stresu. V roku bez stresu bol rozdiel zanedbateľný, ale v roku s tepelným stresom sa proveniencie vysadené na teplej ploche Zbraslav vo všeobecnosti ukázali byť podstatne odolnejšie v porovnaní s materiálom vysadeným na chladnejšej ploche Mláčik-Tále (tab. 1). Medziprovenienčné rozdiely sa ukázali vo všeobecnosti ako nevýznamné alebo v interakcii s inými faktormi len ako marginálne významné. Napriek tejto skutočnosti sa v geografickom rozdelení termostability prejavuje istý trend: populácie zo strednej Európy vykazujú vyššiu odolnosť PSII voči teplotám, ktorá postupne klesá smerom k periférii areálu (obr. 2). To však platí len v roku tepelného stresu; v roku bez stresu je trend skôr opačný resp. na ploche Zbraslav sa v princípe žiadny trend nedá rozoznať.



Obrázok 3: Geografická premenlivosť termostability fotosystému II u jedle bielej

Tabuľka 1: Analýza variancie (významnosti *F*-testov) termostability PSII.

Zdroje premenlivosti	buk	jedľa
Plocha	**	***
Stres	*	
Proveniencia	ns	ns
Plocha*Proveniencia	ns	**
Plocha*Stres	***	
Stres*Proveniencia	ns	
Plocha*Stres*Proveniencia	*	
Blok	*	***

Plocha	Tále	Zbraslav	Kaprun	Hertník
Bez tepelného stresu				
Priemer (°C)	44,24	44,68	42,68	44,76
Smerodajná odchýlka	1,87	1,43	1,84	1,05
<i>p</i> ¹⁾	ns		***	
S tepelným stresom				
Priemer (°C)	43,33	46,22		
Smerodajná odchýlka	0,66	1,14		
<i>p</i> ¹⁾	***			

¹⁾Rozdiel medzi plochami, *F*-test

ns – štatisticky nevýznamné; * – $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$; *** – $P < 0,001$;

U jedle sa opäť prejavil zreteľný rozdiel medzi plochami, a opäť vo všeobecnosti materiál vysadený na ploche Hertník, situovanej v teplejšej klíme, ktorý bol v priebehu ontogenézy pravidelne vystavovaný tepelnému stresu, vykazoval vyššiu priemernú termostabilitu. V tomto prípade sa prejavili aj zreteľné rozdiely medzi provenienciami, ovšem ich veľkosť a smer sa medzi oboma plochami odlišovali (tab. 1). U jedle však neexistuje žiadny zreteľný geografický trend v termostabilite PSII (obr. 3). Prinajmenšom na ploche Kaprun je však rozdiel medzi balkánskymi a stresoeurópskymi provenienciami, ktoré pochádzajú z rozdielnych glaciálnych refúgií.

U oboch drevín teda platí, že síce existuje istá miera adaptívnej variability vytvorená dlhodobým pôsobením prírodného výberu, ale dôležitejšiu úlohu v termostabilite PSII zohráva aklimatizácia na aktuálne podmienky, a to ako v dlhodobom merítku (zmeny spôsobené dlhodobou expozíciou voči tepelnému stresu, vyúsťujúce do rozdielov medzi klimaticky kontrastnými plochami), tak aj v krátkej časovej škále (rozdiely medzi rokmi s rozdielnym priebehom počasia). Obe dreviny vykazujú značnú fenotypovú plasticitu vo vzťahu k výkonnosti fotosyntézy v podmienkach tepelného stresu. Základ tejto plasticity bude najskôr epigenetický – aktivita rovnakých génov je u rôznych jedincov rozdielne regulovaná.

Čo má s touto problematikou lesnícka prax?

V súčasnosti je už evidentné, že v podmienkach klimatickej zmeny tak ako iné odvetvia ani lesné hospodárstvo nemôže pokračovať v *business as usual* a bude nutné zamýšľať sa nad zmenami prístupov. Najbežnejším riešením, ponúkaným v prípade lesných drevín, je tzv. asistovaná migrácia, teda prenos reprodukčného materiálu, pochádzajúceho z populácií predpokladane adaptovaných na vysoké teploty a suchu vďaka tomu, že už v súčasnosti rastú v klimatických podmienkach, ktoré scenáre klimatickej zmeny predpokladajú pre cieľové stanovišťa v budúcnosti (WILLIAMS a DUMROESE 2013). Problémov tohoto prístupu je viacero. Okrem inherentnej neurčitosti klimatických modelov (jednotlivé scenáre klimatickej zmeny sa od seba v predikciách výrazne odlišujú a niet nástroja, ktorý by pomohol určiť, ktorý zo scenárov sa nakoniec zrealizuje) je to naša neznalosť toho, ktoré klimatické faktory sa ukážu ako rozhodujúce pre prežitie populácií drevín. Len pre ilustráciu príklad buka. Je hlavným faktorom spôsobujúcim fyziologické poškodenie sucho? Ak áno, je potrebné introducovať suchu odolnejšie proveniencie z juhu. Alebo je hlavným faktorom pre prežitie vegetatívna fenológia, teda posun rašenia do skorších termínov v dôsledku rýchlejšej akumulácie teplôt na jar ako hlavného signálu pre začiatok rašenia, a následné systematické poškodzovanie neskorými mrazmi? Ak áno, bude potrebné introducovať neskoro rašiace proveniencie zo západu. Ďalšou stránkou problému sú podklady pre návrh zdrojov a smerov prenosu LRM. V súčasnosti vychádzame z provenienčných pokusov, ich výsledky však odrážajú len všeobecné trendy, okolo ktorých existuje značná premenlivosť, podmienená náhodnou fluktuáciou (viazanou napr. na veľkosť zdrojovej populácie, teda počet rodičovských jedincov, ktoré geneticky prispeli k vzorke použitej v pokuse) a do istej miery aj neidentifikovanými faktormi prostredia (pôda, škodcovia a pod.). Táto variabilita značne komplikuje odhad budúcej prosperity novozaloženého porastu. Pritom o to väčšiu náhodnú variabilitu možno očakávať pri bežne používanom LRM, kde najmä pri dovoze zo zahraničia (a obzvlášť južného zahraničia) je problém odhadnúť, nakoľko možno garantovať minimálny počet materských stromov, z ktorých sa zber uskutočnil. Dodatočnú komplikáciu predstavuje epigenetická premenlivosť. Experimentálne bolo pri viacerých drevinách (smrek, smrekovec, borovica) preukázané, že významné adaptívne vlastnosti nemusia záležať len na genotype jedinca, ale aj na podmienkach prostredia v priebehu embryogenézy (JOHNSEN a kol. 2005) resp. v priebehu juvenilného vývoja (GÖMÖRY a kol. 2015). Inými slovami, na správaní sa LRM sa neodráža len genetická štruktúra zdroja LRM (uznaného porastu, semenného sadu), ale aj klimatické podmienky, v ktorých sa nachádza, a podmienky škôlky, v ktorých sa LRM pestuje. Celkový výsledok vzájomných interakcií a kompenzácií medzi týmito faktormi v princípe nemožno odhadnúť. Je celkom možné, že neúspechy pri zalesňovaní, ktoré lesný hospodár pričíta nedostatočnej kvalite sadbového materiálu, nekvalite prác pri zalesňovaní či počasiu po zalesnení, v skutočnosti idú na vrub epigenetiky; pri umelej obnove jednoducho niet cesty, ako sa tomuto problému vyhnúť. Treba povedať, že prirodzená obnova poskytuje potenciál pre zapojenie epigenetických mechanizmov do adaptačného procesu: modifikácie dedičného materiálu vyvolané v materskej generácii klimatickými vplyvmi sú prenesené do potomstva, ktoré rastie v rovnakých podmienkach ako materský porast, a pre ktoré sú tieto modifikácie priaznivé, čo je nepochybne argument v prospech prírode blízkeho obhospodarovania lesa ako najschodnejšej reakcie lesníckej praxe na klimatické zmeny (BRANG a kol. 2014).

Napriek tejto skutočnosti si lesné hospodárstvo musí zachovávať širšie portfólio odoziev na dopady klimatickej zmeny, a asistovaná migrácia zostáva jednou z najvýznamnejších. Je ovšem otázkou, nakoľko sa môže riadiť len výsledkami hodnotenia syntetických fenotypových znakov s komplikovanou genetickou kontrolou, ako je výškový rast – tradične hodnotený znak v provenienčnom výskume. Iste, výška je znak relevantný pre praktického lesníka. Akékoľvek odporúčania pre prenos LRM, obzvlášť prenos na veľké vzdialenosti, však musia vychádzať zo znalostí príčin a mechanizmov, ktoré sa skrývajú za medziprovenienčnými a geografickými rozdielmi v raste či prežívaní. Identifikácia trendov vo fyziologických znakoch, ako je výkonnosť

fotosyntézy či termostabilita fotosyntetického aparátu, je jednou z ciest, ako sa k týmto znalostiam dopracovať.

Podakovanie: Príspevok vznikol v rámci projektu financovaného Agentúrou na podporu výskumu a vývoja APVV-16-0306.

Literatúra

- BERRY J., BJORKMAN O. 1980: Photosynthetic response and adaptation to temperature in higher plants. *Annual Review of Plant Physiology* 31:491–543.
- BRANG P., SPATHELF P., LARSEN J.B., BAUHUS J., BONČINA A., CHAUVIN C., DRÖSSLER L., GARCÍA-GÜEMES C., HEIRI C., KERR G., LEXER M.J., MASON B., MOHREN F., MÜHLETHALER U., NOCENTINI V., SVOBODA M. 2014: Suitability of close-to-nature silviculture for adapting temperate European forests to climate change. *Forestry* 87: 492–503.
- GÖMÖRY D., FOFFOVÁ E., LONGAUER R., KRAJMEROVÁ D. 2015: Memory effects associated with the early-growth environment in Norway spruce and European larch. *European Journal of Forest Research* 134: 89–97.
- GUISSÉ B., SRIVASTAVA A., STRASSER R.J. 1995: The polyphasic rise of the chlorophyll *a* fuorescence (O–K–J–I–P) in heat stressed leaves. *Archives des Sciences Genève* 48:147–160.
- HAVAUX M. 1993: Rapid photosynthetic adaptation to heat stress triggered in potato leaves by moderately elevated temperatures. *Plant Cell & Environment* 16:461–467.
- JOHNSEN Ø., FOSSDAL C.G., NAGY N., MOLMANN J., DÆHLEN O.G., SKRØPPA T. 2005: Climatic adaptation in *Picea abies* progenies is affected by the temperature during zygotic embryogenesis and seed maturation. *Plant Cell & Environment* 28: 1090–1100.
- LAZÁR D., ILÍK P., NAUŠ J. 1997: An appearance of K-peak in fuorescence induction depends on the acclimation of barley leaves to higher temperatures. *Journal of Lumininscence* 72–74:595–596.
- PACHAURI R.K., MAYER L. 2014: Climate change 2014: synthesis report. In: Contribution of working groups I, II and III to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. IPCC, Geneva, Switzerland.
- WILLIAMS M.I., DUMROESE R.K. 2013: Preparing for climate change: forestry and assisted migration. *Journal of Forestry* 111:287–297.

Kontaktné adresy:

prof. Ing. Dušan Gömöry, DrSc.

Ing. Daniel Kurjak, PhD.

Ing. Diana Krajmerová, PhD.

Ing. Matúš Hrivnák, PhD.

Technická univerzita vo Zvolene, Lesnícka fakulta, T.G. Masaryka 24, 960 01 Zvolen

e-mail: gomory@tuzvo.sk, kurjak@tuzvo.sk, krajmerova@tuzvo.sk, xhrivnakm3@tuzvo.sk

E-LOS – STAV ELEKTRONIZÁCIE SLUŽIEB LOS V ROKU 2019

Andrej Kunca, Milan Zúbrik, Christo Nikolov, Juraj Galko, Andrej Gubka, Michal Lalík, Roman Leontovyč, Slavomír Rell, Jozef Vakula, Valéria Longauerová, Miriam Maľová, Marcel Dubec

Abstrakt:

Lesnícka ochranná služba vyvíja elektronickú službu komunikácie s lesníckou prevádzkou a so štátnou správou. Cieľom elektronizácie je znížiť chybovosť hlásení, ktoré vlastníci a obhospodarovatelia zasielajú Lesníckej ochranná službe do Banskej Štiavnice. Taktiež je tu záujem získané elektronické údaje kumulovať a rôznu úroveň následne sprístupniť pre čítanie aj štátnej správe. Systém sa začal vyvíjať pri odpočte spotreby prípravkov na ochranu lesa, v súčasnosti je záujem prevádzkovať až 13 modulov. Tento systém uľahčuje prácu LOSke, ako aj užívateľom. Užívatelia (vlastníci a obhospodarovatelia lesov) budú autorizovaní cez prihlasovacie meno a heslo. Ochráni sa tým databáza pred jej zneužitím.

Kľúčové slová: e-los, ochrana lesa, poradenstvo, spotreba prípravkov, škodcovia drevín

Úvod

Lesnícka ochranná služba so sídlom v Banskej Štiavnici (ďalej „LOS“) zabezpečuje poradenstvo, kontrolnú, prognostickú a expertíznu činnosť v oblasti ochrany lesa, eviduje spotrebu prípravkov na ochranu rastlín, zverejňuje signalizačné správy o výskyte škodlivých činiteľov, eviduje výskyt invázných organizmov na Slovensku. Ďalej kontroluje zdravotný stav lesov a navrhuje opatrenia na jeho nápravu, zabezpečuje rastlinolekársku starostlivosť v lesoch Slovenska. Tých úloh je dosť veľa, stráca sa prehľad a keďže sú niektoré z nich určené pre lesnícku verejnosť, máme záujem zjednodušiť kontakt medzi vlastními lesa, obhospodovateľmi lesa, producentami lesného reprodukčného materiálu a službami LOS. Chceli by sme tento kontakt sprístupniť cez internet, cez stránku www.e-los.sk. Predbežný vzhľad služieb resp. modulov je na Obrázku 1.

Systém služieb LOS je určený pre vlastníkov lesov, obhospodovateľov lesov, producentov lesného reprodukčného materiálu, odborných lesných hospodárov, lesníkov, štátnu správu, akademikov, študentov, ale aj širokú laickú verejnosť. Niektoré moduly budú určené len na čítanie údajov, iné budú určené, aby užívateľ zadával údaje do databázy. S prístupom na čítanie dát, napr. máp škodlivých činiteľov, nie je väčší problém. Avšak zadávanie údajov, napr. zadávanie spotreby prípravkov na ochranu rastlín, musí byť regulované a sprístupnené len „oprávneným osobám“, ktoré dostanú prístupové meno a heslo.

Keďže zadávanie údajov je zvyčajne povinnosťou vlastníka lesa, tak meno a heslo budú generované a zasielané vlastníkom. Pravdepodobne budú zasielané v jeseni 2019 po spracovaní modulu na evidenciu kalamity v zmysle Rozhodnutia MPRV SR z 28.9.2019 na záchranu smrečín a borín.

Evidencia spotreby prípravkov na ochranu rastlín: www.e-los.sk/SpotrebaPripravkov

Evidencia spotreby prípravkov na ochranu rastlín je usmernená § 35 zákona č. 405/2011 Z. z. o rastlinolekárskej starostlivosti. Podľa tohto § „profesionálny používateľ v lesnom hospodárstve je povinný viesť evidenciu spotreby prípravkov na ochranu rastlín s uvedením spôsobu aplikácie a miesta aplikácie a predložiť ju poverenému lesníckemu centru k 15. februáru nasledujúceho kalendárneho roka“. Túto evidenciu odosiela profesionálny používateľ (t.j. vlastník resp. obhospodovateľ lesa) Lesníckej ochranná službe do Banskej Štiavnice.

Fyzická osoba – podnikateľ alebo právnická osoba odpočtuje na vzorovom tlačíve:

- Spotrebu prípravkov (na mysli sú pesticídy - insekticídy, herbicídy, atď., tu sú aj repelenty proti zveri) – tlačivo je uvedené v prílohe č. 3 k vyhláske č. 491/2011 Z. z.
- Spotrebu pomocných prípravkov (ide feromóny, farbivá, atď.) – tlačivo je uvedené v prílohe č. 16 k vyhláske č. 477/2013 Z. z.

Celý systém e-los, v tomto prípade modul „spotreba prípravkov“, vzniká za účelom znižovania chybovosti papierovej evidencie napr. nesprávny názov subjektu, resp. názov prípravku, nečitateľnosť rukou vypísaných údajov, atď.

Štatutár, resp. zodpovedná osoba sa prihlási do elektronického systému e-LOS cez meno a heslo. Údaje o subjekte sa po prihlásení načítajú z už existujúcej databázy uloženej na NLC.

Štatutár vyberie modul „spotreba prípravkov“ a zadáva prípravky podľa začiatočného písmena, systém hneď ponúkne možné prípravky, ktoré sú uložené v databáze prípravkov. Štatutár zvolí správny názov prípravku a ručne dopíše spotrebovaný ročný objem. Nerozlišuje autorizované prípravky (pesticídy) a autorizované pomocné prípravky (feromóny, ...). To roztriedi systém automaticky po odoslaní vypísaných prípravkov. Systém teda roztriedi prípravky do 2 tlačív v zmysle spomínaných vyhlášok. O odoslaní údajov do databázy príde odosielateľovi e-mail s potvrdením. Vygenerovaný formulár v pdf formáte, ktorý príde s potvrdením nie je potrebné tlačiť a ani posilať na LOS do Banskej Štiavnice, stačí si ho uložiť na svoj počítač pre vlastnú potrebu. Po dohode s ÚKSÚPom Bratislava môžu vlastníci a obhospodarovatelia lesa cez tento pesticídny modul odpočtovať aj spotrebu hnojív. My (LOS) túto evidenciu hnojív odošleme ÚKSÚPu do Bratislavy. Aj hnojivá sa musia odpočtovať, podobne ako prípravky na ochranu rastlín. Odpočtovanie hnojív cez e-los má byť zjednodušenie povinnosti obhospodarovateľa lesa.

Lesy SR, š.p. neposielajú spotrebu prípravkov cez túto službu, pretože po dohode s generálnym riaditeľstvom sa ku všetkým údajom dostaneme priamo z databázy, ktorá sa spravuje centrálne v Banskej Bystrici.

Poradenstvo v ochrane lesa – Schéma štátnej pomoci: www.e-los.sk/StatnaPomoc

Poradenské služby sú od roku 2015 organizačne usmernené podľa „Schémy štátnej pomoci na poradenské služby v odvetví lesného hospodárstva a na prenos znalostí a informačné akcie v odvetví lesného hospodárstva číslo SA.41098(2015/XA)“, neskôr došlo k aktualizácii materiálu a bol označený ako SA.46932 (2016/XA).

Účelom „štátnej pomoci“ je prostredníctvom poradenských služieb pre obhospodarovateľov lesa zlepšiť hospodársku výkonnosť podnikov, prevádzok a investícií, ich environmentálne správanie a v súvislosti s tým podporiť trvalo udržateľné obhospodarovanie v lesoch a zabezpečiť udržanie a zlepšovanie zdravotného stavu lesných ekosystémov. V praxi ide zvyčajne o determináciu škodlivých činiteľov a návrh opatrení ochrany lesa.

Poskytovateľ štátnej pomoci je Ministerstvo pôdohospodárstva a rozvoja vidieka SR a vykonávateľ schémy je Národné lesnícke centrum (ďalej len „NLC“). Poradenské služby zabezpečí NLC prostredníctvom LOS.

Oprávneným a konečným príjemcom pomoci (ďalej len „príjemca pomoci“) je obhospodarovateľ lesov vykonávajúci hospodársku činnosť nezávisle od jeho právneho postavenia (právnej formy) a spôsobu financovania. Pod hospodárskou činnosťou sa rozumie činnosť v oblasti lesného hospodárstva, obhospodarovania lesov, ktorej výsledkom je ponuka tovarov alebo služieb na trhu. Príjemcom pomoci môže byť mikropodnik, malý, stredný a veľký podnik. Bližšie informácie k schéme štátnej pomoci sú zverejnené na internetovej stránke Ministerstva pôdohospodárstva a rozvoja vidieka SR. <http://www.mpsr.sk/index.php?navID=140&id=9099>

Mapovanie škodcov: www.e-los.sk/mavysk

Mapová služba umožňuje on-line monitorovanie a sledovanie domácich a nepôvodných hmyzích druhov. Údaje o výskyte škodlivých činiteľov sú do systému zadávané špecialistami LOS. Pomocou aplikácie je možné napríklad upozorniť na miesta so zvýšeným výskytom sledovaných škodcov a poukázať na miesta s možným výskytom škôd. Výsledné údaje o výskyte sledovaných škodcov môžu budú zverejňované na internetovej stránke LOS.

Atlas škodcov drevín: www.skodcoviadrevin.sk

Atlas škodcov drevín, v ktorom nájdete široké spektrum hmyzu, húb, rastlín a iných škodcov. Druhy sú zoradené podľa viacerých kritérií: podľa hostiteľskej dreviny, podľa časti dreviny, kde

poškodenie spôsobujú, podľa pôvodu výskytu, podľa významnosti a ďalších vlastností. Atlas je určený majiteľom lesov, správcom a obhospodarovateľom lesov, správcom parkov a mestskej zelene, majiteľom okrasných a úžitkových záhrad, distribútorom a predajcom okrasnej zelene, študentom a všetkým milovníkom lesa a prírody.

Evidencia súvisiaca s Rozhodnutím MPRV SR na záchranu smrečín a borín z 28.9.2018: www.e-los.sk/rozhodnutieMPRVSR2018

Pripravujeme evidenciu údajov vyžadovaných podľa Rozhodnutia MPRV SR z 28.9.2018. Cieľom je získať údaje v elektronickej podobe, aby sa nemuseli prepisovať z papierovej evidencie do elektronických databáz. Pre užívateľa bude výhodné to, že môže sledovať vývoj kalamity na svojich lesných pozemkoch aj cez tento systém.

Pod'akovanie

Tento článok bol pripravený s podporou projektov:

- APVV-0707-12 Výskum vplyvu disturbančných faktorov na dlhodobý vývoj zdravotného stavu lesov Slovenska,
- APVV-14-0567 Informačný a varovný systém pre invázne organizmy v lesnom a urbánnom prostredí,
- APVV-15-0531 Webová GIS aplikácia pre monitoring výskytu škodlivých činiteľov v lesoch Slovenska,
- APVV-15-0348 Nové metódy v integrovanej ochrane lesa zahŕňajúce využitie entomopatogénnych húb,
- APVV-16-0031 Výskum alternatívnych metód ochrany ihličnatých sadeníc pred hmyzími škodcami,
- „Výskum a vývoj na podporu konkurencieschopnosti slovenského lesníctva - SLOV-LES“, projekt financovaný z rozpočtovej kapitoly MPRV SR (prvok 08V0301)

Ing. Andrej Kunca, PhD., Ing. Milan Zúbrik, PhD., Ing. Christo Nikolov, PhD., Ing. Juraj Galko, PhD., Ing. Andrej Gubka, PhD., Ing. Michal Lalík, Ing. Roman Leontovyč, PhD., Ing. Slavomír Rell, PhD. Ing. Jozef Vakula, PhD., Ing. Valéria Longauerová, PhD., Ing. Míriam Maľová, PhD., Ing. Marcel Dubec

Národné lesnícke centrum – Lesnícky výskumný ústav Zvolen, Lesnícka ochrannárska služba, Lesnícka 11, SK – 969 23 Banská Štiavnica, e-mail: kunca@nlcsk.org

GO LOS	Domov	O služby e-LOS	Kontakt		Prihlásiť sa	Zaregistrovať sa	
ATLAS škodcov lesných drevín • Obrazový atlas biotických škodcov lesných drevín. • Členenie podľa dreviny, taxonomickej skupiny, napadnutej časti stromu, významnosti, nepôvodnosti. • Viac ako 500 činiteľov na viac ako 1500 fotografiách. • www.skodcoviadrevin.sk				MAPOVANIE výskytu škodlivých činiteľov • Evidencia výskytu druhov hmyzu a húb vyskytujúcich sa v lese. • Vyznačenie bodu výskytu v mapovom podklade. • Získanie prehľadu o už vyznačených druhoch s možnosťou priblíženia bodu na mape. • www.e-los.sk/mavysk		Prehľad výskytu škodlivých činiteľov z DB LHE • Zobrazenie výskytu škodlivých činiteľov z databázy LHE podľa okresov. • Zdrojom informácií LHE. • Možnosť ukladať a tlačiť vytvorené mapy. • www.e-los.sk/scLHE	
PORADENSTVO LOS cez štátnu pomoc • Poradenstvo špecialistov a inšpektorov LOS lesníckej prevádzke. • Automatické generovanie žiadosti a zmluvy pre poradenstvo prostredníctvom schémy štátnej pomoci. • www.e-los.sk/StatnaPomoc				SPOTREBA prípravkov na ochranu rastlín • Formuláre pre vyplnenie a zaslanie na LOS o spotrebe autorizovaných a pomocných prípravkov na ochranu rastlín. • Vygenerovanie prehľadu spotreby prípravkov za predchádzajúce obdobia. • www.e-los.sk/SpotrebaPrpravkov		KONFERENCIA Aktuálne problémy v ochrane lesa • Pozvánka, program a prihláška na medzinárodnú konferenciu o ochrane lesa. • Pohľad do predchádzajúcich ročníkov konferencie. • Prístup k elektronickej verzii zborníka referátov z konferencie. • www.e-los.sk/APOL	
Výpočet škôd spôsobených zverou na lesných porastoch • Preberanie údajov z LHE o škodách zverou • Orientačný výpočet škôd spôsobených zverou zadaním vlastných údajov • Etáž, drevina, poškodenie, intenzita, rozsah - vzorec • www.e-los.sk/SkodyZverou				Národný plán ochrany lesa - rizikové stupne • Prehľad rizík výskytu škodlivých činiteľov podľa metodiky LOS • Členenie rizík podľa činiteľa a podľa územnosprávnych jednotiek • www.e-los.sk/NPOL		Publikácie LOS • Knihy • Odborné a vedecké články • STN, Usmernenia LOS, Letáky LOS • E-shop kníh a zborníkov z konferencií • www.e-los.sk/Publikacie	
Letecké práce dronom • Letecké fotografovanie (nie snímokovanie pre PSol) • Letecké kamerovanie • Vyhodnotenie stavu lesa zo záznamov vo viditeľnom spektre • www.e-los.sk/LeteckePrace				Ochrana lesa okolo území s 5. st. ochrany • Zoznam chránených území • Zoznam odporúčaných opatrení ochrany lesa okolo území s 5. st. ochrany pre „návrhy opatrení“ podľa „Spoločného usmernenia MP SR a MŽP z 2008 • Prístup k svojim „Návrhom opatrení“ a vyhodnotení ich účinnosti		Dron – video a fotografia • Automatizácia dopĺňania informácií počas vypisovania formulára žiadosti na let dronom • Zverejnenie záberov pre verejnosť • www.e-los.sk/Dron	
				Hľadaj ! Aktuality z ochrany lesa 1.2.2018: Dňa 11.12.2017 bola vetrová kalamita na Považí, Orave a v Nízkych Tatrách 15.12.2017: 15.2.2018 je termín zaslania Spotreby prípravkov na ochranu lesa za rok 2017 ...			
© NLC-LVÚ Zvolen, Lesnícka ochrannárska služba Banská Štiavnica, 2017-2019							

Obrázok 1. Štruktúra E-LOS.SK – plán modulov v roku 2019.

VODNÍ AKTIVITA U SEMEN LESNÍCH DŘEVIN A JEJÍ VYUŽITELNOST V NÁRODNÍ BANCE OSIVA ČR

Lena Bezděčková, Pavel Kotrla, Josef Cafourek

Abstrakt

V České republice se zjišťuje obsah vody u semen po sběru a během přípravy semen na skladování. I v průběhu skladování se obsah vody kontroluje, jelikož i malá změna obsahu vody v semeni může mít velký vliv na životnost skladovaných semen. Stanovení obsahu vody je kvantitativní analýza, která stanovuje celkové množství vody v produktu, avšak není spolehlivým indikátorem pro předpovídání mikrobiálních odezev a chemických reakcí v biologickém materiálu. Naproti tomu vodní aktivita vyjadřuje míru energetického stavu vody v systému, tudíž je lepším indikátorem trvanlivosti (skladovatelnosti) biologického materiálu než obsah vody.

Klíčová slova

Banka osiva, dlouhodobé skladování, obsah vody, vodní aktivita

Úvod

Národní banka osiva a explantátů lesních dřevin byla v České republice zřízena v rámci Národního programu ochrany a reprodukce genofundu lesních dřevin vyhlášeného Ministerstvem zemědělství podle zákona č. 149/2003 Sb., o obchodu s reprodukčním materiálem lesních dřevin. Jedná se o trvalé účelové zařízení dlouhodobě uchováající osivo a explantáty lesních dřevin ve specifických podmínkách s cílem zachovat tyto genetické zdroje *ex situ* v co nejširší genetické variabilitě pro jejich budoucí reprodukci. Je provozovaná určenou osobou – Výzkumným ústavem lesního hospodářství a myslivosti, v.v.i. a zahrnuje dvě samostatná účelová zařízení – Národní banku osiva lesních dřevin (dále jen „banka osiva“) a Národní banku explantátů lesních dřevin.

Banka osiva se nachází v areálu Výzkumné stanice VÚLHM v Kunovicích a sestává ze samostatné budovy s příslušným technologickým vybavením. Do banky je ukládáno osivo lesních dřevin původem zejména z lesních porostů v České republice, výjimečně také ze semenných sadů nebo rodičů rodiny. Banka osiva zahájila činnost v roce 2015. V současné době je zde uloženo osivo jehličnanů (smrk ztepilý, borovice lesní a modřín opadavý). Výhledově se plánuje také uložení osiva borovice blatky, borovice kleče či některých domácích druhů listnatých dřevin (břízy, olše, jilmy a další).

Dlouhodobým cílem banky osiva je postupně shromáždit kolekci vzorků osiva tak, aby byla podchycena stávající genetická diverzita populací daných dřevin v rámci celé ČR z různých přírodních lesních oblastí a lesních vegetačních stupňů. Sběry jsou postupně realizovány především z nejhodnotnějších lesních porostů fenotypové třídy A (výjimečně fenotypové třídy B) včetně porostů v genových základnách (Národní banka osiva lesních dřevin-metodické postupy 2017).

Informace o jednotlivých oddílech uložených v bance osiva, včetně dalších detailních informací, jsou uloženy v informačním systému ERMA2 provozovaném Ústavem pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem. Údaje jsou dostupné na webové adrese: <http://eagri.cz/public/app/uhul/ERMA2>

Skladování semen lesních dřevin

Při skladování navozujeme volbou vhodných podmínek v semeni stav metabolického klidu tím, že snížíme obsah vody na spodní kritickou hranici a zvolíme vhodnou teplotu. Na základě

schopnosti snášet snížení obsahu vody se semena rozdělují na rekalcitrantní a ortodoxní. Rekalcitrantní semena (např. javor klen, dub, ořešák, kaštanovník) mají spodní kritický obsah vody vysoký (30-50 %) a jejich skladovatelnost je tudíž kratší. Ortodoxní semena (např. smrk, borovice, modřín, jedle, buk) snáší proschnutí až na 5-10 %, přičemž si udržují životnost poměrně dlouhou dobu (Palátová 1999).

Obsah vody

U ortodoxních semen je obsah vody pravděpodobně nejdůležitějším faktorem v určení dlouhodobosti skladování. Redukce vlhkosti semen zpomaluje intenzitu dýchání, semena pomaleji stárnou a prodlužuje se jejich životnost (Willan 1985). Znalost obsahu vody je důležitá u osiva ihned po sběru, před uskladněním a také v průběhu skladování. Stanovení obsahu vody je kvantitativní analýza a zjišťuje se vázkovou metodou (ČNI 2006). Tato analýza stanovuje celkové množství vody v semenech, avšak není spolehlivým indikátorem pro předpovídání mikrobiálních odezev a chemických reakcí v biologickém materiálu. Navíc vysoká teplota při vysoušení činí tuto metodu destruktivní, a tudíž ji nelze použít u malých oddílů osiva. Na trhu existuje několik přístrojů pro stanovení obsahu vody u semen lesních dřevin, jako je např. Brabender MT-C či analyzátor vlhkosti Kern-DLB-160-3A.

Vodní aktivita (rovnovážná relativní vlhkost)

Vodní aktivita vyjadřuje míru energetického stavu vody v systému, tudíž je lepším indikátorem trvanlivosti (skladovatelnosti) biologického materiálu než obsah vody (Vertucci, Ross 1990). Vodní aktivita je fyzikálně chemický pojem známý zejména z potravinářského průmyslu. Jde o obsah volné vody, jenž není vázaná například v hydratačních obalech iontů a mikroorganismy mohou tuto vodu využívat pro svůj růst a rozmnožování. Mikrobiální buňka obsahuje 80–90 % vody, v níž probíhají všechny chemické reakce. Aby nedošlo ke ztrátě vnitrobuněčné vody, musí být dostatečné množství vody obsaženo také ve vnějším prostředí.

Pro mikroorganismy je určující, zda voda v substrátu (potravinách, semenech) je pro ně dosažitelná a mohou ji využít pro svůj růst. **Pro takto dosažitelnou „volnou“ vodu, která je k dispozici v substrátu a není chemicky vázána, byl zaveden termín vodní aktivita, resp. aktivita vody se zkratkou a_w . Zkratka vznikla z anglického termínu „available water“, tj. česky „dosažitelná voda“.**

Z fyzikálního hlediska se voda obsažená v buňce dělí do tří základních skupin (Baldet, Colas 2010, obr. 1):

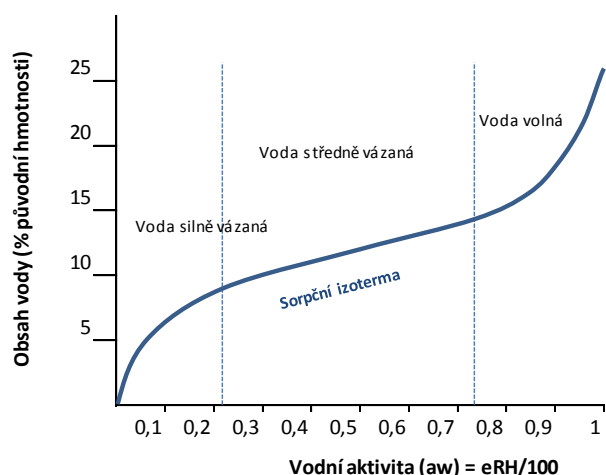
- strukturální neboli jednovrstvá voda, tedy voda pevně spojená s ostatními molekulami, tudíž těžce dosažitelná ($0-0,25 a_w$).
- voda vícevrstvá, která je adsorbovaná z povrchu. S ostatními molekulami je spojena volněji ($0,25-0,75 a_w$)
- tzv. objemová voda, která je mobilní a s ostatními molekulami je spojena pouze slabě ($0,75-1 a_w$)

Mikroorganismy ke svému životu potřebují určité minimální množství volné vody v substrátu, tj. určité hodnoty vodní aktivity. Při nižších hodnotách vodní aktivity nerostou, nemnoží se a nemohou např. způsobit zkažení potravin, tvorbu toxinů nebo ztrátu klíčivosti semen. Hlavní význam vodní aktivity je, že určuje, zda v daném substrátu může nebo nemůže dojít k pomnožování mikroorganismů. Vodní aktivita je tak určujícím faktorem trvanlivosti potravin, ale i skladovatelnosti lesních dřevin. Limitující hodnota vodní aktivity pro různé druhy mikroorganismů je různá. Obecně lze říci, že bakterie vyžadují pro růst více dostupné vody, tj. prostředí s vyšší vodní aktivitou, kvasinky a plísňe jsou tolerantní k nižším hodnotám vodní aktivity. Růst většiny patogenů je inhibován při vodní aktivitě nižší než 0,9. Minimální hodnota

pro bakterie je 0,90–0,91, pro kvasinky 0,87–0,94 a pro plísně 0,70–0,80. Převážná část mikroorganismů není schopna růstu při vodní aktivitě pod 0,60 (Fontana 1998). Baldet, Colas (2010) uvádí, že vodní aktivitu lze chápat jako ekvivalent k rovnovážné relativní vlhkosti (eRH). Relativní vlhkost je parciální tlak vodních par nacházejících se v dostatečně dlouhé době nad systémem, tj. biologickým materiálem. Vztahuje se k tlaku par čisté (volné) vody při dané teplotě. Sorpce vody probíhá až do určité rovnováhy. Hodnotě relativní vlhkosti vzduchu odpovídá při dané teplotě určitá hodnota vlhkosti materiálu. Hodnota, při které je rovnováhy dosaženo, se nazývá rovnovážná relativní vlhkost (Kasal 2010).

Měření vodní aktivity je navíc nedestruktivní metodou, která je schopná měření i velmi malých vzorků (Baldet, Verger 2004). Od roku 2004 Národní výzkumný ústav vědy a techniky pro životní prostředí a zemědělství ve Francii prokázal užitečnost měření vodní aktivity v oblasti lesních genetických zdrojů při kontrole obsahu vody v semenech anebo pylích (Baldet 2006). Degradační činidla semen a pylu, ať už biotická (bakterie a plísně), nebo abiotická (oxidační a enzymatické reakce) nejsou závislá na celkovém množství vody obsažené v daném materiálu, ale na chemické dostupnosti vody, kterou můžeme změřit jako vodní aktivitu (Baldet, Colas 2013).

Obr. 1: Model sorpční izotermy vyjadřující vztah vodní aktivity a obsahu vody (dle ČNI) se zobrazením rozdělení vody v buněčné matrix (upraveno dle Baldet, Verger 2004).



Sorpční izoterma – vztah vodní aktivity k obsahu vody

Vztah mezi vodní aktivitou (rovnovážnou relativní vlhkostí) a obsahem vody při dané teplotě zobrazuje sorpční izoterma (Asomaning, Olympio 2011). Vztah mezi vodní aktivitou a obsahem vody není lineární. Sorpční izoterma je charakteristická pro každý produkt (oddíl osiva) a je nutno ji odvodit samostatně (Alhamdan, Alsadon 2004). Izotermy mohou být sestaveny dvěma způsoby. Pomocí desorpce – sušení, kdy za počáteční bod považujeme hodnotu vodní aktivity 1 nebo pomocí adsorpce – vlhčení, kde je počátečním bodem uvažována hodnota vodní aktivity 0 (Příhoda a kol. 2004). Sorpční izoterma lze použít při odvození vodní aktivity z obsahu vody, stejně tak lze odvodit z obsahu vody na základě izotermy vodní aktivita (Fontana 2008).

Metodika měření vodní aktivity

Na trhu existuje více druhů elektronických přístrojů založených na měření relativní vlhkosti měřicího prostoru po uvedení kapalně fáze vody měřeného vzorku do rovnováhy s plynnou fází vody v měřicím prostoru. Ve VS Kunovice je používán přístroj od firmy ROTRONIC HP23 -

AW - SET sestávající ze základního měřidla zobrazujícího naměřené hodnoty a sondy (Obrázek 2).

Obr. 2: HP23 – AW-SET_sada pro měření vodní aktivity od firmy ROTRONIC.



Do konce roku 2018 bylo do banky osiva sesbíráno celkem 71 oddílů osiva. Podle nastavených kvalitativních parametrů splnilo podmínky pro uložení do banky 55 oddílů (49 oddílů smrku ztepilého, 5 oddílů borovice lesní, 1 oddíl modřínu opadavého).

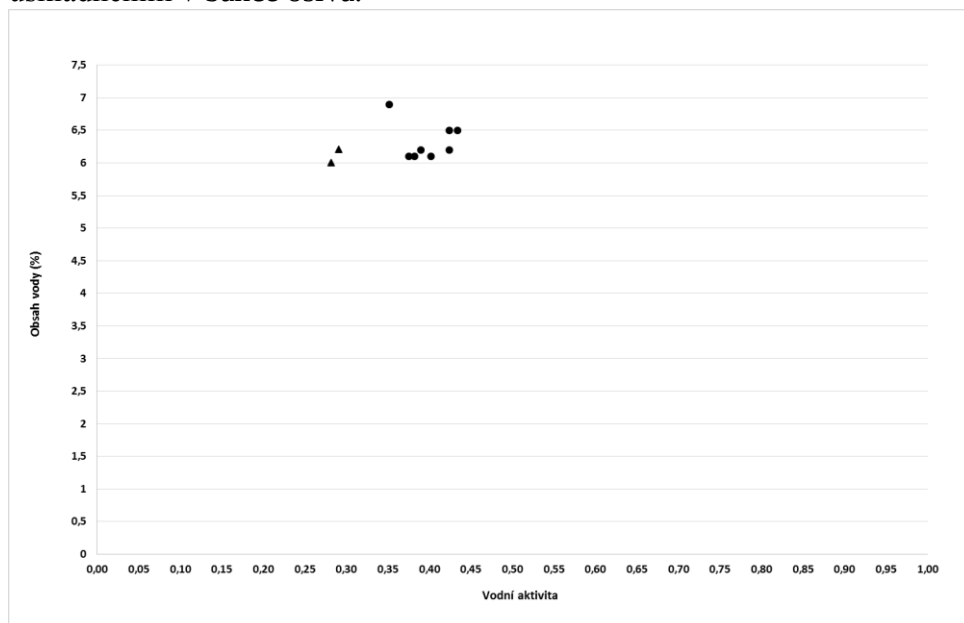
Šišky jednotlivých oddílů jsou odděleně sušeny, luštěny a následně je osivo odkřídleno a vyčištěno.

Před uskladněním je u oddílů osiva snížen obsah vody na požadovaných 5–7 %. Osivo se vysouší v sušárně při teplotě 20 °C a pro snížení relativní vzdušné vlhkosti se používá silikagel. To umožňuje šetrné sušení za nízkých teplot. Z takto ošetřeného osiva se odebere průměrný vzorek na zkoušku čistoty, klíčivosti a absolutní hmotnosti (ČNI 2006). Souběžně se stanovuje obsah vody (ČNI 2006) a měří vodní aktivita semen. Po zkoušce kvality se jednotlivé oddíly zatavují do PE pytlů, které se ukládají do papírových krabic. Ty jsou uloženy v mrazícím boxu s teplotou -18 °C.

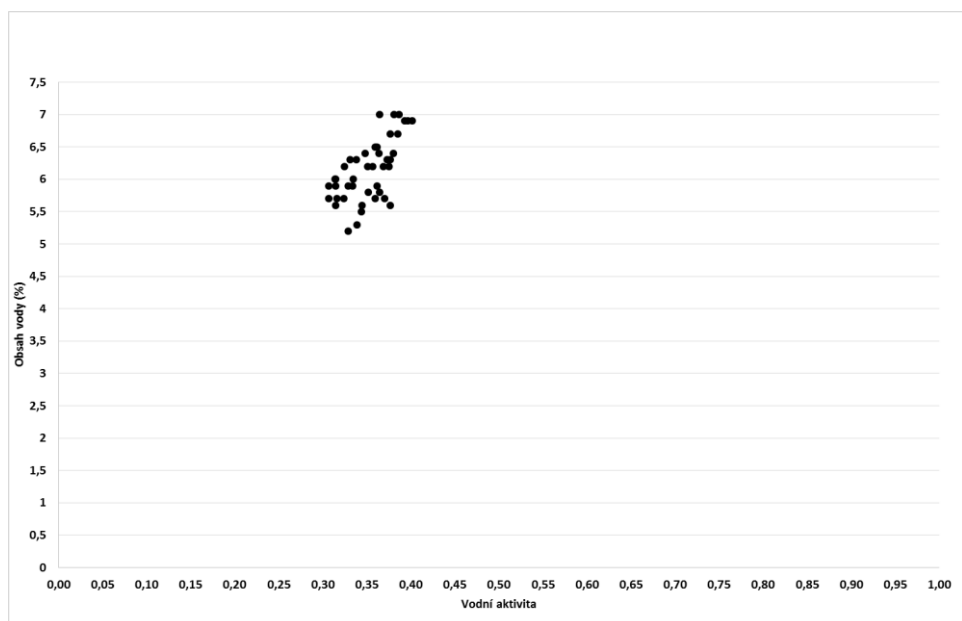
Colas, Baldet (2010) ve svých studiích s osivem lesních dřevin prokázali, že i přes vnitrodruhovou variabilitu získaných sorpčních izoterm je možné využívat měření vodní aktivity jako spolehlivou nedestruktivní a rychlou metodu při získávání informací o vodním potenciálu ortodoxních semen. Pro každý studovaný druh byla na základě izoterm stanovena hodnota vodní aktivity (tzv. inflexion point), po jejímž dosažení se semena nacházejí ve stabilním, optimálním stavu pro skladování. Na základě svých výsledků formulovali hypotézu o existenci obecně platné optimální hodnoty vodní aktivity (0,35) pro skladování ortodoxních semen. Při této hodnotě vodní aktivity byla prokázána nejmenší chemická i biotická degradace u většiny zkoumaných druhů semen.

Obr. 3 a 4 ukazují naměřené hodnoty pro obsah vody a vodní aktivitu u oddílů osiva lesních dřevin před uskladněním do banky osiva ve VS Kunovice. U dvou oddílů modřínu opadavého byl naměřen obsah vody v rozmezí 6–6,2 %, tomu odpovídaly hodnoty vodní aktivity 0,28–0,29. U osmi oddílů borovice lesní byl naměřen obsah vody v rozmezí 6,1–6,9 %, tomu odpovídaly hodnoty vodní aktivity 0,35–0,43. U 44 oddílů smrku ztepilého byl naměřen obsah vody v rozmezí 5,2–7,0 %, tomu odpovídaly hodnoty vodní aktivity 0,31–0,40. V dalších letech bude u skladovaných oddílů pokračováno v měření vodní aktivity, budou sledovány její změny v souvislosti se zdravotním stavem a klíčivostí semen, aby byla včas zjištěna možná degradace skladovaného materiálu. Měření vodní aktivity je navíc metodou méně náročnou na čas i energii, tedy i finančně výhodnější oproti vázkové metodě zjišťování obsahu vody.

Obr. 3: Obsah vody a vodní aktivita u oddílů modřínu opadavého a borovice lesní před uskladněním v bance osiva.



Obr. 4: Obsah vody a vodní aktivita u oddílů smrku ztepilého před uskladněním v bance osiva.



Literatura

- ALHAMDAN A.M., ALSADON A.A. 2004: Moisture Sorption Isotherms of Four Vegetable Seeds as Influenced by Storage Conditions. Transplant Production and Stand Establishment. Acta Hort: 631 s.
- ASOMANING J.M., M., OLYMPIO N.S. 2011: Water Sorption Isotherm Characteristics of Seeds of Six Indigenous Forest Tree Species in Ghana. West African Journal of Applied Ecology, vol. 18.

- BALDET P. 2006: Fiches de recommandations pour la technologie du pollen. In: Cemagref ed. Reproduction sexuée des conifères et production de semences en vergers à graines. Paris, France: Cemagref, Collection Synthèses: 371-396.
- BALDET P., COLAS F. 2010: Cemagref Seed Pollen dryer ruled with water activity (aw). In: ISTA Workshop. Water activity measurement applied to seed testing, Cemagref, October 13-15, 2010; Montargis, France.
- BALDET P., COLAS F. 2013: A water activity-regulated dryer: How to dry seeds or pollen with water and no heat. Tree planters Notes, Volume 56, Number 2: 43-49.
- BALDET P., VERGER M. 2004: Water Activity as a More Reliable Method than Moisture Content Applied to Pollen and Seed Moisture Management. IUFRO Forest Genetics Meeting, November 1-5, Charleston, South Carolina, USA.
- COLAS F., BALDET P. 2010: Hydric characterization of forest orthodox seeds: building and analyzing sorption isotherms. In: ISTA Workshop. Water activity measurement applied to seed testing, Cemagref, October 13-15, 2010; Montargis, France.
- ČNI 2006: Česká technická norma (ČSN 48 1211). Lesní semenářství – Sběr, kvalita a zkoušky kvality semenného materiálu lesních dřevin. Praha, Český normalizační institut: 56 s.
- FONTANA A. J. 1998. Water activity: Why it is important for food safety. NSF International Conference on Food Safety, November 16-18, Albuquerque, NM.
- FONTANA A. J. 2008: Water activity & pH Measurement for Food Safety. Retail Food Systems Research Conference, IFT Foodservice Division January 7/2008.
- KASAL J. 2010: Vliv technologie a surovin na stabilitu nášlehu marshmasllow. Diplomová práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta Technologická: 60 s.
- PALÁTOVÁ E. 1999: Teoretické aspekty skladování bukovic. In: Pěstování sadebního materiálu z dlouhodobě skladovaného osiva jedle a buku. Sborník referátů z celostátního semináře s mezinárodní účastí, Hradec Králové, 17. června 1999: 9-13.
- PŘÍHODA, J. SKŘIVAN P., HRUŠKOVÁ M. 2004: Cereální chemie a technologie 1: cereální chemie, mlýnská technologie, technologie výroby těstovin. 1. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, ISBN 80-7080-530-7.
- VERTUCCI CH. W., ROOS E.E. 1990: Theoretical Basis of Protocols for Seed Storage. Plant Physiol. 94: 1019-1023.
- WILLAN R A 1985: A guide to forest seed handling with special reference to the tropics. FAO Forestry paper 20/2. FAO, Rome. [online]. [cit. 28. května 2019]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.fao.org/3/AD232E/AD232E00.htm>

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

Kontakt

Ing. Lena Bezděčková

Ing. Pavel Kotrla, PhD.

Ing. Josef Cafourek, PhD.

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

VS Kunovice

Na záhonech 601, 686 04 Kunovice

e-mail: bezdeckova@vulhmuh.cz, kotrlapav@vulhmuh.cz, Josef.Cafourek@seznam.cz

ZVÝŠENÍ RETENCE VODY V PŮDĚ POMOCÍ ORGANICKÉHO HNOJENÍ JAKO PROSTŘEDEK ADAPTAČNÍCH OPATŘENÍ KE ZMĚNĚ KLIMATU

Martin Stehlík, Petr Hutla

Abstrakt

Organické hnojení může významně přispět k adaptaci na klimatickou změnu. V článku jsou hodnoceny přínosy organické hmoty z hlediska její schopnosti zvýšit retenci vody, jak v množství, tak i v její časové distribuci. Mimo tradičního použití organických hnojiv v zemědělství v podobě hnoje jsou pozitivně hodnoceny alternativní organická hnojiva, která byla pozitivně testována v rámci výsadby sazenic smrku v prostoru Libavá.

Klíčová slova

Organická hmota, infiltrace, zadržení, voda, půda, výsadba

Úvod

Voda se stává surovinou, na kterou je společnost a ekonomika čím dál tím více fixována. Střední Evropa netrpí zatím plošně nedostatkem pitné vody tak, jako je tomu v jiných částech světa. Avšak v posledních 10 letech se ve střední Evropě výrazně objevují periody sucha, střídající se s povodněmi. Klimatická změna přináší zvyšující se průměrné a maximální teploty, delší období bez deště nebo častější výskyty nadměrných srážek. Výkyvy počasí jsou přitom nepravidelné a v posledních letech jsou považovány za jasný signál změny klimatu. Ta probíhá již několik desetiletí a její dopady se ve střední Evropě projevují stále výrazněji především v oblasti primární produkce v zemědělství a v lesnictví. Bezesrážková období se prodlužují. V současnosti trpí Česká republika již 6 let suchem a nedostatek vody se dotýká obrovských ploch. Následky sucha se projevují v miliardových ztrátách v zemědělství a lesnictví. V zemědělství se snižují výnosy plodin a v lesích dochází k oslabení stromů, jejich usychání a k následnému ataku biotických činitelů, změnám struktury a výše těžeb. Vlivem velkého nárůstu nahodilých kůrovcových těžeb se mění u smrkových porostů struktura lesa a dochází ke vzniku velkých a obtížně zalesnitelných holin. Na základě lesního zákona je nutno vytěžené plochy zalesnit do 2 let a do 7 let zajistit novou generaci lesa. V důsledku pokračujících sušších ročníků, jejichž důsledky jsou patrné zejména na střední a severní Moravě (Libavá, Šternberk, Bruntál, Olomoucko apod.), se nedaří eliminovat ztráty v lesnické výsadbě. Krajina v důsledku špatného hospodaření trpí zrychleným odtokem vody a snížením retenční schopnosti.

Retence vody v půdě a schopnost půdy infiltrovat vodu jsou jejími důležitými vlastnostmi pro zachování trvale udržitelného rozvoje krajiny. Dostatek vody v půdě zajišťuje vhodné podmínky pro pěstování rostlin, schopnost infiltrace je pak důležitá pro snižování povrchového odtoku vody včetně jeho negativních projevů jako je eroze půdy a lokální záplavy. Důležitou podmínkou pro infiltraci vody do půdy jsou příznivé fyzikální vlastnosti půdy (Kováříček a kol., 2013).

Ke zlepšení vodního režimu v půdě a zmírnění dopadů sucha a povodní přispívá zvýšení podílu organické hmoty. Organická hmota v půdě zadržuje a zvyšuje celkový objem vody v půdním profilu. V lesních ekosystémech se oproti zemědělským systémům organická hmota hromadí ve svrchních profilech půdy a její rozklad je výrazně pomalejší. V orných půdách dochází díky časté kultivaci a provzdušnění k rychlejšímu rozkladu organické hmoty a uvolňování živin. O vlivu organické hmoty na zadržení vody pojednává Šantrůčková a kol. (2015), z jejichž výsledků lze vyčíst dvojnásobné zvýšení vodní retenční kapacity při zvýšení organického uhlíku o 1 %. Z příspěvku Badalíkové & Novotné (2016) na jílovito-hlinité půdě vyplývá zvýšení vlhkosti o 1-6 % při zvýšení organického uhlíku o 0,2-0,5 % při dávce 20 tun

kompostu na hektar. Stehlík a kol. (2016) uvádějí pozitivní vliv každoročně zapravovaného kompostu v dávce 20 tun na hektar při absenci zapravované posklizňové slámy na vedení kapilární vody v hloubce 20 cm na písčito-hlinité kambizemi. Autoři dále uvádějí delší zdržení vody v hloubce 15 a 20 cm u hnojené varianty. Vyšší vliv organické hmoty na retenci vody a vsakování vody do půdy potvrzují na písčité půdě Vlčková a kol. (2011). Kovaříček a kol. (2013) uvádějí na jílovito-hlinité půdě rostoucí vliv dávky zapravovaného kompostu od 80 do 330 tun na hektar na zvýšení vlhkosti půdy o 2-7 % v hloubce 5-10 cm ve 4. roce od aplikace kompostu do půdy. Zvýšené zadržení vody o 34-64 % v době sucha na variantě s pravidelnou aplikací kompostu 30 tun na hektar oproti kontrolní variantě dokládá na měření na jílovito-hlinité půdě v roce 2015 Stehlík a kol. (2016).

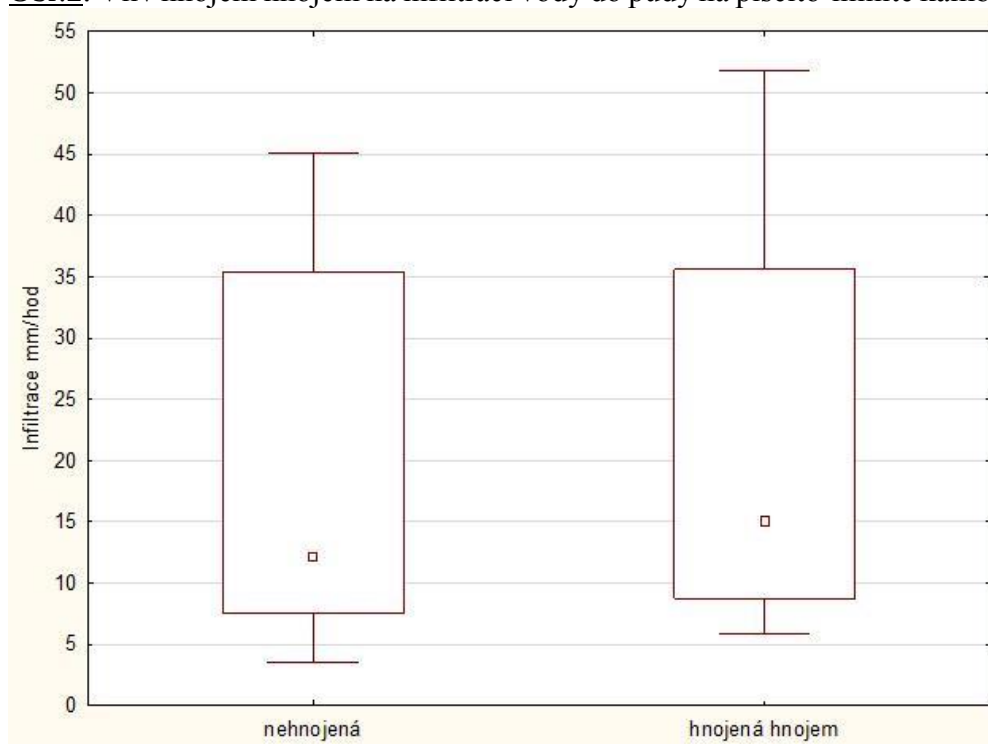
Cílem tohoto článku bylo znodnotit vliv organického hnojení na zádržnost a infiltraci vody na písčito-hlinité půdě typu kambizem. Na lehších půdách dochází k rychlejší ztrátě vlhkosti a kambizem je na našem území nejrozšířenější typ půdy. V prvním případě bylo hodnoceno hnojení hnojem v dlouhodobém pokusu a v druhém hodnocení alternativy hnoje v podobě organického hnojení na zádržnost vody v čase a jeho vliv v lesní výsadbě smrku.

Materiál a metody

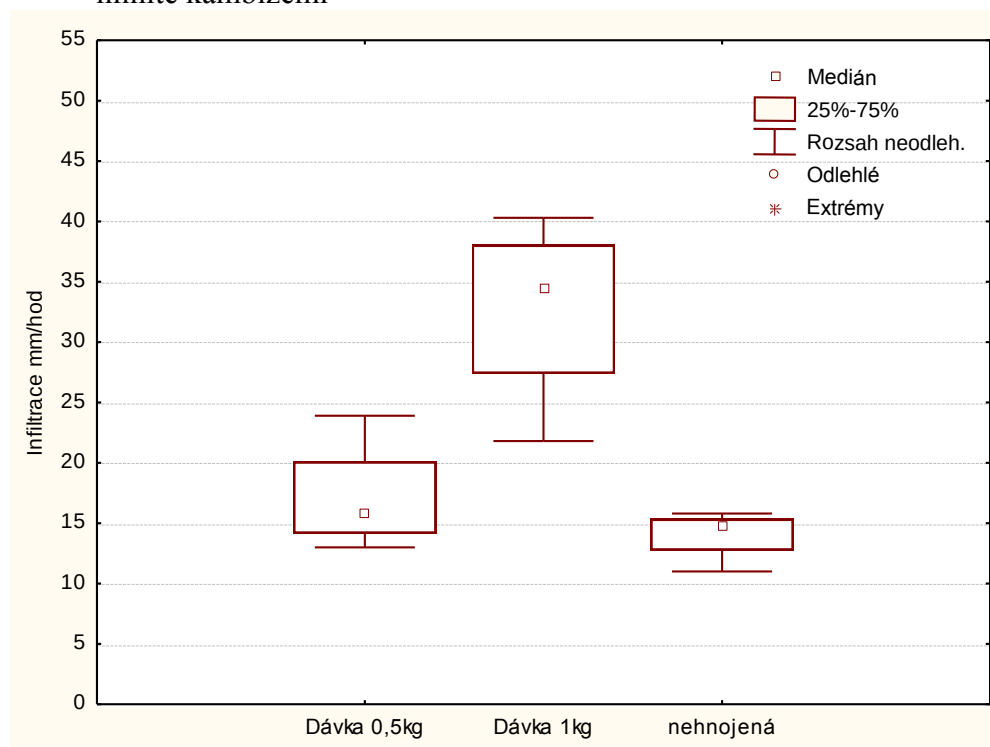
Dlouholetý výživářský experiment byl založen v roce 1956. Pro tento článek byl zvolen pokusný pozemek s písčito-hlinitou kambizemí (jíl 9,8 % ; prach 36,3 % ; písek 53,9 %) na rule na Pelhřimovsku v nadmořské výšce 610 m n.m., s průměrnou roční teplotou 7,3 °C a ročními srážkami 683 mm (GPS: N 49°53.5', E 15°23.8'). Pokus byl hodnocen ve variantě hnojení hnojem a bez hnojení ve 4 opakováních. Na pokuse je veden osmihonný osevní postup v následujícím složení: 2011–brambory, 2012–jarní ječmen, 2013–jetel, 2014–ozimá pšenice, 2015–silážní kukuřice, 2016–jarní ječmen, 2017–ozimá řepka, 2018–ozimá pšenice a 2019–brambory. Orba je prováděna pluhem do hloubky 20-25 cm. Hnojení hnojem probíhá každé 4 roky k bramborám nebo silážní kukuřici v dávce 40 tun na hektar. Posklizňové zbytky jsou z pokusných ploch 9x9 m odebrány. Na podzim v roce 2014 po sklizni ozimé pšenice byl aplikován hnůj. V červenci 2018, tedy téměř 5 let od aplikace hnoje, byly po sklizni ozimé pšenice odebrány ve 3 opakováních na parcelu Kopeckého válečky o objemu 100 cm³ do hloubky 2-7 cm. Na každou variantu bylo odebráno celkem 12 váleček, z nichž byl podle Zbírala a kol. (2011) a Pospíšilové a kol. (2016) určen gravimetricky podíl kapilárních pórů (CP), nekapilárních pórů (NP), semikapilárních pórů (SP) a obsah negravitační vody, která představuje vodu po odtečení vody z nekapilárních pórů. Ve stejném termínu byla na pozemcích změřena vodní infiltrace, charakterizovaná nasycenou hydraulickou vodivostí. Infiltrace byla provedena pomocí metody výtopové infiltrace (Bagarello a kol., 2006) s válci o průměru 150 mm. Infiltrace byla změřena v 8 opakování s výtopovou dávkou 1000 ml, odpovídající 56 mm srážce.

Jako alternativa organického hnojiva místo hnoje bylo zvoleno peletizované organické hnojivo PELETSEP do 10 % vlhkosti. Ve skleníkovém pokuse, kde byla měřena teplota, proběhlo v roce 2016 testování hnojiva na zádržnost vody a infiltraci. Testování probíhalo v nádobách o průměru 20 cm a výšce 30 cm s děrovaným dnem pro odtok vody. Varianty bez hnojení, s dávkou hnojiva PELETSEP 0,5 kg (110 kg/ha v sušině) a s dávkou hnojiva PELETSEP 1 kg (220 kg/ha v sušině) byly namíchaný s písčito-hlinitou půdou (jíl 7,1 % ; 22,1 % prach; 70,8 % písek). Nádoby byly dány na 30 minut do kádí s vodou a 2 minuty kropeny vodou a poté v časových intervalech váženy. Cílem bylo zjistit, jak se zvýší zádržnost vody po nasycení vzorku vodou a jak se bude vyvíjet vlhkost během 9 dní. Po 10 dnech od sycení vzorků byla změřena pomocí válců s průměrem 100 mm vodní infiltrace s výtopovou dávkou, odpovídající srážce 56 mm. Proběhlo také vyhodnocení maximální retence vody peletou o délce 2,5 cm a průměru 1,1 cm.

Obr.2: Vliv hnojení hnojem na infiltraci vody do půdy na písčito-hlinité kambizemi v roce 2018



Obr.3: Vliv hnojení hnojivem PELETSEP na infiltraci vody ve skleníkovém pokuse na písčito-hlinité kambizemi



Zvýšený obsah organické hmoty podporuje zvýšenou mikrobiální aktivitu, která vede ke zvýšení kořenové biomasy. Kořeny přispívají k vyšší infiltraci vody do půdy. Preferenční cesty pro proudění vody vytvářejí také půdní živočichové, organické zbytky a skeletovitost půdy.

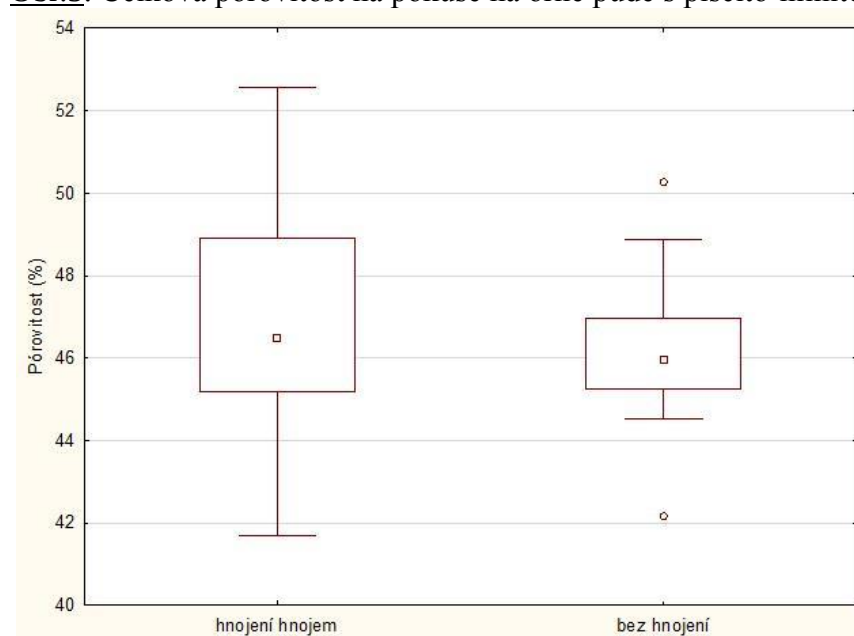
Retence vody

Na orné půdě dochází v důsledku její pravidelné kultivace k rychlejší mineralizaci organické hmoty. Podíl organických látek je nižší oproti lesnímu ekosystému. Na námi sledovaném pokuse na orné půdě byl v pátém roce od hnojení hnojem podíl organické hmoty vyšší na hnojené variantě (Obr.4). Organické hnojení mění distribuci jednotlivých typů pórů, přičemž celková pórovitost může být na variantách podobná (Obr. 5). Rozložení pórů, které zadržují vodu může být však rozdílné. Jak uvádí Pospíšilová a kol. (2016) a Zbíral a kol. (2011), kapilární póry s průměrem $< 0,2 \mu\text{m}$ zadržují vodu pro rostliny. Semi-kapilární jsou póry s průměrem $0,2\text{--}10 \mu\text{m}$ a podílí se jak na infiltraci vody, tak na zadržení vody pro kapilární póry. Póry s průměrem $> 10 \mu\text{m}$ jsou póry nekapilární a umožňují vodě rychleji odtékat do hlubších vrstev půdního profilu. Hnojená varianta měla vyšší podíl pórů zadržujících vodu (Obr.6), což se projevilo na celkovém vyšším zadržení negravitační vody (Obr.7).

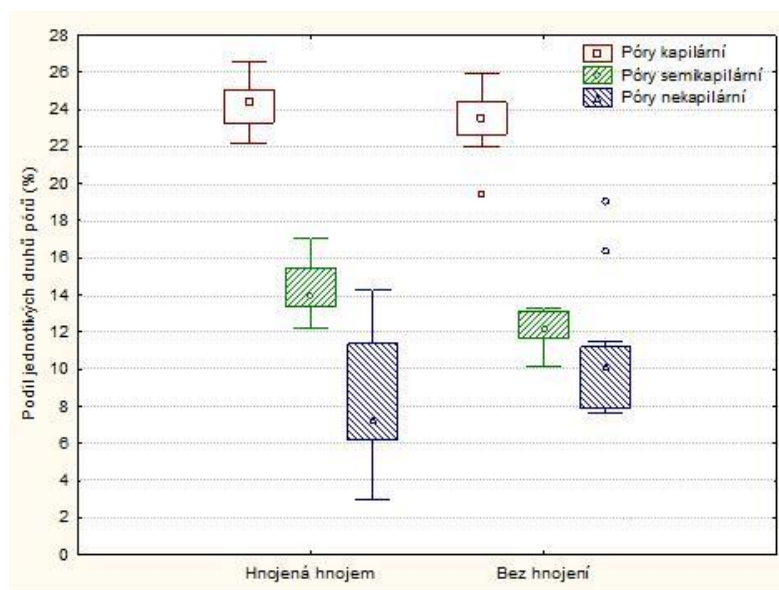
Obr.4: Podíl organické hmoty (SOM) na pokuse na orné půdě s písčito-hlinitou kambizemí



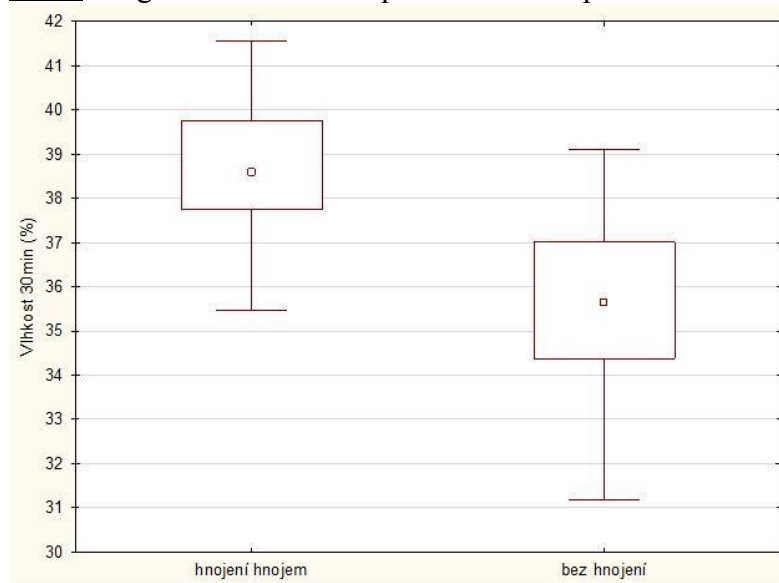
Obr.5: Celková pórovitost na pokuse na orné půdě s písčito-hlinitou kambizemí



Obr.6: Rozložení jednotlivých typů pórů na pokuse na orné půdě na hlinito-písčité kambizemi



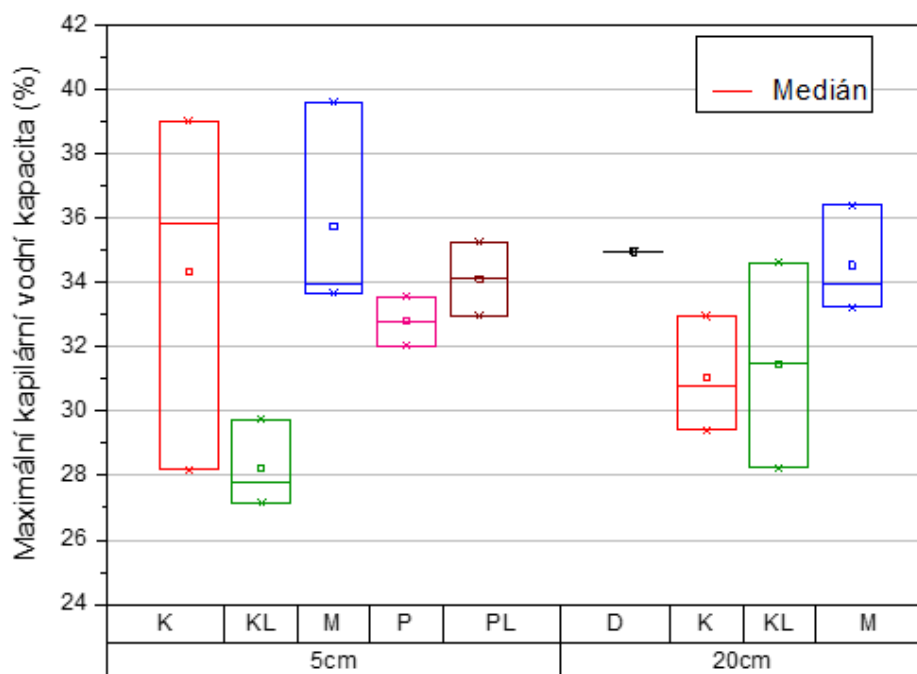
Obr.7: Negravitační voda na pokuse na orné půdě na hlinito-písčité kambizemi



Rozdíl 3 % ve vlhkosti v 5 cm půdy představuje o 1,5 litru více vody na m^2 . Ve skleníkovém pokuse byl podíl organické hmoty v pokusné nádobě s dávkou 0,5 kg hnojiva PELETSEP trojnásobný (8,62 %) oproti variantě bez hnojiva (2,76 %). V terénním pokuse na Libavě se hnojivo PELETSEP projevilo v celkovém množství zadržité vody, vyjádřenou maximální kapilární vodní kapacitou, jakou je půda schopna udržet v rovnovážném stavu (Obr.8). Větší vliv mělo hnojivo na retenci vody ve větší hloubce půdního profilu 15-20 cm. To je dáno pravděpodobně výrazně nižším podílem organické hmoty. Podíl organické hmoty v profilu lesních půd s hloubkou výrazně klesá. Na dystrických kambizemích zaznamenal Stehlík (2010) v 15 let starých lesích o 50 % vyšší podíl SOM v hloubce 3-5 cm oproti hloubce 13-15 cm. Tento rozdíl výrazně roste se stářím lesa, kdy SOM v hloubce 3-5 cm v 50letých porostech byl již o 100 % vyšší oproti hloubce 13-15 cm. Ve 100letých porostech dosahoval podíl SOM 8-9 %, zatímco v hloubce 13-15 cm byl podíl 2,5-3,5 % a v hloubce 35-40cm pouze 2-2,5 %.

Holosečné hospodaření má výrazný vliv na pokles podílu organické hmoty v půdě. Tento pokles organické hmoty, jak uvádí Yanai a kol. (2003), dosahuje 30-60 % a k opětovnému vyrovnnání a nárůstu organické hmoty dochází po 15 letech od těžebního zásahu. Zvýšením podílu organické hmoty tak dochází ke zvýšení zadržení vody v půdě.

Obr.8: Množství zadržené vody v hloubce 2-7 cm a 15-20 cm v pokusech na Libavě



Hnojivo PELETSEP má schopnost nasávat vodu a zvětšovat svůj objem. Při malém objemu vody, který hnojivo nasaje, je zvětšení oproti původní velikosti o 250 %. Při pokusech s testováním vlivu množství vody na objemové změny hnojiva bylo zjištěno, že u hnojiva, které nasálo 4krát více vody, bylo toto zvětšení až 450 % (Obr.9). PELETSEP o velikosti 2,5 cm a průměru 1,1 cm je schopen nasát 15 ml vody. V 0,5 kg hnojiva je přibližně 250 pelet, tj. potenciální retence 3,75 litrů vody na sadební jamku. Při množství sazenic 5500 kusů na hektar je potenciální retence 20 600 litrů vody.

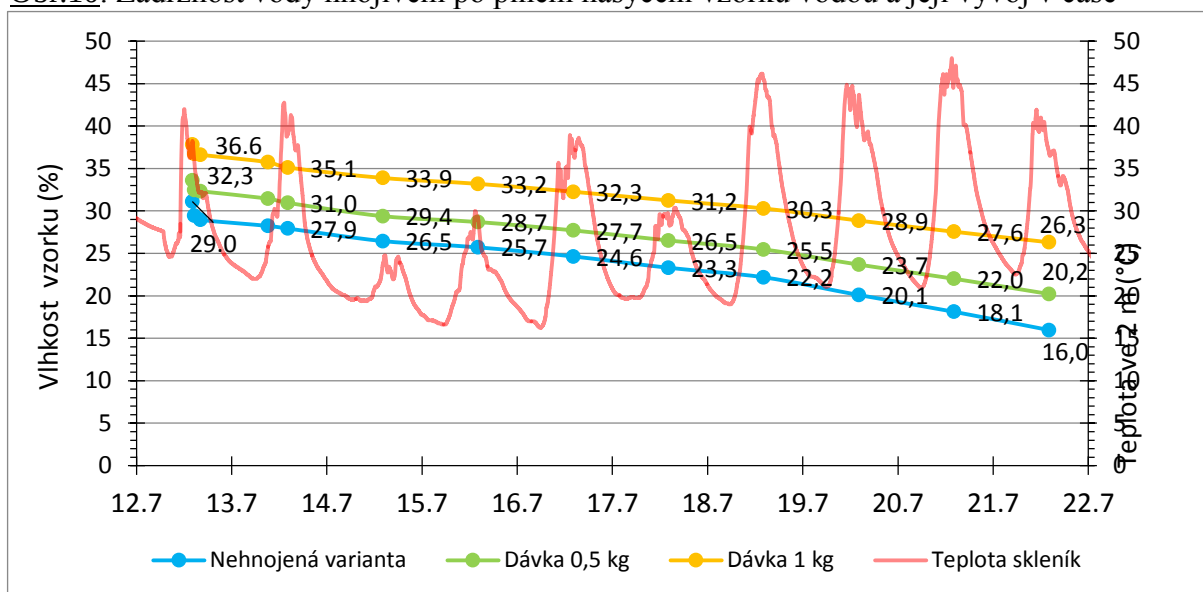
Obr.9: Retenční schopnost hnojiva PELETSEP nasát 10 ml vody během 15 minut



Monitoring vlhkosti

Ve skleníkových pokusech byl potvrzen efekt hnojiva PELETSEP na zadržování vody v průběhu vysychání (Obr.10). Po nasycení vodou byla na začátku pokusu vyšší vlhkost o 3,3-7,6 % u hnojených variant. Po devíti dnech vysychání se rozdíl ve vlhkostech zvýšil na 4,2-10,3 %. Trendy vyššího poklesu vlhkosti byly patrnější u nehnojené varianty. Hnojivo PELETSEP ve skleníkovém pokuse s vysokými teplotami zpomalilo vysychání půdy o 2-7 dní. Rozdíl 3% vlhkosti představuje retenci 0,36 litru na sadební jamku a 2000 litrů vody při 5500 sazenic. Retenci vody potvrdily i registrační vlhkoměry, přičemž u varianty s promíchaným hnojivem (M) v dávce 0,5 kg v sadební jamce bylo dosaženo o 15 % vyšší vlhkosti půdy oproti nehnojené variantě. Během 5 měsíců na Libavě často pršelo. Celkově za 5 měsíců napršelo 430 mm. Hranici vlhkosti, pod kterou je znemožněno čerpání vody rostlinou představuje bod vadnutí. Vlhkost po celé období pozorování od května do září 2017 této hranice nedosahovala a maximální teplota byla dvakrát 33°C.

Obr.10: Zadržnost vody hnojivem po plném nasycení vzorku vodou a její vývoj v čase

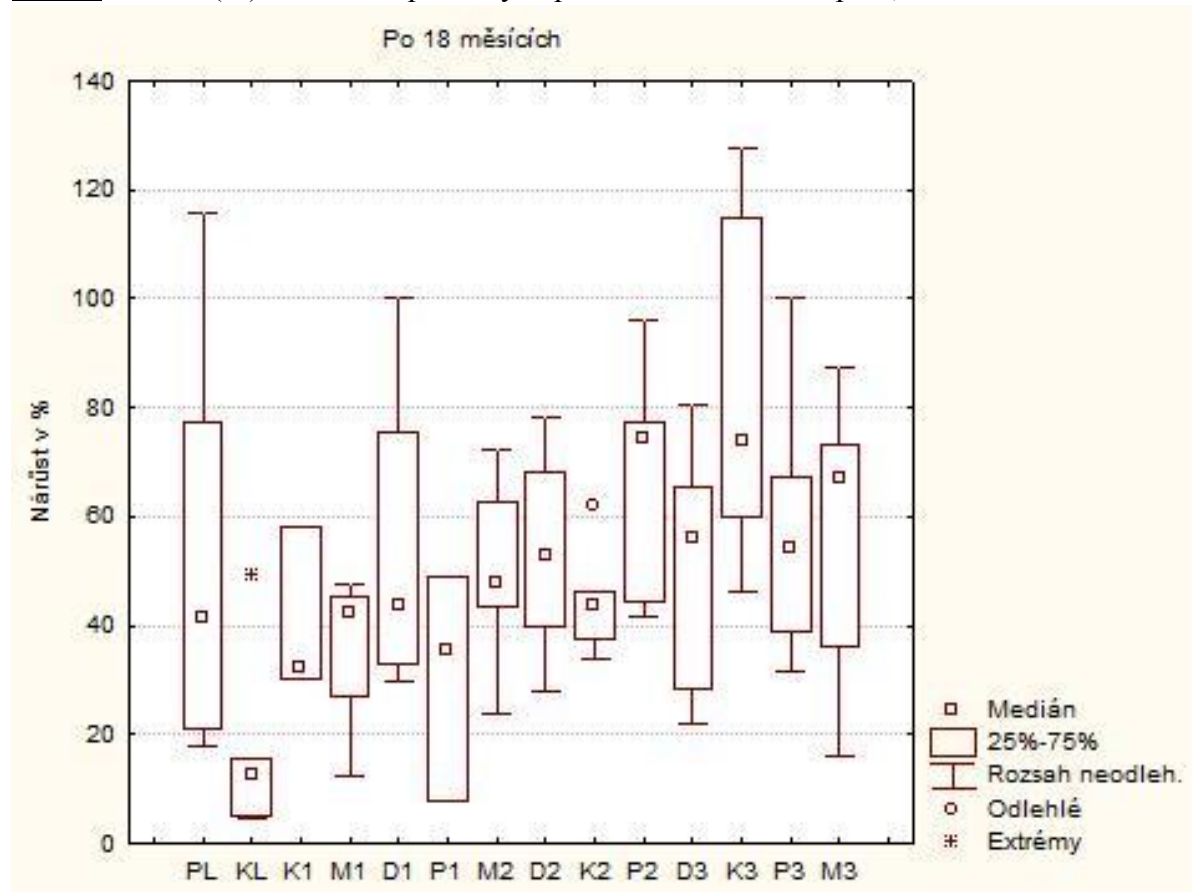


Stav porostu

Vliv hnojiva se výrazněji projevil na dystrické kambizemi u první lokality, kde byl 60% úhyn sazenic. Povrchové hnojení (PL) hnojivem PELETSEP zde mělo výrazný vliv v % nárůstu sazenic smrku (Obr.11), přičemž úhyn byl poloviční. Na druhé lokalitě byl úhyn pouze 15 %. Vyšší % nárůst u nehnojené varianty na druhé lokalitě (K1,K2,K3) oproti lokalitě Libavá (KL) byl zapříčiněn lepšími vodními poměry druhé lokality, kde se vyskytuje oglejený typ půdy a menší exponovanost lokality. Dále byl viditelný posun k vyššímu nárůstu u všech variant od skupiny s označením 1 směrem k Plazskému potoku ke skupinám 2 a 3. V místech 2 a 3, kde byl s velkou pravděpodobností vyšší obsah vody v půdním profilu v důsledku vlivu vodního toku a jeho okolí a i vyššího oglejení. Toto vedlo k potlačení výraznějšího vlivu hnojiva a je to patrné zejména u varianty hnojené na dno (D3), která se však ze všech variant zdá nejméně rozkolísaná. V místech 3, které bylo nejbližší vodnímu toku a cca 3 metry nad vodním tokem, byl patrný mírně vyšší nárůst u nehnojené varianty (K3) oproti hnojeným variantám. Vzdálenost mezi místem 1 a 3 bylo 20 metrů a výškový rozdíl byl 5 metrů. Lze konstatovat, že hnojení se na oglejené kambizemi oproti dystrické kambizemi výrazně neprojevilo na nárůstu sazenice. Přesto však byla u variant s hnojením patrná vyšší hustota a svěžest porostu (Obr.13).

Hnojivo PELETSEP působí delší dobu. Ani po 18 měsících od aplikace se ne zcela rozložilo a plnilo tak dále svoji retenční a hnojivou funkci (Obr.12). Peleta hnojiva PELETSEP obsahovala na začátku pokusu na Libavě 1,03 % dusíku a po 18 měsících byl podíl dusíku 0,175 %, tj. 1/6. Hnojená varianta měla po 18 měsících hodnotu pH 4,5, což byla o 0,7 pH vyšší hodnota oproti nehnojené variantě. Poměr C:N byl 45:1. Testovaná varianta aplikace hnojiva na dno byla z časového hlediska výsadby oproti promíchání hnojiva v rámci celé sadební jamky rychlejší.

Obr.11: Narůst (%) sazenic na pokusných pozemcích na Libavě po 1,5 roce od zasazení



Obr.12: Stav hnojiva PELETSEP po 18 měsících v povrchovém hnojení a hnojení na dno



Obr.13: Sazenice po 18 měsících – K3-varianta bez hnojení, D3-varianta s hnojením na dno na druhé lokalitě





Sazenice po 18 měsících – vlevo varianta bez hnojení, vpravo varianta s hnojením na povrchu na druhé lokalitě



Závěr

Jednou z priorit ministerstev zemědělství a životního prostředí jsou opatření pro zmírnění negativních dopadů sucha a nedostatku vody. Organické hnojení je přirozenou možností k udržitelnému hospodaření v krajině a také způsobem jak čelit častějším povodním a suchu, způsobeným probíhající klimatickou změnou. Výsledky článku poukazují na významné možnosti v zadržování vody v krajině pomocí organické hmoty s přidanou funkcí dodávání živin v delším časovém horizontu. Zvýšení podílu organické hmoty v půdě je jedním z rychlých a účinných řešení, jak čelit snížení ztrát v zemědělství a lesnictví a jak zvýšit zadržení vody.

Poděkování

Příspěvek vznikl za finanční podpory projektu NAZV QK 1810186 a v rámci institucionální podpory na dlouhodobý koncepční rozvoj VÚRV, v.v.i. RO0418 a VÚZT, v.v.i. RO0618.

Literatura

- BADALÍKOVÁ B., NOVOTNÁ J. 2016: Vliv organické hmoty v půdě na zadržení vláhy. Snížení vláhového deficitu v rostlinné výrobě využitím odpadních zálivkových vod z farem: 4-12.
- BAGARELLO V., ELRICK D. E., IOVINO M., SGROI A. 2006: A laboratory analysis of falling head infiltration procedures for estimating the hydraulic conductivity of soils. *Geoderma* 135: 322-334.
- KOVAŘÍČEK P., HŮLA J., VLÁŠKOVÁ M. 2013: Vliv zapravení kompostu na pórovitost a na vlhkost půdy. *Agritech Science*: 1-5.
- POSPÍŠILOVÁ L., VLČEK V., HYBLER V., HÁBOVÁ M., JANDÁK J. 2016: Standardní analytické metody a kritéria hodnocení fyzikálních, agrochemických, biologických a hygienických parametrů půd. *Folia univ. agric. et silvic. Mendel. Brun.* IX(3): 122.
- STEHLÍK M. 2010: Změny půdních znaků a vlastností po změně využívání půdy. 182.
- STEHLÍK M., KOVAŘÍČEK P., VLÁŠKOVÁ M. 2016a: Vliv dávky kompostu na vlhkost půdy na orné půdě v období sucha. *Úroda* 3: 88-90.
- STEHLÍK M., KOVAŘÍČEK P., VLÁŠKOVÁ M., RENČIUKOVÁ V. 2016b: Vliv kompostu na retenci vody v konvenčním hospodaření s orbou. *Úroda* 12: 425-428.
- ŠANTRŮČKOVÁ H., MALÝ S., CIENCIALA E. 2015: Povodně a sucho – krajina jako základ řešení 2. Organická hmota a vodní retenční kapacita půd. *Živa* 2: 69-72.
- VLČKOVÁ M., KOVAŘÍČEK P., BENEŠOVÁ V., VLÁŠKOVÁ M., KULHAVÝ Z., PRAŽÁK P. 2011: Vliv aplikovaného kompostu na vlastnosti půd vybraných lokalit ČR. *Influence of Anthropogenic Activities on Water Regime of Lowland Territory Physics of Soil Water*: 550-561.
- YANAI R. D., CURRIE W. S., GOODALE C. L. 2003: Soil Carbon Dynamics after Forest Harvest: An Ecosystem Paradigm Reconsidered. *Ecosystems* 6(3): 197-212.
- ZBÍRAL J., MALÝ S., ČIŽMÁR D. 2011: Jednotné pracovní postupy. *Analýza půd III* (3.).

Kontakt

Mgr. Martin Stehlík
Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.
Drnovská 507/73, 161 06 Praha 6 – Ruzyně
e-mail: martinstehlik@seznam.cz

Ing. Petr Hutla, CSc.
Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i.
Drnovská 507/73, 161 06 Praha 6 – Ruzyně
e-mail: petr.hutla@vuzt.cz