

# K VEGETATIVNÍM ZPŮSOBŮM MNOŽENÍ PŘI REALIZACI OPATŘENÍ NA ZÁCHRANU A ZACHOVÁNÍ SPECIFICKÝCH FOREM SMRKU ZTEPILÉHO: REVIEW

## TOWARDS UTILIZING VEGETATIVE PROPAGATION TO RECOVER AND PRESERVE SPECIFIC FORMS OF NORWAY SPRUCE: REVIEW

JOSEF FRÝDL ✉ - PETR NOVOTNÝ

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Strnady 136, 252 02 Jíloviště, Czech Republic

✉ e-mail: frydl@vulhm.cz

### ABSTRACT

Presented review summarizes disposable references concerning use of vegetative propagation methods aimed to recovering and preservation of specific forms, partial populations and valuable ecotypes of Norway spruce (*Picea abies* /L./ H. Karst.). The main basis for this review is the elaboration and updating of methodical procedures for the vegetative propagation of the spruce presented and published in the previous and current periods. Individual known ways of N. spruce vegetative propagation are described in comparison with generative methods of this species reproduction. Comparison of both methods is formulated with regards to economical and all-society significance of their application in forestry management. The subject of the research should be e.g. the continuation to develop and test growth stimulators and adjust their dosing. Also, it is recommended to continue with the updates, respectively innovations of vegetative propagation methods of N. spruce with regards to necessity to keep all newly developed and verified methods of vegetative propagation and their application in forest nurseries and forestry practice.

For more information see Summary at the end of the article.

**Klíčová slova:** smrk ztepilý; vegetativní množení; generativní reprodukce; řízkování; roubování; somatická embryogeneze; záchrana a zachování genetických zdrojů lesních dřevin

**Key words:** Norway spruce; vegetative propagation; generative reproduction; cutting; grafting; somatic embryogenesis; recovering and preservation of forest tree species genetic resources

### ÚVOD

Cílem práce je syntéza důležitých poznatků o vegetativních způsobech množení smrku ztepilého, které mohou být využity hlavně při realizaci opatření na záchranu a zachování jeho cenných dílčích populací a ekotypů. Součástí příspěvku je rovněž srovnání generativních a vegetativních způsobů reprodukce při jejich lesnickém využívání. Praktické zaměření práce je prioritně orientováno na české podmínky. Hlavním podkladem jsou aktualizované metodické postupy vegetativního množení smrku, které však samozřejmě vycházejí i z předchozích publikovaných souhrnů (FRÝDL et al. 2011a, 2011b; PEXÍDR et al. 2018 aj.).

Za jeden z významných příspěvků k zabezpečení reprodukčního materiálu při realizaci šlechtitelských opatření zaměřených na zvyšování hodnoty lesních porostů je považována tvorba syntetických směsí z vegetativního množení (např. ŠINDELÁŘ, FRÝDL 2002; ŠINDELÁŘ

2004 aj.). Množení lesních dřevin řízkováním a dalšími autovegetativními způsoby se tak stává významným nástrojem prakticky orientovaného šlechtění lesních dřevin a jeho cílů, včetně záchrany biologické diverzity v lesních ekosystémech. Zvláště velký význam má řízkování v případě množení rezistentního (strestolerantního) materiálu v imisních oblastech (LEUGNER 2010; FRÝDL et al. 2011a, 2011b; DOSTÁL et al. 2018; PEXÍDR et al. 2018).

Z historického pohledu se problematice vegetativního množení lesních dřevin a jeho využití v lesním hospodářství věnovala řada autorů, včetně těch z bývalého Československa. Vycházeli přitom ze zkušeností, které byly získávány jejich předchůdci zejména v zahradnické praxi, především v okrasném zahradnictví a v ovocnářství (BRUDÍK 1956; ZAVADIL 1979, 1985; KOČIOVÁ 1982 aj.). Jak uvádějí ZAVADIL (1979, 1985) či DOSTÁL et al. (2018), uskutečnil první úspěšné zakořenění řízků smrku ztepilého zřejmě PFIFFERLING (1830). KURDIANI (1908) docílil 84% zakořenění této dřeviny a ve 20. letech minulého stole-

tí se množení smrku řízkováním již nepovažovalo za zvláště obtížné (KOBENDZA 1922). Dalšímu vývoji a aplikacím technologie řízkování byla v zahraničí i v bývalém Československu postupně věnována velká pozornost (např. DEUBER, FARRAR 1940; KLEINSCHMIT 1972a, 1972b; KLEINSCHMIT et al. 1973; LEPISTÖ 1974; DORMLING, KELLERSTAM 1981; WÜEHLISCH 1984; HARTIG 1986; RADOSTA 1987). Od té doby výzkum problematiky řízkování smrku dále pokročil (VOLNÁ et al. 1990; ŠINDELÁŘ 2002; JURÁSEK, MARTINCOVÁ 2004; BARDZAJN 2007; LEUGNER et al. 2009 aj.). Z vegetativních způsobů množení smrku je možno dále uvést i somatickou embryogenezi (např. CHALUPA 2000; MAULEOVÁ, VÍTÁMVÁS 2007; MALÁ et al. 2010).

Zatímco metody vegetativního množení dřevin řízkováním, včetně moderních technologií množení somatickou embryogenezi, jsou zaměřeny hlavně na vegetativní množení cenných a z různých důvodů hodnotných dílčích populací, mnohdy řídké se vyskytující a ohrožených variant a druhů. Roubování se využívá především pro zakládání semenných sadů jako účelových výsadeb, které jsou součástí procesu šlechtění lesních dřevin (ZAVADIL 1969, 1982; KAŇÁK et al. 2008; IVANEK et al. 2010; FRÝDL et al. 2011a, 2011b; DOSTÁL et al. 2018; PEXÍDR et al. 2018 aj.).

## VEGETATIVNÍ REPRODUKCE SMRKU ZTEPILÉHO

Pro účely předkládaného příspěvku jsou v úvodu přiblíženy tři vybrané způsoby vegetativní reprodukce smrku, a to řízkování, roubování a mikropropagace somatickou embryogenezi. V další části textu je však hlavní pozornost věnována již jen autovegetativnímu množení smrku řízkováním a částečně též heterovegetativnímu množení roubováním (zejména FRÝDL et al. 2011a, 2011b; DOSTÁL et al. 2018; PEXÍDR et al. 2018 aj.).

### Řízkování

U smrku ztepilého je v současnosti v Evropě kombinace hromadného a individuálního výběru s následným množením (většinou řízkováním) aplikována ve značném rozsahu. Jedná se o jeden ze způsobů přímého vegetativního množení, který je využíván v lesnickém klonovém hospodářství (LINDGREN 2008). Metoda podle autora zaručuje úspěšnou reprodukci cenných genotypů vysoké šlechtitelské hodnoty s cílem dosáhnout při realizaci šlechtitelských programů co nejvyššího genetického zisku, a to nejméně o 20 % vyššího ve srovnání s použitím sadebního materiálu vypěstovaného z osiva z uznávaných porostů, a je srovnatelná s úrovní genetického zisku dosaženého v rámci hybridizačních šlechtitelských programů u potomstev z kontrolovaného křížení. K obdobným závěrům dochází i SVOLBA (1996), který v produkci udává takto dosažený genetický zisk o ca 20 % vyšší ve srovnání s velmi dobrou kontrolní proveniencí generativního původu, přičemž špičkové klony převýšily kontrolu až o 100 %. Z výsledků domácího výzkumu je možno uvést např. hodnocení růstu řízkovanců v horských extrémních podmínkách (LEUGNER et al. 2009), které potvrzují nadprůměrnou růstovou dynamiku a dobrý zdravotní stav hodnocených řízkovanců ve srovnání s kontrolními jedinci generativního původu. Také v morfologických parametrech a zdravotním stavu směsi klonů zpravidla převyšovaly růst kontrolních generativních sazenic.

Jako jednu z předností autovegetativního množení uvádí např. JURÁSEK (2001) také nezávislost na semenných rocích. Tato metoda umožňuje větší využívání omezených zdrojů reprodukčního materiálu, např. při nedostatečné produkci osiva. K takové situaci dochází v domácích podmínkách např. ve zbytkách autochtonních porostů vysokohorského smrku. Řízkování nebo množení těchto dílčích populací kulturami *in vitro* představují možné způsoby, jak tento problém alespoň částečně řešit.

Často diskutovanou otázkou bývá v této souvislosti srovnatelnost růstových a zdravotních charakteristik sazenic z autovegetativního množení se sazenicemi generativního původu. Současné zkušenosti a výsledky výzkumu realizovaného u různých dřevin v ČR tuto srovnatelnost potvrzují, alespoň do vývojového stadia pozorování (MALÁ et al. 1999, 2010; CHALUPA 2000, 2001; ŠINDELÁŘ 2002; CVRČKOVÁ et al. 2007; FRÝDL et al. 2008; DOSTÁL et al. 2010, 2016). Jak uvádí např. JURÁSEK (2004), nebyly při sledování morfogeneze a kvality kořenových systémů řízkovanců smrku po výsadbě do lesních porostů znamenány problémy. Také MAUER (1993) na základě analýzy smrkových porostů až do věku 25 let uvádí, že se kořenový systém řízkovanců vyvíjí po výsadbě obdobným způsobem jako kořenový systém sadebního materiálu semenného původu. Z jeho poznatků vyplývá, že při dodržování šlechtitelských aspektů a ekologických nároků je možné množít smrk ztepilý řízkováním a řízkovance uplatňovat jako příměs v provozních výsadbách. Tyto poznatky byly potvrzeny i v rámci dalších výzkumných aktivit tohoto autora, realizovaných mj. i v oblasti Krušných hor (MAUER, PALÁTOVÁ 1994, 2004; MAUER et al. 2010).

Podle MAUERA (2013) je při pěstování řízkovanců zásadní otázkou zajištění úspěšné ujímavosti a dobrého zakořeňování řízků. Proto je vedle obvyklé péče o zařízkovaný materiál (složení sadebního substrátu, optimální zvlhčení, ochrana před extrémními klimatickými podmínkami apod.) věnována velká pozornost i volbě a aplikacím vhodných stimulatorů růstu. Složení a způsobům jejich aplikace se věnovali např. MICHNIEWICZ (1969) či LIPECKI a DENNIS (1970). Hlavní efekt používání stimulatorů růstu spočívá zejména ve výrazném množství zakořeňovaných řízků a téměř vždy ve zkvalitnění kořenového systému pěstovaných sazenic (DEUBER, FARRAR 1940; LARSEN 1946; KLEINSCHMIT et al. 1973; BENTZER 1981; PAULE, ŠKOLEK 1983; MEDEDOVIČ 1987 a další.). Jak zmiňují např. CHMELÍKOVÁ a CUDLÍN (1990) nebo REPÁČ (2005), zvýšení zakořeňovací schopnosti řízků smrku ztepilého a následně zvýšení tvorby biomasy je možné také vegetativní inokulací symbiotických (ektomykorhizních) hub do zakořeňovacího substrátu.

Na úspěšnosti řízkování se podílí působení vnitřních i vnějších faktorů (ZAVADIL 1979; KADLUS, DOHNAL 1985; JURÁSEK, MARTINCOVÁ 2004 aj.). Vnitřní faktory zahrnují zakořeňovací schopnost řízků, místo jejich odběru v koruně stromu a věk jedinců v matečnici, resp. směsi klonů. Vyšší zakořeňovací schopnost mají řízky odebrané z mladších jedinců a v dolní části koruny, u nichž však podle některých autorů (např. MÁCHA 2012) může docházet k větvevnatému růstu. U řízků odebraných z horní části koruny je růst většinou normální. K vnějším faktorům patří teplota, vlhkost vzduchu a kvalita substrátu. Vhodná doba k odběru řízků pro autovegetativní množení je leden až únor.

Jedním ze způsobů jak eliminovat vliv starších mateřských jedinců na kvalitu pěstovaných řízkovanců je využívání sériových způsobů množení. Rejuvenilizace je dosahována roubováním (FRÖHLICH 1961), příp. mikroroubováním (EWALD, SCHACHLER 1990; EWALD et al. 1991). Při mikroroubování smrku v porovnání např. s modřínem opadavým však nebývá úspěšnost nijak výrazná (EWALD et al. 1991). Při rejuvenilizaci mateřských jedinců proto mnozí autoři doporučují využívání systémů opatření, které kombinují způsoby množení roubováním i řízkováním (DORMLING, KELLERSTAM 1981; BOURIQUET et al. 1985; MATSCHKE et al. 1991). Dalším vhodným způsobem je aplikace rostlinných hormonů (cytokininů) na ortety, čímž je možné docílit částečné rejuvenilizace smrkových klonů s efektem redukce kvetení a zvýšenou zakořeňovací schopností (BOURIQUET et al. 1985; MATSCHKE et al. 1991). Dále bylo ověřeno, že externí aplikací o-vanilinu lze dosáhnout určité rejuvenilizace prýtů, jež je možné k řízkování použít (EWALD, SCHACHLER 1990). Sériové způsoby vegetativního množení využívané ve šlechtění lesních dřevin a aplikování metod klonového lesnictví mohou tedy efekt staršího věku ortet výrazně eliminovat (ST. CLAIR et al. 1985; DEKKER-ROBERTSON, KLEINSCHMIT 1991).

Samotný proces pěstování sazenic z řízků je poměrně pracný (ZAVADIL 1979; ŠINDELÁŘ 1982; JURÁSEK, MARTINCOVÁ 2004). Náročná pracovní technologie vyžadují nákladné vybavení, jako např. skleníky se zajištěným vytápěním, pravidelnou závlahu pěstovaného materiálu, ale i značný podíl lidské práce apod. Náklady na vypěstování výsadbschopného materiálu tak mohou i několikanásobně překročit náklady na produkci sadebního materiálu generativního původu. Pro eliminaci rizika zúžení genetické variability je přitom třeba počítat s vyššími počty klonů, z nichž jsou řízkovanci pěstováni. Jako optimální se z tohoto důvodu doporučuje počet 500–1000 klonů. V dostupné odborné literatuře (PAULE 1987; ŠINDELÁŘ 1987) se nicméně uvádí, že má-li být s využitím autovegetativních způsobů množení založen nový porost geneticky víceméně totožný s mateřským, mělo by být využito 100–500 klonů, přičemž by měl být od každého klonu pěstován stejný počet jedinců, klony by měly být po ploše náhodně rozmístěny a plocha výsadby by měla být dostatečně velká (alespoň 2–3 ha). V případech, kdy se nepodaří dodržet doporučenou plochu výsadby, se navrhuje využít menší plochy jako matečnice (směsi klonů) pro odběry sekundárních řízků (ŠINDELÁŘ 1987). Pokud se však jedná o záchranu jedinců nebo menších skupin, nezbyvá než odebrat řízků pro reprodukci i z nižšího počtu stromů (VOLNÁ 1987).

V rámci využívání autovegetativních způsobů reprodukce je třeba s ohledem na vyšší nákladovost prací postupovat prioritně podle konkrétních specifických programů postavených na geneticko-šlechtitelských základech (ŠINDELÁŘ 1982; HYNEK, FRÝDL 1988; FRÝDL et al. 2011a, 2011b; PEXÍDR et al. 2018 aj.).

### Roubování

Roubování představuje další vegetativní způsob množení smrku. Výzkumu a ověřování této reprodukční technologie se věnovala řada autorů, mj. v souvislosti s řešením problematiky zakládání semených sadů (např. ZAVADIL 1969, 1982; MENTLÍK 1986; BÄRTELS 1988; WALTER 1997; KAŇÁK et al. 2008; MÁCHA 2012 aj.). Jak uvádějí např. ŠEBÁNEK (2008) nebo MÁCHA (2012), patří druhy rodu *Picea* mezi dřeviny, které ve vyšším věku tvoří nové kořeny na svých nadzemních částech již obtížněji. V těchto případech jsou využívány nepřímé způsoby vegetativního množení, mezi které patří i množení roubováním. Tento způsob obecně spočívá v přenesení části rostliny na jinou, která je dobře množitelná, má vhodné ekologické nároky na dané stanoviště a dobrou afinitu s množnou rostlinou. Pro podnože by se měly vybírat varianty smrku s předpokladem dobré snášenlivosti s místními podmínkami stanovišť, v nichž budou roubovanci pěstováni. Jako další žádoucí charakteristiky je třeba uvést např. velikost kořenového systému (MAUER 2013 aj.). Pro roubování se používají různé varianty provedení, např. metoda postranního plátování, roubování za kůru, do rozštěpu aj. (MENTLÍK 1986; WALTER 1997; MÁCHA 2012).

### Mikropropagace smrku ztepilého somatickou embryogenezi

V současné době je možno využít i technologii množení smrku somatickou embryogenezi (např. MALÁ, ŠÍMA 2004; CVRČKOVÁ et al. 2009; GEMPERLOVÁ et al. 2009; MALÁ et al. 2009, 2010, 2012; VONDRÁKOVÁ et al. 2015a, 2015b). Podle uvedených autorů je mikropropagace, resp. množení v kulturách *in vitro*, podmíněna vypracováním vhodných postupů umožňujících navodit v primárním explantátu tvorbu a růst orgánů s následnou regenerací v kompletní rostliny (organogeneze), nebo vytvoření embryí ze somatických buněk a jejich další vývoj v životaschopné rostliny (somatická embryogeneze). Organogeneze se zatím ukazuje jako nejspěšnější mikropropagační metoda pro množení listnatých dřevin. U jehličnanů se využívá metoda somatické embryogeneze, která byla popsána např. u smrku ztepilého (*Picea abies*), smrku sivého (*P. glauca*), různých druhů borovic (*Pinus* spp.), douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii*), modřinu opadavého (*Larix decidua*) a sekvoje vždyzelené (*Sequoia sempervirens*) (MALÁ 2014). Pro mikro-

propagaci jehličnanů se tato metoda ukazuje podle MALÉ (2014) jako velmi perspektivní, i když ne ve všech případech.

## GENERATIVNÍ ZPŮSOBY MNOŽENÍ SMRKU ZTEPILÉHO

Generativní množení je i u smrku ztepilého obecně nejjednodušší a relativně produkčně nejvýhodnější způsob reprodukce. Využívá se např. při jeho masové produkci, ať již jde o školkařskou výrobu sadebního materiálu pro obnovu lesa nebo pro jiné účely, např. pěstování pro vánoční stromky apod. (MÁCHA 2012). Generativní množení spočívá v oplodnění, při němž uvnitř vajíčka splynou samčí a samičí pohlavní buňky. Z oplodněného vajíčka se vyvíjí embryo, budoucí klíčící rostlina. U dřevin se zpravidla klíčící semeno vyvíjí pouze po oplodnění (WALTER 1997). Pro generativně množené dřeviny jsou genetické vlastnosti výchozího materiálu rozhodující. Proto je velice důležité dbát na původ a kvalitu osiva. Z kvalitního výsevu je možné získat zdravé rostliny s přirozenou odolností proti nepříznivým vnějším vlivům (MENTLÍK 1986).

Generativní množení lesních dřevin, včetně smrku ztepilého, spočívá v produkci ze sjeze vzešlých semenáčků a následném vypěstování výsadbschopných sazenic. Jednotlivé fáze pěstování sazenic smrku je možno rozdělit do několika hlavních etap. Po zhruba 1 roce až 2 letech je třeba pěstované semenáčky v lesní školce vyzvednout a zaškolkovat ve větším sponu. Školkování se v případě smrku realizuje prioritně v létě (letní školkování), kdy tento postup nesnižuje přírůst a šetří kapacity v lesních školkách v jarním období (MAUER 2013). Optimální termín pro letní školkování smrku představuje podle tohoto autora období od poloviny srpna do poloviny září, protože později již nemusí sazenice stihnout do zimy plně zakořenit a může u nich docházet k tzv. vymrzání a fyziologickému výsušku.

Vypěstované sazenice jsou k vyzvednutí a následné výsadbě připraveny jako prostokořenné nebo krytokořenné, a to ve věku 3–4 let včetně dvouletého období jejich školkování (1 + 2, resp. 2 + 2). V případě použití sazenic jako tzv. poloodrostků či odrostků může být pro smrk vhodná doba k jejich vyzvedávání a přesazení do obalů charakterizovaná např. vzorcem 1 + 2 + 2 (poloodrostky), resp. 3 + 2 + 2 pro odrostky (MAUER 2013).

Mezi další způsoby generativního množení smrku lze zahrnout vyzvedávání a další pěstování semenáčků z přirozené obnovy v lesních porostech. Tato metoda je známa jako pěstování prostokořenných sazenic zakořeňováním (MAUER 2013). Mimo pěstování semenáčků v otevřeném prostředí na záhonech se pro tyto účely v určitých případech využívají i fóliovníky a skleníky.

## PŘÍKLAD VÝZKUMNÉHO PROJEKTU ORIENTOVANÉHO NA VYUŽITÍ VEGETATIVNÍCH METOD MNOŽENÍ SMRKU PŘI ZÁCHRANĚ A ZACHOVÁNÍ JEHO SPECIFICKÝCH FOREM V KRUŠNÝCH HORÁCH

Vegetativní metody množení smrku byly nově modifikovány (PEXÍDR et al. 2018) v rámci řešení výzkumného projektu MZe NAZV č. QJ1520300 „Využití vegetativních variant rezistentního krušnohorského smrku při obnově lesa v Krušných horách“.

Projekt byl zaměřen na problematiku záchranu a reprodukce unikátních autochtonních genetických zdrojů smrku ztepilého krušnohorského původu, které nejdéle odolávaly destruktivnímu vlivu imisí, a které se podařilo zachovat v podmínkách *ex situ* na lokalitách ve středních Čechách. Tito jedinci smrku kromě tolerance k imisím splňovali i lesnická hospodářská kritéria a byli podle tehdejších pravidel

uznání jako výběrové, případně s nižšími nároky jako tzv. šlechtitelské stromy. K uvedeným stromům byly zjištěny dendrometrické a další evidenční údaje a byly z nich odebrány rouby, ze kterých byly v PLO 10 – Středočeská pahorkatina, kde nehrozilo poškození, založeny klonové archivy *ex situ*. Tyto zdroje jsou po odeznění imisní kalamity stále připraveny naplnit původní účel jejich založení, tj. umožnit návrat (repatriaci) části zachovaného genofondu krušnohorského smrku zpět do oblasti původního výskytu.

Jedním z cílů projektu bylo posoudit možnost budoucího využívání zachovaných vegetativních variant při obnově porostů v Krušných horách prostřednictvím založení výzkumných a provozních objektů několika typů (ověřovací výsadby řízkovanců *in situ*, semenné sady *in situ* a *ex situ*, směsi klonů *in situ* a *ex situ*). Na plnění tohoto cíle spolupracovali s Výzkumným ústavem lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i. (útvary biologie a šlechtění lesních dřevin) tři lokální vlastníci a správci městských lesů v regionu Krušných hor (Městské lesy Chomutov, p. o., Lesy Jáchymov, s. r. o., Lesy Města Jirkova, p. o.) a školkařské pracoviště (PEXÍDR, s. r. o.). Do projektu byl dále jako uživatel zapojen Městský úřad Klášterec nad Ohří. Na ověřovacích výsadbách by se mělo v dalším období provádět průběžné hodnocení ujmavosti a růstových charakteristik vysazených řízkovanců. Využití založených semenných sadů a směsí klonů bude spočívat v produkci generativních a vegetativních variant rezistentních forem krušnohorského smrku.

V prvním roce řešení projektu byla v klonové sbírce *ex situ* na lokalitě Jíloviště, Cukrák (Ing. Filip Tobolka, Klínek 240) provedena selekce 24 uznaných klonů krušnohorského smrku. V návaznosti na selekci klonů byl uskutečněn první odběr řízků a roubů. S ohledem na horší ujmavost řízků získaných ze starších stromů však bylo nutno odběry zopakovat i v dalších třech letech řešení projektu. Další odběry byly úmyslně realizovány v různých termínech (předjarní, letní), řízků byly odebírány z různých částí stromů (spodní, střední a vrcholová část).

Podle metodického plánu projektu na pracovišti společnosti PEXÍDR, s. r. o., dále navazovala výroba řízkovanců a roubovanců a jejich následné pěstování, přičemž byly aplikovány novelizované postupy autovegetativního množení vyvinuté na pracovišti tohoto školkařského zařízení.

Podle plánu projektu byly v období 2017–2018 v Krušných horách na lokalitách spravovaných spoluřešiteli projektu založeny tři ověřovací plochy *in situ*. Dalším výstupem bylo založení dvou semenných sadů a dvou směsí klonů v podmínkách *in situ* a *ex situ*. Sadební materiál (řízkovanci a roubovanci) pro založení uvedených objektů byl vypěstován ve školkařském zařízení PEXÍDR, s. r. o. Vzhledem k nižšímu disponibilnímu počtu řízkovanců byli k výsadbě klonových směsí namísto původně plánovaných řízkovanců použiti roubovanci. Toto řešení lze při odběrech ze starších donorových jedinců v obdobných případech využít i vzhledem k tomu, že u smrku ztepilého, stejně jako u jiných dřevin, nebyl prokázán genetický vliv podnože na roub (ZAVADIL 1982; ŠEBÁNEK 2008; MÁCHA 2012 aj.).

Na základě výsledků zdokonalených metod pěstování řízkovanců z materiálu odebíraného ze starších donorových jedinců smrku by však v budoucnu toto řešení nemělo být nutné. V návaznosti na modifikované metody řízkování starších jedinců (PEXÍDR et al. 2018) bude možno věnovat ve větší míře a s větší efektivitou pozornost např. realizaci programů na záchranu a zachování genových zdrojů smrku, včetně aplikačních výstupů šlechtitelských programů a projektů (provenienční výzkum, hybridizační projekty apod.).

## POSOUZENÍ NÁKLADŮ NA PĚSTOVÁNÍ VEGETATIVNÍHO A GENERATIVNÍHO SADEBNÍHO MATERIÁLU A NÁKLADŮ NA PĚSTEBNÍ OPATŘENÍ PO JEJICH VÝSADBĚ

Při praktické realizaci programu na záchranu, zachování a reprodukci genetických zdrojů smrku je důležité znát výši ekonomických nákladů potřebných na vypěstování řízkovanců ve srovnání s běžnými sazenicemi generativního původu. Jedním ze způsobů, jak uvedené náklady kvantifikovat a vyhodnocovat může být účelově zaměřený dotazníkový průzkum u zástupců vybraných školkařských zařízení, která se pěstováním vegetativního a generativního sadebního materiálu zabývají. Druhou oslovenou skupinou by měli být zástupci lesnické praxe, kteří při obnově lesa sadební materiál vegetativního a generativního původu využívají. Tento postup byl zvolen v rámci projektu GS LČR č. 9/2008 „Ověření geneticky podmíněných charakteristik výsadeb vegetativních potomstev rezistentních variant smrku ztepilého vegetativního původu na vybraných lokalitách Krušných hor“, řešeného v období 2008–2011 (FRÝDL et al. 2011a, 2011b). Ze souhrnu takto získaných informací od zástupců čtyř LHC v oblasti Krušných hor obhospodařovaných Lesy České republiky, s. p., bylo možno v daném případě vyvodit, že náklady na výrobu jedné sazenice vegetativního původu představovaly v době dotazníkového šetření ca 14 Kč, zatímco náklady na výrobu jedné sazenice generativního původu ca 5 Kč, tj. rozdíl 9 Kč. Tyto informace víceméně korespondují i s dříve publikovanými údaji, že pěstování vegetativně množného materiálu bývá několikanásobně (ŠINDELÁŘ 1982), resp. 1,5–3× (RADOSTA 1987) dražší ve srovnání s generativním množením, a to v závislosti na použité technologii řízkování. Cílem dotazníkového šetření (FRÝDL et al. 2011a, 2011b) bylo také získat dostupné informace o nákladech na následnou pěstební péči o oba typy výsadeb do určitého růstového období, minimálně do stadia zajištěné kultury (věk 7 let). I v tomto případě vykazaly výsledky průzkumu vyšší náklady na následná pěstební opatření a péči o vysazený materiál vegetativního původu (39 Kč) ve srovnání s náklady na péči o generativní výsadby (20 Kč). Rozdíl obou druhů nákladů představoval 19 Kč. Celkový rozdíl v nákladech na vypěstování a udržení jedince vegetativního vs. generativního původu tak představoval  $9 + 19 = 28$  Kč. V současné době činí náklady na vypěstování jedné sazenice při generativním množení 7 Kč a při vegetativním množení 21,30 Kč. Nárůst cen oproti údajům uváděným výše souvisí s celkovým nárůstem vstupních cen energií, mezd atd. (PEXÍDR et al. 2018).

V úvahu je třeba vzít i další efekty využívání autovegetativních způsobů reprodukce lesních dřevin, v uvedeném případě stresolerantních variant krušnohorského smrku, tj. např. hodnotu „zachráněných“ částí ohrožených zdrojů, kterou je obtížné charakterizovat finančně, neboť předpokládaný pozitivní společenský potenciál není možné z hlediska budoucích potřeb adekvátně vyčíslit (FRÝDL et al. 2011a, 2011b; PEXÍDR et al. 2018).

## SOUHRN A ZÁVĚR

Modifikované vegetativní metody množení představují vhodný nástroj např. k realizaci šlechtitelských programů zaměřených na záchranu a zachování dílčích populací specifických forem smrku, které se v místech svého původního výskytu již často nevyskytují (např. šumavský a krkonošský smrk), nebo jsou zastoupeny již pouze ve zbytkách mnohdy přestárých porostních skupin. Při realizaci těchto programů by měly být využívány ověřené technologie vegetativního množení přeživších smrků, resp. jejich zachovaných klonových variant za účelem založení směsí klonů a semenných sadů určených k produkci vegetativního a generativního reprodukčního materiálu vyselektovaných odolných genotypů vhodných pro kontrolovaný návrat jejich

směsí do lesních porostů. Dalšími šlechtitelskými programy, při jejichž realizaci je možno vegetativní metody množení využít, mohou být např. aplikační fáze starších výzkumných projektů orientovaných na zvýšení produkce kmenové biomasy prostřednictvím hromadné a individuální selekce, kdy jedinci pozitivně ověřených dílčích populací již dosáhli na výzkumných plochách vyššího věku.

Přesto, že z hlediska ekonomických nákladů na vypěstování výsadby schopného sadebního materiálu vegetativního a generativního původu je produkce vegetativně množných variant nákladnější, je třeba vzít v úvahu i další efekty využívání vegetativních a zejména autovegetativních způsobů reprodukce lesních dřevin, v daném případě dílčích populací a ekotypů specifických forem smrku. Ekonomické vyčíslení pozitivních efektů je velmi obtížné a má spíše hypotetickou povahu. Významný je rovněž další efekt, který představuje hodnota uvedeným způsobem zachovaných částí ohrožených zdrojů.

V nejbližším období je třeba pokračovat v dalších experimentech zaměřených na inovace vegetativních postupů množení smrku ztepilého, které by měly být soustředěny např. na vývoj a ověřování nových způsobů odběru řízků ze starších zdrojových jedinců i další manipulace s odebraným vegetativním materiálem. Předmětem zkoumání by mělo být i pokračování vývoje a testování stimulatorů růstu a úprav jejich dávkování.

#### Poděkování:

Práce byla finančně podpořena z poskytnuté institucionální podpory na dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumné organizace MZe ČR MZE-RO0118 a výzkumného projektu NAZV č. QJ1520300 „Využití vegetativních variant rezistentního krušnohorského smrku při obnově lesa v Krušných horách“ (2015–2018).

Autoři děkují Johnovi Framptonovi (Professor and Leader, Department of Forestry & Environmental Resources, North Carolina State University, Raleigh, NC 27695-8008, USA) za jazykovou revizi anglického abstraktu a souhrnu.

## LITERATURA

- BARDZAJN W. 2007. Vegetative propagation. In: Tjoelker, M.G. et al. (eds.): *Biology and ecology of Norway spruce*. Dordrecht, Springer: 107–114.
- BÄRTELS A. 1988. *Rozmnožování dřevin*. Praha, SZN: 451 s.
- BENTZER B. 1981. Large scale propagation of Norway spruce (*Picea abies* (L.) KARST.) by cuttings. In: *Symposium on clonal forestry*. April 8–9, 1981. Uppsala, Swedish University of Agricultural Sciences: 33–42. Research Notes, 32.
- BOURIQUET R., TSOĞAS M., BLASELLE A. 1985. Essais de rajeunissement de *lepeicea* par les cytokinines. *Annales des recherches sylvicoles AFOCEL*: 173–185.
- BRUDÍK B. 1956. Úspěšné zakořeňování řízků rostlin pomocí stimulatorů. *Ovocnářství a zelinářství*, 4 (7): 205–206.
- CVRČKOVÁ H., MALÁ J., MÁCHOVÁ P., NOVOTNÝ P. 2007. Růst a vývoj výpěstků *in vitro* třešně ptačí (*Prunus avium* /L./ L.) a dubu letního (*Quercus robur* L.) na demonstračních plochách. *Zprávy lesnického výzkumu*, 52 (2): 123–131.
- CVRČKOVÁ H., MALÁ J., MÁCHOVÁ P., CVIKROVÁ, M. 2009. Vývoj somatických embryí chlumního ekotypu smrku ztepilého v souvislosti se změnami endogenního obsahu spermidinu, putrescinu a sperminu. *Zprávy lesnického výzkumu*, 54 (3): 213–217.
- DEKKER-ROBERTSON D.L., KLEINSCHMIT J. 1991. Serial propagation in Norway spruce (*Picea abies* /L./ KARST.): results from later propagation cycles. *Silvae Genetica*, 40 (5–6): 202–214.
- DEUBER C.G., FARRAR J.L. 1940. Vegetative propagation of Norway spruce. *Journal of Forestry*, 38: 578–585.
- DORMLING I., KELLERSTAM H. 1981. Rooting and rejuvenation in propagating old Norway spruce by cuttings. In: *Symposium on clonal forestry*. April 8–9, 1981. Uppsala, Swedish University of Agricultural Sciences: 65–72. Research Notes, 32.
- DOSTÁL J., NOVOTNÝ P., CVRČKOVÁ H. 2010. Růst a vývoj výpěstků *in vitro* jilmu habrolistého (*Ulmus minor*) na demonstrační ploše „Polná“ ve srovnání se sazenicemi generativního původu. *Zprávy lesnického výzkumu*, 55 (2): 115–120.
- DOSTÁL J., NOVOTNÝ P., ČÁP J. 2016. Comparison of growth development of micropropagated and generatively reproduced wild cherry (*Prunus avium* /L./ L.) on the Polná demonstration plot (Czech Republic) up to the age of 15 years. *Journal of Forest Science*, 62 (5): 204–210.
- DOSTÁL J., NOVOTNÝ P., FRÝDL J., ČÁP J., BURIÁNEK V. 2018. Porovnání výsadeb řízkovanců rezistentního krušnohorského smrku a výsadeb generativního původu. *Zprávy lesnického výzkumu*, 63 (2): 82–91.
- EWALD D., SCHACHLER G. 1990. Bessere Bewurzelung bei der Stecklingsvermehrung adulter Fichtenklone. *Allgemeine Forst Zeitschrift für Wald und Forstwirtschaft*, 37–38: 961–963.
- EWALD D., PUTENIKHIN V., MATSCHKE J. 1991. Mikropropfung adulter Koniferen. *Allgemeine Forstzeitung*, 17: 878–880.
- FRÖHLICH H.J. 1961. Untersuchungen über das physiologische und morphologische Verhalten von Vegetativvermehrungen verschiedener Laub- und Nadelbaumarten. *Allgemeine Forst- und Jagdzeitung*, 132: 39–58.
- FRÝDL J., NOVOTNÝ P., ČÁP J., KAŇÁK J. 2008. Metodické postupy využívání způsobů autovegetativního množení ve šlechtění lesních dřevin. *Recenzovaná metodika*. Strnady, VÚLHM: 33 s. *Lesnický průvodce 7/2008*.
- FRÝDL J., NOVOTNÝ P., IVANEK O., BURIÁNEK V. 2011a. Ověření geneticky podmíněných charakteristik výsadeb vegetativních potomstev rezistentních variant smrku ztepilého vegetativního původu na vybraných lokalitách Krušných hor. *Závěrečná technická zpráva projektu GS LČR 9/2008*. Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti: 63 s.
- FRÝDL J., NOVOTNÝ P., IVANEK O., BURIÁNEK V., ČÁP J. 2011b. Možnosti pěstebnímu využití vegetativně udržovaných variant rezistentního krušnohorského smrku. *Certifikovaná metodika*. Strnady, VÚLHM: 42 s. *Lesnický průvodce 7/2011*.
- GEMPERLOVÁ L., FISCHEROVÁ L., CVIKROVÁ M., MALÁ J., VONDRÁKOVÁ Z., MARTINCOVÁ O., VÁGNER M. 2009. Polyamine profiles and biosynthesis in somatic embryo development and comparison of germinating somatic and zygotic embryos of Norway spruce. *Tree Physiology*, 29 (10): 1287–1298.
- HARTIG M. 1986. Praktische Erfahrungen bei der autovegetativen Anzucht von Fichten. *Sozialistische Forstwirtschaft*, 36 (6): 177–181.
- HYNEK V., FRÝDL J. 1988. Šlechtitelská opatření k záchraně a reprodukci genofondu smrku ztepilého v Krušných horách. *Lesnická práce*, 67 (8): 350–356.
- CHALUPA V. 2000. Růst lesních stromů vypěstovaných *in vitro* z orgánových kultur a ze somatických embryí. *Lesnická práce*, 79 (11): 498–501.

- CHALUPA V. 2001. Rozmnožování lesních dřevin metodami *in vitro*. In: Nové poznatky z fyziologie a ekologie lesních dřevin. Sborník ze semináře. Praha, AV ČR: 3 s.
- CHMELÍKOVÁ E., CUDLÍN P. 1990. Stimulace zakořeňování smrku ztepilého (*Picea abies* /L./ Karst.) pomocí ektomykorhizních hub. Lesnictví, 36 (12): 985–992.
- IVANEK O., NOVOTNÝ P., FRÝDL J. 2010. Metodika zakládání semenných sadů 1,5. generace. Certifikovaná metodika. Strnady, VÚLHM: 29 s. Lesnický průvodce 7/2010.
- JURÁSEK A. 2001. Pěstební postupy pro získání výsadbyschopných řízkovanců buku a dubu. Jíloviště-Strnady, VÚLHM: 30 s. Lesnický průvodce 1/2001.
- JURÁSEK A. 2004. Kořenový systém vegetativně množených lesních dřevin. In: Kořenový systém – základ stromu. Sborník referátů z konference. Křtiny, 25. 8. 2004. Brno, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita: 137–149.
- JURÁSEK A., MARTINCOVÁ J. 2004. Pěstební postupy pro získání výsadby schopných řízkovanců smrku ztepilého. Recenzovaná metodika. Strnady, VÚLHM: 24 s. Lesnický průvodce 1/2004.
- KADLUS Z., DOHNAL L. 1985. Aktuality v pěstování a ochraně lesů. Praha, SZN: 136 s.
- KAŇÁK J., FRÝDL J., NOVOTNÝ P., ČÁP J. 2008. Metodika zakládání semenných sadů. Recenzovaná metodika. Strnady, VÚLHM: 24 s. Lesnický průvodce 9/2008.
- KLEINSCHMIT J. 1972a. Einfluss von Bodenheizung und Stecksubstrat auf die Bewurzelung von Fichten- und Douglasienstecklingen. Forstarchiv, 43 (12): 250–255.
- KLEINSCHMIT J. 1972b. Möglichkeiten der Stecklingsvermehrung bei Nadelbaumarten. Forstpflanzen Forstsaamen, 12: 1–7.
- KLEINSCHMIT J., MULLER W., SCHMIDT J., RACZ J. 1973. Entwicklung der Stecklingvermehrung von Fichte (*Picea abies* Karst.) zur Praxisreife. *Silvae Genetica*, 22 (1–2): 4–13.
- KOBENDZA R. 1922. O wegetatywnym rozmnażaniu swierka (*Picea excelsa*) w Puszczy Białowieskiej. Białowieża, 2: 1–33.
- KOČIOVÁ M. 1982. Výsledky prevádzkového vegetatívneho množenia v SSR. In: Výroba sadebního materiálu vegetativním způsobem. Sborník ze semináře. Brno, 3.–4. 6. 1982. Brno, VŠZ: 61–70.
- KURDIANI S.Z. 1908. O sravniteľnej sposobnosti našich lesnych derevjev k jestestvennomu rozmnoženiu pri pomošči čerenkov. Lesnoj Žurnal, 38 (3): 306–315.
- LARSEN C.M. 1946. Experiments with soft-wood cuttings of forest trees. Forstlige Forsøgsvæsen Danmark, 17 (2): 289–443.
- LEPISTÖ M. 1974. Successful propagation by cuttings of *Picea abies* in Finland. New Zealand Journal of Forestry Science, 4: 367–370.
- LEUGNER J., JURÁSEK A., MARTINCOVÁ J. 2009. Možnosti využití vegetativního množení smrku ztepilého řízkováním při pěstování sadebního materiálu pro extrémní obnovní stanoviště. In: Sušková, M., Debnarová, G. (ed.): Aktuální problémy lesného školárstva, semenárstva a umelý obnovy lesa 2009. Sborník příspěvků z mezinárodního semináře. Liptovský Ján, 10.–11. 6. 2009. Zvolen, Národné lesnícke centrum: 83–89.
- LEUGNER J. 2010. Možnosti využití smrku ztepilého (*Picea abies* (L.) Karst.) se zvýšenou odolností ke stresům v extrémních horských polohách. Dizertační práce. Praha, FLD ČZU v Praze: 83 s.
- LINDGREN D. 2008. A way to utilise the advantages of clonal forestry for Norway spruce? In: Vegetative propagation of conifers for enhancing landscaping and tree breeding. Proceedings of the Nordic meeting held in September 10th–11th 2008 at Punkaharju, Finland. Working Papers of the Finnish Forest Research Institute, 114: 8–15.
- LIPECKI J., DENNIS F. 1970. Kofaktory ukorzenia sie sadzonek. Wiadomości Botaniczne, 14 (2): 141–147.
- MÁCHA J. 2012. Problematika rozmnožování jehličnatých dřevin. Bakalářská práce. Lednice, Mendelova univerzita v Brně: 42 s.
- MALÁ J., CVRČKOVÁ H., MÁCHOVÁ P., ŠÍMA P. 1999. Využití mikropropagace při záchraně cenných populací ušlechtilých listnatých lesních dřevin. Zprávy lesnického výzkumu, 44 (4): 6–11.
- MALÁ J., ŠÍMA P. 2004. Lesní šlechtitelství na začátku 21. století. Živa, 53/91 (6): 242–244.
- MALÁ J., CVIKROVÁ M., MÁCHOVÁ P., MARTINCOVÁ O. 2009. Polyamines during somatic embryo development in Norway spruce (*Picea abies* [L.]). Journal of Forest Science, 55 (2): 75–80.
- MALÁ J., CVIKROVÁ M., CVRČKOVÁ H., MÁCHOVÁ P. 2010. Využití somatické embryogeneze pro reprodukci cenných genotypů smrku ztepilého (*Picea abies* /L./ Karst.). Certifikovaná metodika. Strnady, VÚLHM: 15 s. Lesnický průvodce 6/2010.
- MALÁ J., CVIKROVÁ M., MÁCHOVÁ P., GEMPERLOVÁ L. 2012. Role of polyamines in efficiency of Norway spruce (hurst ecotype) somatic embryogenesis. In: Sato, K. (ed.): Embryogenesis. Rijeka, Intech: 373–386.
- MALÁ J. 2014. Mikropropagační technologie a Národní banka explantátů lesních dřevin. In: Národní program ochrany a reprodukce genofondu lesních dřevin na období 2014–2018. Praha, Ústav zemědělské ekonomiky a informací: Příloha 3 s. [cit. 2019-12-17] Dostupné na/Available on: [http://www.vulhm.cz/sites/files/Informatika/Narodni\\_program/prednaska\\_NP\\_2014\\_J\\_Mala.pdf](http://www.vulhm.cz/sites/files/Informatika/Narodni_program/prednaska_NP_2014_J_Mala.pdf)
- MATSCHKE J., SCHACHLER G., NÖHRING E. 1991. Ein Beitrag zur Rejuvenilisierung bei *Picea abies*. Die Holzzucht, 45 (1–2): 1–5.
- MAUER O. 1993. Vývoj kořenového systému řízkovanců a přirozeně zmlazeného smrku obecného (*Picea abies* /L./ Karst.) do třiceti let věku porostů. Habilitační práce. Brno, VŠZ: 150 s.
- MAUER O., PALÁTOVÁ E. 1994. Vývoj kořenového systému řízkovanců smrku obecného (*Picea abies* (L.) Karst.) do dvaceti let po výsadbě. Lesnictví-Forestry, 40: 298–306.
- MAUER O., PALÁTOVÁ E. 2004. Deformace kořenového systému a stabilita lesních porostů. In: Možnosti použití sadebního materiálu z intenzivních školkařských technologií pro obnovu lesa. Sborník z mezinárodního semináře, Opočno 3.–4. 6. 2004. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce: 22–26.
- MAUER O., PALÁTOVÁ E., RYCHNOVSKÁ A., MAUEROVÁ P. 2010. Vývin a zdravotní stav kořenového systému vegetativně množených rezistentních stromů smrku ztepilého (*Picea abies* /L./ Karst.) v imisní oblasti Krušných hor. Závěrečná zpráva. Brno, MENDELU, LDF: 29 s.
- MAUER O. 2013. Pěstování sadebního materiálu. Učební text. Brno, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně: 204 s.
- MAULEOVÁ M., VÍTÁMVÁS J. 2007. Differential success of somatic embryogenesis in random gene pool of Norway spruce. Journal of Forest Science, 53 (2): 74–87.
- MEDEDOVIČ S. 1987. Ožiljavanje reznica smrče u cilju razvijanja tehnologije masovne proizvodnje sadnica. Šumarstvo i Prerada Drveta, 41 (1–3): 27–33.
- MENTLÍK V. 1986. Jehličnany v zahradě a alpinu. Praha, SZN: 315 s.

- MICHNIEWICZ M. 1969. Znaczenie endogennych, fizjologicznie czynnych substancji w procesie ukorzenienia. Postępy Nauk Rolniczych, 116 (2): 3–16.
- PAULE L., ŠKOLEK J. 1983. Príspevok k autovegetativnemu rozmnožovaniu hlavných lesných drevín. Acta Facultatis Forestalis Zvolen, 25: 77–88.
- PAULE L. 1987. Úloha vegetatívneho rozmnožovania pri záchrane genofondu a v šľachtení lesných drevín. Lesnictví, 33 (6): 491–500.
- PEXÍDR J., PEXÍDR M., FRÝDL J., NOVOTNÝ P., CAFOUŘEK K. 2018. Metodické postupy vegetativního množení starších donorových stromů smrku ztepilého řízkováním a roubováním. Certifikovaná metodika. Strnady, VÚLHM: in press. Lesnický průvodce 13/2018.
- PIFFERLING. 1830. Erfahrungen über die Nachzucht der Fichte durch Steckreiser. In: Wedekind, G.W.von (ed.): Neue Jahrbücher der Forstkunde. Frankfurt am Main, Sauerländer: 54–62.
- RADOSTA P. 1987. Ekonomické a biologické hodnocení dosavadních technologií řízkování smrku ztepilého (*Picea abies* /L./ Karst.). Lesnictví, 33 (6): 541–550.
- REPÁČ I. 2005. Effect of application of vegetative inoculum of the symbiotic fungi to rooting substrate on rooting and biomass formation of Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst.) cuttings. Acta Facultatis Forestalis Zvolen, 47: 221–231.
- ST. CLAIR J.B.S., KLEINSCHMIT J., SVOLBA J. 1985. Juvenility and serial vegetative propagation of Norway spruce (*Picea abies* Karst.) clones. Silvae Genetica, 34 (1): 42–48.
- SVOLBA J. 1996. Zkušenosti s pěstováním sadebního materiálu lesních dřevin vegetativními způsoby v lesním hospodářství Dolního Saska. In: Perspektivy použití vegetativně množenoého sadebního materiálu v podmínkách lesního hospodářství. Sborník referátů z odborného semináře. Brno, 11. 12. 1996. Opočno, Brno; VÚLHM, MZLU: 19–28.
- ŠEBÁNEK J. 2008. Fyziologie vegetativního množení dřevin. Brno, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně: 60 s.
- ŠINDELÁŘ J. 1982. Šlechtitelské programy založené na autovegetativním množení lesních dřevin. In: Výroba sadebního materiálu vegetativním způsobem. Sborník ze semináře. Brno, 3.–4. 6. 1982. Brno, VŠZ: 16–23.
- ŠINDELÁŘ J. 1987. Genetické a šlechtitelské aspekty záchran genofondu ohrožených populací lesních dřevin vegetativním množením. Lesnictví, 33 (6): 485–490.
- ŠINDELÁŘ J. 2002. K problematice autovegetativního množení lesních dřevin z hlediska genetiky a šlechtění – náměty pro lesnickou praxi. Zprávy lesnického výzkumu, 47 (2): 73–76.
- ŠINDELÁŘ J., FRÝDL J. 2002. Příspěvek k problematice využití metod autovegetativní reprodukce řízkováním a kulturami *in vitro* ve šlechtění lesních dřevin (náměty, koncepce, metodické postupy). In: Využívání vegetativně namnoženého reprodukčního materiálu lesních dřevin. Sborník přednášek z celostátního semináře. Olešná, 28.–29. 5. 2002. České Budějovice, INPROF: 43–52.
- ŠINDELÁŘ J. 2004. Výzkumné provenienční a jiné šlechtitelské plochy v lesním hospodářství ČR. Metodické principy zakládání a hodnocení. Jíloviště-Strnady, VÚLHM: 80 s. Lesnický průvodce 2/2004.
- VOLNÁ M. 1987. Vegetativní rozmnožování jako doplňková technologie výroby sadebního materiálu v lesním hospodářství. Lesnictví, 33 (6): 481–482.
- VOLNÁ M., HAUCK O., RYCHNOVSKÁ A. 1990. Jednoduché způsoby zakořeňování smrku ztepilého (*Picea abies* /L./ KARST.). Lesnictví, 36 (7): 553–569.
- VONDRÁKOVÁ Z., ELIÁŠOVÁ K., FISCHEROVÁ L., VÁGNER M. 2015a. Somatická embryogeneze jehličnanů. Praha, Středisko společných činností AV ČR: 20 s.
- VONDRÁKOVÁ Z., ELIÁŠOVÁ K., VÁGNER M., MARTINCOVÁ O., CVIKROVÁ M. 2015b. Exogenous putrescine affects endogenous polyamine levels and the development of *Picea abies* somatic embryos. Plant Growth Regulation, 75: 405–414.
- Vyhlaška č. 139/2004 Sb., kterou se stanoví podrobnosti o přenosu semen a sazenic lesních dřevin, o evidenci o původu reprodukčního materiálu a podrobnosti o obnově lesních porostů a o zalesňování pozemků prohlášených za pozemky určené k plnění funkcí lesa. Sběrka zákonů Česká republika, č. 46: 1955–1963.
- Vyhlaška č. 29/2004 Sb., kterou se provádí zákon č. 149/2003 Sb., o obchodu s reprodukčním materiálem lesních dřevin. Sběrka zákonů Česká republika, č. 9: 467–524 (ve znění pozdějších předpisů).
- WALTER V. 1997. Rozmnožování okrasných stromů a keřů. Praha, Brázda: 310 s.
- WÜEHLISCH G.VON 1984. Propagation of Norway spruce cuttings free of topophysis and cyclophysis effects. Silvae Genetica, 33 (6): 215–219.
- Zákon č. 149/2003 Sb., o uvádění do oběhu reprodukčního materiálu lesních dřevin lesnický významných druhů a umělých kříženců, určeného k obnově lesa a k zalesňování, a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o obchodu s reprodukčním materiálem lesních dřevin). Sběrka zákonů Česká republika, č. 57: 3279–3294 (ve znění pozdějších předpisů).
- Zákon č. 289/1995 Sb., o lesích a o změně a doplnění některých zákonů (lesní zákon). Sběrka zákonů Česká republika, č. 76: 3946–3967 (ve znění pozdějších předpisů).
- ZAVADIL Z. 1969. Metodika zakládání semenných plantáží. Strnady, VÚLHM: 26 s. Lesnický průvodce 1/1969.
- ZAVADIL Z. 1979. Řízkování lesních dřevin. Studijní informace – lesnictví, 1: 53 s.
- ZAVADIL Z. 1982. Semenné plantáže lesních dřevin. Praha, SZN: 144 s.
- ZAVADIL Z. 1985. Záchrana genofondu severočeského smrku z vybraných lokalit Krkonoš. Práce VÚLHM, 66: 191–218.

## TOWARDS UTILIZING VEGETATIVE PROPAGATION TO RECOVER AND PRESERVE SPECIFIC FORMS OF NORWAY SPRUCE: REVIEW

### SUMMARY

The synthesis of important knowledge and actual findings concerning vegetative propagation methods of Norway spruce (*Picea abies* [L.] H. Karst.), this is the aim of presented review. As the part of this review, there is included a comparison of generative and vegetative reproduction methods, regarding their forestry use. The practical focus of the review is primarily oriented on the Czech Republic conditions. The main basis for presented review is the elaboration and updating of methodical procedures for the vegetative propagation of the N. spruce presented and published in the previous and current periods (FRÝDL et al. 2011a, 2011b; PEXÍDR et al. 2018, etc.). For the purposes of the submitted review, three specific methods of vegetative propagation of N. spruce – cutting, grafting and micro-propagation by somatic embryogenesis are mentioned. However, as the main part of the review, the attention is paid primarily to vegetative propagation of N. spruce by cutting and partly also to vegetative propagation by grafting.

Improved vegetative methods of N. spruce propagation present a suitable tool to implement, e.g., breeding programs aimed at the preservation and conservation of sub-populations of the specific N. spruce forms that are no longer often present at their original sites of occurrence (e.g. N. spruce of Šumava Mts. and Krkonoše Mts.), or which are represented there only in the remnants of often heavily overgrown forest stands. Following published experiences and recommendations, just verified vegetative propagation technologies for surviving N. spruce individuals, resp. for their preserved clonal variants, should be used when implementing these breeding programs (ŠINDELÁŘ 1982; HYNEK, FRÝDL 1988; FRÝDL et al. 2011a, 2011b; PEXÍDR et al. 2018, etc.). The aim of these programs should be, for example, the establishment of clonal mixtures and seed orchards destined for production of both vegetative and sexual reproductive material of selected resistant genotypes of N. spruce suitable for controlled returning their mixtures to forest stands. In case of other breeding programs, where utilization of the presented methodological procedures can be applied, those can be e.g. the application phases of older research projects aimed at increasing the production of stem biomass on the basis of mass and individual selection, when individuals of positively verified sub-populations have already achieved on research trials a higher age.

Although the production of vegetatively propagated variants is more expensive in terms of economic costs of growing planting material, other effects of using vegetative methods of propagation of forest trees, especially propagation by cuttings, are very important in given case of partial populations and selected ecotypes of specific N. spruce forms preservation and conservation. The economic quantification of mentioned positive effects is very difficult and rather hypothetical. Another significant effect is the value of the preserved parts of the endangered resources. This effect is also difficult to be characterized financially because the expected positive social potential cannot be adequately assessed in terms of future needs (FRÝDL et al. 2011a, 2011b; PEXÍDR et al. 2018).

In the near future, updates and innovations of N. spruce vegetative propagation should continue, being focused e.g. on the development and validation of new techniques including the methods of collecting and planting cuttings from older trees, as well as other manipulations with the collected vegetative material. Further research should also focus on developing and testing growth stimulators, adjusting their dosages, and improving the further cultivation techniques for cuttings in nursery facilities.

Zasláno/Received: 17. 12. 2019

Přijato do tisku/Accepted: 07. 01. 2019