

AKTUALIZOVANÉ METODICKÉ POSTUPY VEGETATIVNÍHO MNOŽENÍ SMRKU ZTEPILÉHO PRO ÚČELY REKONSTRUKCÍ STARŠÍCH SEMENNÝCH SADŮ A KLONOVÝCH ARCHIVŮ



Ing. JIŘÍ PEXÍDR
a kol.



1/2024

**Aktualizované metodické postupy
vegetativního množení smrku ztepilého
pro účely rekonstrukcí starších semenných
sadů a klonových archivů**

Certifikovaná metodika

Ing. Jiří Pexídr

Ing. Milan Pexídr

Ing. Josef Cafourek, Ph.D.

Ing. Josef Frýdl, CSc.

Ing. mult. Bc. Petr Novotný, Ph.D.

Lesnický průvodce 1/2024

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

Strnady 136, 252 02 Jíloviště

www.vulhm.cz

Publikace vydané v řadě Lesnický průvodce jsou dostupné v elektronické verzi na:

http://www.vulhm.cz/lesnicky_pruvodce

Vedoucí redaktor: Ing. Jan Řezáč; e-mail: rezac@vulhm.cz

Výkonná redaktorka: Miroslava Valentová; e-mail: valentova@vulhmop.cz

Grafická úprava a zlom: Klára Šimerová; e-mail: simerova@vulhm.cz

ISBN 978-80-7417-271-7

ISSN 0862-7657

UPDATED METHODOLOGICAL PROCEDURES FOR VEGETATIVE PROPAGATION OF NORWAY SPRUCE FOR THE PURPOSES OF RECONSTRUCTION OF OLDER SEED ORCHARDS AND CLONAL ARCHIVES

Abstract

This reviewed and updated methodology for vegetative propagation of older donor Norway spruce trees by cutting and grafting comes from the need to make current methods of Norway spruce vegetative propagation more effective, so that material derived from older source individuals of sub-populations of this tree species can be used. The updated methodology involves using secondary cuttings in the breeding process cycle. These secondary cuttings are more viable because they come from younger grafted plants. Innovative vegetative propagation of selected certified clones of Ore Mountains' Norway spruce were carried out during 2020–2024 as one of the phases of the research project TA ČR SS01020076 „*Preservation of genetic resources of Ore Mountains resistant Norway spruce variants in the context of implementing measures to mitigate drought effects and ongoing environmental changes*”.

Key words: Norway spruce; Ore Mountains; resistant variants; vegetative propagation; cutting; grafting; forest regeneration

Recenzenti: Ing. Vlasta Knorová, DiS., Ministerstvo zemědělství,
Odbor státní správy, hospodářské úpravy a ochrany lesů
Ing. Milan Hrachovina, Lesy České republiky, s. p., LS Klášterec



Foto na obálce:

Vitální sekundární řízkovanci rezistentního krušnohorského smrku ve školce
PEXÍDR, s. r. o. (M. Pexídr, 22. 5. 2024)

Adresy autorů:

Ing. Jiří Pexídr

Ing. Milan Pexídr

PEXÍDR, s. r. o., Rudolfova 1151, 383 01 Prachatice

e-mail: pexidr@jipex.cz

pexidr@atlas.cz

Ing. Josef Cafourek, Ph.D.

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

útvár reprodukčních zdrojů, Na Záhonech 601, 686 04 Kunovice

e-mail: cafourek@vulhmuh.cz

Ing. Josef Frýdl, CSc.

Ing. mult. Bc. Petr Novotný, Ph.D.

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

útvár biologie a šlechtění lesních dřevin, Strnady 136, 156 00 Praha 5 – Zbraslav

e-mail: frydl@vulhm.cz

pnovotny@vulhm.cz

Obsah:

1 ÚVOD A CÍL METODIKY	7
1.1 Autovegetativní množení smrku ztepilého řízkováním	7
1.2 Heterovegetativní množení smrku ztepilého roubováním	10
1.3 Mikropropagace smrku ztepilého somatickou embryogenezí	11
2 VLASTNÍ POPIS METODIKY	12
2.1 Řízkování	12
2.1.1 Termín odběru řízků	12
2.1.2 Uskladnění výchozího materiálu pro přípravu řízků	13
2.1.3 Příprava řízkování	13
2.1.4 Postup řízkování	14
2.1.5 Termín řízkování	15
2.1.6 Použité stimulanty a jejich značení	16
2.1.7 Zavlažování	16
2.1.8 Stínění	16
2.1.9 Hnojení a ochrana proti chorobám a škůdcům	16
2.2 Roubování	18
2.2.1 Příprava podnoží	18
2.2.2 Umístění podnoží a jejich „probouzení“	18
2.2.3 Sběr a umístění roubů	18
2.2.4 Postup roubování	18
2.2.5 Následná péče o roubovance	19
3 SROVNÁNÍ NOVOSTI POSTUPŮ	20
4 POPIS UPLATNĚNÍ METODIKY	21
5 EKONOMICKÉ ASPEKTY	22
6 DEDIKACE	24
7 LITERATURA	24
7.1 Seznam použité související literatury	24
7.2 Seznam publikací, které předcházejí metodice	31
SUMMARY	33
8 FOTOGRAFICKÁ PŘÍLOHA	35

1 ÚVOD A CÍL METODIKY

Zpracování metodických postupů vegetativního množení starších donorových stromů smrku ztepilého (*Picea abies* (L.) H. Karst.) řízkováním a roubováním si vyžádala potřeba zefektivnit dosud aplikované metody množení smrku ztepilého tak, aby bylo možné využívat i materiál odebíraný ze starších zdrojových jedinců této dřeviny. Optimalizace užívaných metod vegetativního množení s cílem zvýšit užitkovost rostlinného materiálu původem ze starších smrků je založena na vhodných ověřených stimulech a vyhodnocování růstu řízkovanců a roubovanců. První verze metodiky (PEXÍDR et al. 2018) vznikla jako součást řešení výzkumného projektu MZe NAZV č. QJ1520300 „Využití vegetativních variant rezistentního krušnohorského smrku při obnově lesa v Krušných horách“ (2015–2018). V rámci navazujícího výzkumného projektu TA ČR č. SS01020076 „Zachování genetických zdrojů rezistentních variant krušnohorského smrku ztepilého v kontextu realizace opatření ke zmírnění dopadů sucha a probíhajících změn prostředí“ (2020–2024) byly postupy dále prakticky odzkoušeny a postupně optimalizovány. Na základě nově získaných poznatků byla zpracována aktualizovaná verze metodiky určená především pro potřeby rejuvenilizace starších semenných sadů a klonových archivů smrku ztepilého, které představují unikátní soubory hospodářsky i jinak cenných genotypů této významné autochtonní dřeviny.

1.1 Autovegetativní množení smrku ztepilého řízkováním

Problematicke vegetativního množení jehličnatých dřevin byla věnována pozornost nejprve v zahradnické praxi (ZAVADIL 1979, 1985), kdy se tímto způsobem množily různé jehličnaté druhy pro okrasné účely v parcích, arboretech apod. Jedny z prvních informací o řízkování lesních dřevin, konkrétně smrku ztepilého, jsou k dispozici z roku 1830 v německém periodiku *Neue Jahrbücher der Forstkunde* (PFIFFERLING 1830). O úspěšném řízkování smrku informoval dále KURDIANI (1908), který docílil úspěchu zakořenění 84 %. Vývoji a aplikacím technologie řízkování byla v českých podmínkách i v zahraničí postupně věnována velká pozornost (např. KOBENDZA 1922; DEUBER, FARRAR 1940; LIPECKI, DENNIS 1970; KLEINSCHMIT 1972a, 1972b; KLEINSCHMIT et al. 1973; LEPISTÖ 1974; DORMLING, KELLERSTAM 1981; VON WÜEHLISCH 1984; ST. CLAIR et al. 1985; HARTIG 1986;

RADOSTA 1987). Od té doby výzkum problematiky řízkování smrku dále pokračil (VOLNÁ et al. 1990; HANNERZ, WILHELMSSON 1998; ŠINDELÁŘ 2002; JURÁSEK, MARTINCOVÁ 2004; BARDZAJN 2007; TJOELKER et al. 2007; LEUGNER et al. 2009; PEXÍDR et al. 2018 aj.).

V evropských podmínkách je v současnosti kombinace hromadného a individuálního výběru s následným množením (řízkování) aplikována zejména u smrku ztepilého. Řízkování smrku je možno charakterizovat jako druh přímého vegetativního množení a jako jednu ze základních využívaných metod v rámci lesnického klonového hospodářství (LINDGREN 2008), která poskytuje záruku úspěšné reprodukce cenných genotypů vysoké šlechtitelské hodnoty s cílem dosáhnout co nejvyššího genetického zisku při realizaci šlechtitelských programů. Míra dosaženého genetického zisku je udávána nejméně o 20 % vyšší ve srovnání se sadebním materiálem pocházejícím z osiva z uznaných porostů a je srovnatelná s úrovní genetického zisku dosaženého v rámci hybridizačních šlechtitelských programů u potomstev z kontrolovaného křížení. Rovněž SVOLBA (1996) udává takto dosažený genetický zisk v produktivnosti o ca 20 % vyšší ve srovnání s velmi dobrou kontrolní proveniencí generativního původu, přičemž špičkové klony dosáhly až 100% převahy. Z domácích autorů uvádějí např. LEUGNER et al. (2009, 2012) výsledky hodnocení růstu řízkovanců v horských extrémních podmínkách dokládající jejich nadprůměrnou růstovou dynamiku a dobrý zdravotní stav ve srovnání s kontrolními jedinci generativního původu. Směsi klonů zpravidla převyšovaly růst kontrolních generativních sazenic také v morfologických parametrech a zdravotním stavu.

Předností autovegetativního množení je mj. nezávislost na semenných rocích (JURÁSEK 2001). Umožňuje širší využívání úzce omezených zdrojů reprodukčního materiálu, např. při nedostatečné produkci osiva. V našich podmínkách tato situace nastává např. ve zbytcích autochtonních porostů vysokohorského smrku. Právě řízkování či kultury *in vitro* mohou být cestou, jak problém alespoň částečně řešit.

Předmětem diskusí v souvislosti s praktickým využíváním sazenic pocházejících z autovegetativního množení je otázka, zda je reprodukční materiál z hlediska užitkovosti, růstu a vitality srovnatelný 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 zaznamenány problémy. Také MAUER (1993) na základě analý-

zy smrkových porostů až do věku 25 let uvádí, že se kořenový systém řízkovanců v porostech vyvíjí obdobným způsobem jako kořenový systém sadebního materiálu semenného původu. Z jeho poznatků vyplývá, že lze při dodržování šlechtitelských aspektů a ekologických nároků množit smrk ztepilý řízkováním a řízkovance uplatňovat jako příměs v provozních výsadbách. Ve formě poloprovozního obnovního opatření využívajícího autovegetativní množení řízkováním byla např. v Krkonoších realizována klonová výsadba autochtonního smrku (ŠPULÁK et al. 2020).

Při pěstování řízkovanců ve školkařských zařízeních je zásadní otázkou ujmavost a zakořeňování řízků. Proto je vedle obvyklé péče o řízkovaný materiál (složení sadebního substrátu, optimální závlaha, 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 zvýšení počtu zakořeňovaných řízků a téměř vždy ve z kvalitnění kořenového systému pěstovaných sazenic (DEUBER, FARRAR 1940; LARSEN 1946; KLEINSCHMIT et al. 1973; BENTZER 1981; PAULE, ŠKOLEK 1983; MEDEDOVIČ 1987; LEUGNER et al. 2013 a další). Jak uvádějí např. CHMELÍKOVÁ a CUDLÍN (1990) nebo REPÁČ (2005), zvýšení zakořeňovací schopnosti řízků smrku ztepilého a následné zvýšení tvorby biomasy je možné také vegetativní inokulací symbiotických (ektomycorhizních) hub do zakořeňovacího substrátu.

Úspěšnost řízkování ovlivňují vnitřní i vnější faktory (např. CHALUPA 1978; ZAVADIL 1979; KADLUS, DOHNAL 1985; JURÁSEK, MARTINCOVÁ 2004). Vnitřní faktory zahrnují zakořeňovací schopnost řízků, pozici 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 (zde se ale projevuje výraznější tendence k větevnatému 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.

Na vyšší úspěšnost řízkování s využitím mladších donorových jedinců k odběrům řízků upozorňuje ROSWALL (2019), který v této souvislosti konstatuje, že v rámci klonového lesnického hospodaření (clonal forestry) jsou v případech potřeby vegetativní reprodukce starších jedinců smrku ve šlechtitelských programech v rostoucí míře uplatňovány metody somatické embryogeneze.

1.2 Heterovegetativní množení smrku ztepilého roubováním

Dalším z vegetativních způsobů množení smrku je roubování. Výzkumu a řešení této reprodukční technologie se věnovala řada autorů, mj. v souvislosti s řešením problematiky zakládání semenných sadů (např. ZAVADIL 1969, 1982; MENTLÍK 1986; BÄRTELS 1988; WALTER 1997; KAŇÁK et al. 2008; MÁCHA 2012; PEXÍDR et al. 2018 aj.). Druhy rodu *Picea* patří mezi dřeviny, které ve vyšším věku již obtížněji tvoří nové kořeny na svých nadzemních částech (ŠEBÁNEK 2008; MÁCHA 2012; FRÝDL, NOVOTNÝ 2018; PEXÍDR et al. 2018; FRÝDL et al. 2021 aj.). V těchto případech jsou využívány nepřímé způsoby vegetativního množení, mezi které patří i množení roubováním. Tento způsob spočívá obecně na přenesení části množené rostliny na jinou rostlinu, která je dobře množitelná, má vhodné ekologické nároky na dané stanoviště a má dobrou afinitu s množenou rostlinou. Pro podnože by se měly vybírat varianty smrku s předpokladem dobré snášenlivosti s místními podmínkami stanovišť, v nichž budou robovanci pěstováni. Jako další žádoucí charakteristiky je třeba uvést např. velikost kořenového systému a dobrou afinitu s roubovaným jedincem. Používají se různé varianty provedení, např. metoda postranního plátování, roubování za kůru, roubování do rozštěpu aj. (MENTLÍK 1986; WALTER 1997; MÁCHA 2012).

1.3 Mikropropagace smrku ztepilého somatickou embryogenezí

Nověji je k dispozici i technologie množení smrku somatickou embryogenezí (např. MALÁ, ŠÍMA 2004; CVRČKOVÁ et al. 2009; GEMPERLOVÁ et al. 2009; MALÁ et al. 2009, 2010, 2011; VONDRÁKOVÁ et al. 2015a, 2015b; PAIS et al. 2019; FISCHEROVÁ et al. 2022). Mikropropagace, resp. množení v kulturách *in vitro*, je podmíněna vypracováním vhodných postupů umožňujících navodit v primárním explantátu tvorbu a růst orgánů a následnou regeneraci kompletní rostliny (organogeneze), nebo vytvoření embrya ze somatických buněk a jeho další vývoj v životaschopnou rostlinu (somatická embryogeneze) (MALÁ, ŠÍMA 2004). Organogeneze se prozatím ukázala jako nejúspěšnější 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*), několika druhů borovic (*Pinus* sp.), douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii*), modřinu opadavého (*Larix decidua*) či sekvoje vždyzelené (*Sequoia sempervirens*) (MALÁ 2014). Somatická embryogeneze se pro mikropropagaci jehličnanů ukazuje podle MALÉ (2014) jako velmi perspektivní, i když se životaschopný sadební materiál nepodaří získat vždy.

Proces somatické embryogeneze je cílen k získání kvalitních zralých somatických embryí se schopností klíčit, a zajistit tak cenný reprodukční materiál (HAZUBSKA-PRZYBYL et al. 2013; PEREIRA et al. 2020) využitelný mj. pro rozpěstování výsadbových sazenic. Pro odvození embryogenní kultury jsou z odebraných šišek získána semena, která jsou následně sterilizována. Ve sterilním prostředí laminárního flow-boxu jsou ze semen šišek vyizolována nezralá zygotická embrya, která jsou následně přenesena na agarové médium obsahující růstové regulátory, živiny a další látky nezbytné pro tvorbu somatických embryí (PAIS et al. 2019; FISCHEROVÁ et al. 2022). Po zhruba 3–4 týdnech kultivace ve tmě při teplotě 21–23 °C je pozorována indukce embryogenních kultur.

Jak uvádí VARIS et al. (2023), je využití somatické embryogeneze v současné době možno považovat za nejúčinnější způsob vegetativního množení smrku ztepilého. Pokud je cílem využití embryogeneze komerční pěstování sadebního materiálu, měla by se jí věnovat větší pozornost jak v rámci výzkumu, tak provozního využití.

2 VLASTNÍ POPIS METODIKY

Následující text vychází z prakticky odzkoušených postupů realizovaných ve školkařském zařízení PEXÍDR, s. r. o., v souvislosti se zakládáním experimentálních výsadeb. Je členěn na dva samostatné oddíly, které se věnují autovegetativnímu množení smrku řízkováním, resp. heterovegetativní reprodukci roubováním.

2.1 Řízkování

2.1.1 Termín odběru řízků

Odběr výchozího materiálu (řízků) byl prováděn ve dvou termínech na lokalitě vedené pod názvem Hájovna 5, kde byla výsadba roubovanců krušnohorského smrku založena v rámci předchozího projektu. Řízkování starých stromů smrku je velmi obtížné. Při prvním sběru řízků v předjaří roku 2015 bylo dosaženo poměrně dobrých výsledků. Odebraný materiál byl poměrně životaschopný, přesto však bylo řízkování jen částečně úspěšné, a to hlavně díky velkému množství odebraných řízků. V následujících letech se kvalita sbíraných řízků zhoršovala. Bylo to poměrně dobře viditelné na pupenech prýtů, které nebyly zcela zdravé, i na jehlicích, které nebyly zdravě zelené. Tato zhoršená kvalita sbíraných řízků byla způsobena nepříznivým suchým a teplým počasím, které přetrvává od roku 2015, dále pro smrk vlhkostně méně vhodnými abiotickými podmínkami klonového archivu na lokalitě Cukrák v blízkosti Prahy (obr. 1–3) a nakonec i tím, že s každým následným sběrem prýtů docházelo k oslabování ramet, jelikož se jednalo o poměrně velké množství prýtů, které se odebíraly. Při nízké efektivitě je tato cesta k dosažení cíle možná jen za cenu velmi vysokých vstupů a dobré kvalité donorových stromů.

Odběry výchozího materiálu se konkrétně prováděly v následujících variantách:

- V podzimním období (začátek října 2022), kdy jsou již matečné rostliny ve vegetačním klidu. Zakořeňování řízků odebraných v tomto termínu lze provádět pouze ve vytápěných množárnách nebo v prostředí, které odpovídá tomuto požadavku. Řízky byly odebírány z již vysázených roubovanců (pracovní označení řízkování G + číslo oddílu). Od každého oddílu bylo odebráno 12 řízků.

- V časném jarním období (začátek března 2023), kdy jsou pupeny stále ještě nevyrašené. Na přelomu zimy a jara již nejsou požadavky na kvalitní vytápění množárny tak vysoké, a proto lze využít i množárny nevytápěné. Zakořeňovací schopnost řízků tak zůstává ještě vysoká. Odběr řízků byl prováděn rovněž z již vysazených roubovanců (pracovní označení řízkování H + číslo oddílu). Od každého oddílu bylo odebráno 22 řízků.

2.1.2 Uskladnění výchozího materiálu pro přípravu řízků

Uskladnění odebraných řízků probíhalo v plastových pytlech v klimatizovaném skladu pro uchovávání sazenic lesních dřevin firmy PEXÍDR, s. r. o., kde jsou zajištěny optimální podmínky pro skladování (teplota 2 °C, vlhkost 95–100 %). Pytle se přivázely ze skladu do množárny postupně tak, jak docházelo ke zpracování, čímž bylo minimalizováno nebezpečí vysychání řízků. Klimatizovaný sklad je od místa řízkování vzdálen ca 200 m.

2.1.3 Příprava řízkování

Přepravky

Na řízkování byly použity nové nízké ovocnářské přepravky o rozměrech 59 cm × 39,5 cm × 10 cm (obr. 4). Důvod pro použití nových přepravek spočíval v co největší eliminaci možnosti přenosu houbových onemocnění, kdy při opakovaném použití toto riziko narůstá.

Na dno přepravek byla umístěna propustná fólie (typ „Netkaná textilie černá NE-OTEX 50gr/m²“), aby nedocházelo k propadávání substrátu. Tato fólie je dokonale propustná, takže nehrozí hromadění vody a následné zahnívání bází řízků. Plnění přepravek bylo prováděno po okraj, aby bylo dosaženo co největší výšky substrátu. Substrát byl před řízkováním přiměřeně zhutněn a zavlhlčen.

Substrát

Pro řízkování byl použit vlastní praxí odzkoušený řízkovací substrát tvořený směsí rašeliny a písku v poměru 1 : 1. Tento řízkovací substrát byl dezinfikován fungicidním přípravkem, který zamezuje šíření houbových chorob.

Fóliovník a skleník

Přepravky s řízkovanci z podzimního řízkování byly umístěny v zasklené verandě, kde byla teplota ca 10 °C. Byly umístěny k oknu s jihovýchodní expozicí. K zakořeňování řízků byl použit běžný komerční stimulátor AS-1.

Nad přepravky s řízky byl instalován držák fóliového krytu vyrobený z pozinkovaného drátu, který zajišťoval ochrannou fólii ve výšce 35 cm, aby se nedotýkala řízků a zároveň byla udržována 100% vzdušná vlhkost.

Přepravky s řízkovanci z jarního řízkování z vysazených roubovanců v matečnici na lokalitě Hájovna 5 (obr. 5–6) byly umístěny do vytápěného fóliovníku a skleníku na instalované stoly z roštů. Vytápění pod stoly je spodní pomocí registrů ústředního topení automatického kotle, který nastavením termostatu umožňuje uvnitř fóliovníku udržovat požadovanou teplotu. Denní teplota byla udržována v rozmezí 18–22 °C, noční mezi 11–15 °C (měřeno těsně nad povrchem řízkovanců). Teplota a vlhkost byly sledovány pomocí čidel, která odesílala údaje na internet, kde mohlo aktuální údaje sledovat více pozorovatelů, čímž byl celý proces pod lepším dohledem. Na stolech byl ve výšce 35 cm nad substrátem instalován ještě fóliový kryt, podepřený pomocí dřevěných stojánků. U fólie nad zařízkovaným materiálem docházelo k orosení, což pěstovaným řízkovancům zajišťovalo vysokou vlhkost. Nad stoly byly připraveny rašlové zelené stínovky s 50% krytím pro případ intenzivního slunečního svitu. Podlaha fóliovníku je betonová a byla pravidelně vlhčena pro dosažení co největší vlhkosti vzduchu. Jako kryt fóliovníku byla použita fólie Ginegar izraelské výroby určená pro profesionální použití.

2.1.4 Postup řízkování

Řízky se odstříhávaly šikmým stříhem v místě přechodu jednoletého a dvouletého dřeva tak, aby na bázi řízku zbyl kousek dvouletého dřeva. Boční řízky byly odtrhávány tak, aby na nich zbyla patka loňského dřeva. Řízky se připravovaly na délku 7 až 14 cm. Další postup spočíval v očištění jehličí z báze řízku ručním otrháním a v namočení báze řízku do stimulátoru. Posledním úkonem tohoto cyklu bylo zapichování řízků do přepravek s předpřipravenými důlky se vzájemnou vzdáleností 2 cm. Pro přípravu důlků byl použit vícehrotý důlkovač. Po dokončení byla každá přepravka označena dvěma hliníkovými štítky, do kterých bylo raznicemi vyraženo číslo klonu, ze kterého se prováděl odběr řízků, a číslo stimulátoru, který byl použit. Štítky byly připevněny pomocí černé zdrhovací UV stabilní pásky, a to na opačných stranách přepravky, takže každá přepravka byla značena dvakrát.

Při podzimním odběru v roce 2022 bylo z každého oddílu roubovanců odebráno 12 vitálních řízků. Řízkování proběhlo ve 4 přepravkách. V každé přepravce bylo 12 oddílů.

Při jarním odběru v roce 2023 bylo z každého oddílu roubovanců odebráno 22 vitálních řízků. Řízkování proběhlo opět ve 4 přepravkách. V každé přepravce bylo nařízkováno 6 oddílů. V jedné řadě bylo 11 řízků, tj. jeden oddíl tvořily 2 řady.

Alternativou k dosažení cíle je metoda, kdy se přeroubuje matečný strom.

Při roubování je potřeba jen malé množství prýtů, jelikož tato metoda je mnohem efektivnější a umožňuje použít i horší materiál. Při roubování byly použity i prýty poškozené, např. jen s jedním pupenem, či oslabené, které by při řízkování neměly žádnou šanci, ale při roubování se ujaly a druhým rokem již rostly normálně. U takovýchto roubovanců je důležité dodržet vhodné podmínky pro růst (včasné přesazování, hnojení, zálivka), aby byly v co nejlepší kondici. Například při pokusu řízkování prýtů z roubovanců, které v rámci projektu zbyly, včas se nepřesázely a neměly zdravou barvu, nerostl žádný řízek. Prýty musí být v dobrém stavu.

Nejlepší variantou je nasazení roubovanců do volné půdy na vhodné stanoviště. Z takovýchto roubovanců lze již odebírat kvalitní, životaschopné řízky, které mají vyšší přijímatost. Tato metoda na rozdíl od první nepoškozuje matečné stromy, protože množství potřebného materiálu pro založení roubovanců je menší.

Nevýhodou je delší časový úsek pro získání řízkovanců. První rok roubovanec vytvoří většinou jen 3 prýty. Je tedy lepší počkat alespoň 5 let, aby množství prýtů odebraných z roubovance bylo dostatečné a nedošlo zbytečně ke zničení roubovance odebráním všech prýtů. Při všech těchto následných činnostech odpadá rizikové sbírání prýtů z dospělých matečných stromů včetně vyhledávání v terénu. Na příložených fotografiích (obr. 7–10) je vidět daleko větší vitalita použitých řízků a jejich snaha prorašovat. Bohužel během léta 2023 přišla v Budičovicích, kde byly řízky pěstovány ve fóliovníku, velká bouřka, která strhla plachtu a část řízku vyplavila. I přes tuto událost zůstalo mnoho řízků životaschopných. Tato metoda je časově náročnější, ale efektivnější.

2.1.5 Termín řízkování

Během minulých let jsme prováděli řízkování jarní (únor až březen), letní (červen) a podzimní (září až říjen). Nejlepších výsledků bylo dosahováno při jarním řízkování.

2.1.6 Použité stimulatory a jejich značení

Pro zvýšení schopnosti zakořeňování řízků byl použit předchozí praxí odzkoušený komerční stimulator AS-1. Jedná se o stimulator pudrový, běžně dostupný. Složení stimulatoru: kyselina nikotinová 0,051–0,069 %, kyselina 1-naftlyloctová 0,061–0,083 %, hodnota pH 1% vodní suspenze 5,0–6,0.

2.1.7 Zavlažování

Závlaha probíhala většinou každý druhý den, někdy každý třetí den, dle potřeby. Před závlahou byla odhrnuta fólie zakrývající přepravky a řízky se zalily konví s jemným kropítkem, aby nedocházelo k vyplavování substrátu, a tím k uvolňování řízků. Pokud se aplikoval postřik fungicidem a hnojivem, prováděl se po zalití řízků, kdy se počkalo, až povrch mírně oschne. Pak se provedl postřik a znovu byla přes přepravky natažena krycí fólie. Betonová podlaha skleníku se polévala každý den, aby byla odparem v prostoru fóliovníku zvyšována vzdušná vlhkost.

2.1.8 Stínění

Ke stínění byla využita zelená tkanina stabilizovaná proti UV záření se stínícím efektem 50 %. Přepravky s řízky byly kryty mikrotenovou fólií (0,015 mm) nataženou na konstrukci (fólie by se neměla řízků přímo dotýkat). Výška zakrytého prostoru nad záhonem byla ca 35 cm, i když provozní zkušenosti ukazují, že nad řízky postačuje i výška zakrytí 15 až 30 cm.

2.1.9 Hnojení a ochrana proti chorobám a škůdcům

Postřiky fungicidy byly prováděny zpočátku přibližně po týdně, později po 14 dnech. Postupovalo se tak, že po sejmutí fóliového krytu nad řízky se nejprve provedla závlaha. Po částečném oschnutí se provedl postřik listovým hnojivem a nakonec fungicidem, aby nedošlo ke smytí fungicidu. Nakonec se znovu natáhl fóliový kryt. Fungicidy se střídaly, aby se dosáhlo zaručeného účinku. Z hlavních přípravků byly použity Dithane, Cupricol, Amistar, z listových hnojiv pak Kristalon modrý a Kristalon oranžový.

V průběhu pěstování byl aplikován systém základního vyhnojení substrátu z výroby, hnojení rozpustnými hnojivy a přihnojování hnojivými roztoky:

- Používá se standardně vyhnojený substrát se startovací dávkou živin.
- Přihnojování se doporučuje zahájit 2–3 týdny po řízkování.
- Pro přípravu hnojivých roztoků jsou nejvhodnější rozpustná NPK prášková hnojiva s hořčíkem a stopovými prvky (např. řada hnojiv Kristalon). Z těchto hnojiv lze vybrat typy s vhodným poměrem hlavních živin pro danou růstovou fázi. Tato hnojiva jsou použitelná pro všechny závlahové systémy; v modelovém případě byl používán ruční zádový postřikovač.
- Pro přihnojování v 7denních intervalech se doporučují vyšší koncentrace hnojivých roztoků, 0,2 % v dávce $10 \text{ l} \cdot \text{m}^{-2}$.
- Během období růstu (květen až červen) se doporučuje hnojivo s vyrovnaným poměrem N : K, např. Kristalon modrý (19-06-20+3MgO+ME), 3–4 aplikace po dvou týdnech. V pozdním létě, tj. koncem srpna a v září, se pro vyzrávání dřeva a vývoj nových pupenů doporučuje hnojivo se sníženým obsahem dusíku a zvýšeným obsahem draslíku, např. Kristalon oranžový (06-12-36+3MgO+ME) nebo Kristalon hnědý (3-11-38) ve dvou aplikacích po 14 dnech.
- V případě častější aplikace hnojivých roztoků se snižuje jejich koncentrace na 0,1 %, případně až na 0,05 %.

Tab. 1:

Příklady jednotlivých systémů hnojení – pevná hnojiva

Hnojivo	Obsah živin (%) N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	Dávka (g·l ⁻¹), koncentrace roztoku (%)	Počet přihnojení	Dávka živin (mg·l ⁻¹ substrátu)		
				N	P	K
PG MIX	14-16-18	1,5 g·l ⁻¹		210	106	224
Kristalon modrý	19-06-20	0,2 %	3–4	143	20	125
Kristalon oranžový	06-12-36	0,2 %	2	30	26	149
Celková dávka				383	152	498

Poznámka: aplikace 125 ml roztoku na litr substrátu

Použití chemických přípravků ve školkách je podmíněno jejich registrací a je definováno zákonem č. 326/2004 Sb., ve znění pozdějších předpisů, resp. vyhláškou č. 132/2018 Sb., o přípravcích a pomocných prostředcích na ochranu rostlin, ve znění pozdějších předpisů.

2.2 Roubování

2.2.1 Příprava podnoží

Pro podnože byly použity sazenice smrku vypěstované v lesní školce nasázené do kontejnerů o objemu 1 l. Velikost sazenic byla ve výškové třídě 26–35 cm, tloušťka kořenového krčku > 5 mm. Do kontejnerů byly sazenice vpraveny 1 sezónu před roubováním, tj. v době roubování měly pěstební vzorec f1 + 2 + k1 (vysvětlivky viz přílohu č. 7 vyhlášky č. 29/2004 Sb., ve znění pozdějších předpisů).

2.2.2 Umístění podnoží a jejich „probouzení“

Podnože byly 7 dní před naroubováním umístěny do vytápěného fóliovníku. Ve fóliovníku byla udržována denní teplota nad 10 °C, noční nad 5 °C, včetně pravidelné zálivky. Po této době bylo na kořenových čepičkách znát jejich „probouzení“ (bílé, prodloužené konce kořenových špiček), tj. vhodný stav podnože pro naroubování.

2.2.3 Sběr a umístění roubů

Sběr roubů probíhal společně se sběrem řízků (viz kapitolu 2.1.1). Rouby byly nastříhány ca o 5 cm delší, než bylo nutné k roubování, a vloženy do mikrotenového sáčku, do kterého se následně nalilo menší množství vody a zatřáslo se s ním. Potom byla voda z pytlíku slita a nezavázaný sáček byl uložen do lednice. Orosené rouby v neuzavřených sáčcích tak byly chráněny před osycháním.

2.2.4 Postup roubování

Roubování probíhalo metodou do boku, vhodnou pro jehličnany. Podnož byla probuzena (viz kapitolu 2.2.2), roub byl spící. Před roubováním se roub zkrátil, čímž došlo k odstranění části, která mohla být zaschlá. K omotání roubu byla použita UV nestabilní očkovací gumička o rozměru 3,5 mm × 120 mm. Voskování v tomto případě není nutné, neboť smrk má schopnost ránu zasmolit sám. Na podnož byly vět-

šinou umísťovány dva rouby, jeden lepší a druhý horší kvality (lepší kvalita – roub silnější s více pupeny, horší kvalita – roub slabší s jedním pupenem). Toto dvojité roubování bylo prováděno po případě, kdyby se jeden roub neuchytil. Kvalita některých oddílů nebyla dobrá, a proto byla tímto sice pracnějším, ale účinným opatřením šance na úspěch roubování zvýšena. Roubování probíhalo ve střední části podnože, kde je optimální tloušťka k tloušťce roubu. U podnože se nad roubem zastihly terminál a boční větvičky. Po naroubování byly rostliny umístěny zpět do vytápěného fóliovníku a poté zakryty mikrotenovou plachtou, aby byla udržena co největší vzdušná vlhkost. Těsně po naroubování se rostliny dva dny nezalévaly, aby nedošlo k infekcím v místech, která ještě nebyla zalita pryskyřicí.

2.2.5 Následná péče o roubovance

Ve fóliovníku byli roubovanci umístěni do konce období mrazů, tj. do počátku května. Dle aktuálního stavu (většinou 2× za týden) probíhaly zálivka a listové přihnojování. Po sejmutí ochranné mikrotenové fólie proběhla nejprve zálivka, po oschnutí postřík listového hnojiva a následné zakrytí roubovanců fólií. Po prorašení roubů byly mírně zastřiženy podnože v částech, které by mohly roubu stínit. V květnu byli roubovanci přesunuti na venkovní záhony s 50% stínovkou. Po narašení roubů začalo docházet k jejich sílení a bylo nutno sejmoj26

ut zbytky očkovacích gumiček. V následujícím roce rostli roubovanci na záhonech již bez stínovky a byla opět zastřižena jejich podnož. Finální stříh, po kterém zůstal na podnoži již jen roub, byl většinou realizován až 2. rok po naroubování. Tou dobou byli roubovanci přesazeni do 2l kontejnerů (obr. 11).

3 SROVNÁNÍ NOVOSTI POSTUPŮ

Aktualizace postupů vegetativního množení smrku ztepilého, které jsou předmětem předkládané metodiky, spočívá v úpravě dřívějších doporučení zahrnujících způsob odběru řízků ze starších zdrojových jedinců i další manipulaci s odebraným reprodukčním materiálem s cílem zvýšení efektivity a celkového zdokonalení množení a pěstební péče o řízkovance v podmínkách školkařských zařízení.

Vitalita sekundárních řízkovanců (obr. 7–10) je v porovnání s primárními řízkovanci (obr. 12) výrazně lepší. Oproti dříve vyzkoušeným termínům řízkování (jarnímu a letnímu) bylo navíc ověřováno i řízkování podzimní, které však bylo v porovnání s jarním méně úspěšně. Vliv použitých stimulátorů a othrávání jehlic zapíchnutých částí řízků výraznější efekt nepřinesly.

Na schopnost kořenění mají hlavní vliv kvalita a vitalita řízků. Nejvhodnějším obdobím pro řízkování je jaro, kdy lze snáze vyrovnat teplotní extrémy. Sekundární řízky odebírané z matečnice Hájovna 5 byly silnější, měly větší a zdravější pupeny i jehlice než primární řízky z klonového archivu Cukrák. Přeroubováním přestárklých klonů z Cukráku tak byly získány matečnice schopné dodávat řízky vyšší kvality a životaschopnosti. Nově založené matečnice v lesní školce mají pravidelný přísun živin a v případě přísušků či působení škůdců i možnost závlahy a ochrany pesticidy. Přestože lze očekávat, že bude s přibývajícím věkem matečnic jejich vitalita postupně klesat, v případě další potřeby nebude problém je novým přeroubováním opět rejuvenilizovat.

4 POPIS UPLATNĚNÍ METODIKY

Dosavadní výsledky výzkumu (např. JURÁSEK, MARTINCOVÁ 2004; JURÁSEK et al. 2007; LEUGNER 2010; FRÝDL et al. 2011a, 2011b; DOSTÁL et al. 2018; FRÝDL, FULÍN 2024 aj.) potvrzují možnost uplatnění odolných klonů, které mohou v budoucnu tvořit kostru nově zakládáných lesních porostů, a tím přispět ke stabilizaci lesních ekosystémů v extrémních horských podmínkách. Na relativní odolnosti („rezistenci“) některých stromů, které po delší dobu ojediněle přeživaly v místech poškozených imisemi, byly založeny i šlechtitelské programy zaměřené na záchranu dílčí populace krušnohorského smrku (např. HYNEK, FRÝDL 1988; HRDLÍČKA 2001; ŠINDELÁŘ, FRÝDL 2008; FRÝDL, NOVOTNÝ 2018; FRÝDL et al. 2021, 2023). Na obdobném principu lze však pracovat např. i s naklonovanými jedinci zbytkových výskytů chlumního smrku (FULÍN 2022; FULÍN et al. 2023 aj.). Realizace takových záchranných programů vyžaduje využití ověřené technologie vegetativního množení přeživších jedinců smrku, resp. jejich zachovaných klonových variant za účelem založení směsí klonů a semenných sadů (obr. 13) určených k produkci vegetativního a generativního reprodukčního materiálu vyselektovaných odolných genotypů vhodných pro navrácení jejich směsí do lesních porostů.

Jak uvádějí v jiné souvislosti ZELTŇŠ et al. (2022), šlechtění smrku ztepilého v severní Evropě významně přispělo k produkci kvalitní dřevní suroviny. Intenzivní vegetativní množení vyšlechtěných klonů smrku by mohlo pomoci zajistit produkci vysoce kvalitního dřeva i v období probíhající klimatické změny. Ve skandinávských zemích je také možno registrovat u zástupců vlastníků lesa i lesnické odborné praxe stoupající zájem o větší využívání vegetativních způsobů reprodukce smrku ztepilého z hlediska možného urychlení šlechtitelských programů a uplatnění realizace získaných výsledků v kratším časovém rozpětí (TIKKINEN et al. 2021). Náměty v uvedených příkladech je možné uplatnit i v rámci lesního hospodářství České republiky.

Metodika může být využita i při realizaci šlechtitelských programů orientovaných na záchranu a reprodukci dílčích populací a ekotypů smrku, jejichž příslušníci se zachovali v dříve založených klonových výsadbách *ex situ* (např. šumavský smrk, krkonošský smrk, chlumní smrk aj.). V místech svého původního výskytu se tyto dílčí populace již často nevyskytují (např. šumavský a krkonošský smrk), nebo se tam vyskytují již jen ve zbytcích mnohdy silně přestárlých porostních skupin. Dalšími šlechtitelskými programy, při jejichž realizaci je možno prezentovanou metodiku uplatnit, mohou být např. aplikační fáze starších výzkumných projektů orientovaných na zvýšení produkce kmenové biomasy prostřednictvím hromadné

a individuální selekce (FRÝDL et al. 2008), kdy jedinci pozitivně ověřených dílčích populací již na výzkumných plochách (např. série 1986–1990) dosáhli vyššího věku.

V této souvislosti je třeba poznamenat, že všechny navrhované možnosti využití formulované v metodice musí být v souladu s příslušnými platnými legislativními dokumenty (zákon č. 289/1995 Sb., zákon č. 149/2003 Sb., vyhláška č. 456/2021 Sb., vyhláška č. 29/2004 Sb.), ve znění pozdějších předpisů.

5 EKONOMICKÉ ASPEKTY

Ekonomické náklady související s pěstováním sadebního materiálu generativního a vegetativního charakteru se v časovém měřítku mění v závislosti na podmínkách materiálových vstupů a na vývoji příslušných výrobních technologií. V tomto smyslu se tedy např. údaje získané před více než deseti lety na základě dotazníkového průzkumu u zástupců vybraných školkařských zařízení, která se pěstováním vegetativního a generativního sadebního materiálu zabývají a u zástupců lesnické praxe, kteří při obnově lesa sadební materiál vegetativního a generativního původu využívají (FRÝDL et al. 2011a, 2011b; PEXÍDR et al. 2018) od kalkulací dnešních nákladů větší či menší měrou různí. V období uvedeného průzkumu bylo možno z jeho výsledků vyvodit, že náklady na výrobu jedné sazenice vegetativního původu představovaly 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 množeného 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. V dalším období, kdy byly tyto výsledky konfrontovány s aktuálními financemi potřebnými pro výrobu a vypěstování generativního a vegetativního sadebního materiálu (PEXÍDR et al. 2018), činily náklady na vypěstování jedné sazenice při generativním množení 7 Kč

a při vegetativním množení 21,30 Kč. Nárůst oproti dřívějším údajům souvisel v té době hlavně s celkovým zvyšováním vstupních cen energií, mezd atd.

V předkládané metodice je pozornost věnována aktualizaci postupů vegetativního množení smrku pro účely rekonstrukcí starších semenných sadů a klonových archívů. V souvislosti s jejím zaměřením byla pozornost věnována i kalkulacím současných potřebných nákladů na výrobu a pěstování sadebního materiálu s důrazem na materiál vegetativního původu. V rámci aktualizace souvisejících školkařských výrobních technologií byly ověřovány novější metody řízkování, tj. výroby a pěstování tzv. sekundárních řízkovanců, kdy jako donorové jedinci byli využíváni roubovanci klonů rezistentního krušnohorského smrku pěstovaní v matečnici (směsi klonů) založené v podmínkách *ex situ* na lokalitě ve vlastnictví školky PEXÍDR, s. r. o. Na rozdíl od nákladů na výrobu a pěstování primárních řízkovanců (z řízků odebíraných ze starších donorových jedinců v klonovém archivu Cukrák u Jíloviště založeném v roce 1970) v průběhu řešení výzkumného projektu NAZV č. QJ1520300 „Využití vegetativních variant rezistentního krušnohorského smrku při obnově lesa v Krušných horách“ (2015–2018), které byly mj. ovlivněny vysokou mortalitou pěstovaného materiálu (až 97 %), se dnes tyto náklady pohybují v rozmezí 29–30 Kč/ks.

Cena sekundárních řízkovanců se pohybuje okolo 16 Kč/ks. Oproti ceně původních řízkovanců dochází k úspoře hlavně díky nízké mortalitě, která se pohybuje okolo 50 %, což se následně promítá jak do materiálových, tak i do mzdových nákladů.

Cena generativně pěstovaných sazenic se v důsledku popsaných zvýšení nákladových vstupů posunula na ca 7,60 Kč/ks.

Z těchto kvalifikovaných odhadů získaných v rámci konzultací řešitelského týmu se zástupci dalších školkařských zařízení (např. školky Montano) vyplývá, že celkové náklady na výrobu a pěstování sekundárních řízkovanců rezistentních forem krušnohorského smrku jsou nižší než náklady na výrobu a pěstování primárních řízkovanců.

Využití vegetativních metod k reprodukci stres-tolerantních variant krušnohorského smrku má různé aspekty, které je třeba zvažovat. Pozitivní efekty, které jsou většinou hypotetické, je náročné kvantifikovat ekonomicky. Jednou z významných výhod vegetativního množení cenných forem dřevin, včetně krušnohorského smrku, je genetický zisk, který může být v určitých případech primárním hlediskem při hodnocení efektivity tohoto způsobu reprodukce. Navíc by se neměla přehlížet hodnota zachování a dalšího využití potřebných částí ohrožených zdrojů, přestože ji lze finančně obtížně vyjádřit. Předpokládaný pozitivní sociální potenciál této metody totiž nelze adekvátně kvantifikovat z hlediska budoucích potřeb.

6 DEDIKACE

Metodika je výsledkem řešení výzkumného projektu TA ČR č. SS01020076 „Zachování genetických zdrojů rezistentních variant krušňohorského smrku ztepilého v kontextu realizace opatření ke zmírnění dopadů sucha a probíhajících změn prostředí“ (2020–2024). Jazykovou kontrolu anglických částí metodiky provedl Dr. David White, Woodland & Climate Change Adaptation Adviser, Policy & Advice Team, Forestry Commission, United Kingdom (David.White@forestrycommission.gov.uk).

7 LITERATURA

7.1 Seznam použité související literatury

- 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. Swedish University of Agricultural Sciences. *Research Notes*, 32: 33–42.
- 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.

- 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. Uppsala, Sweden, April 8–9. Uppsala, Swedish University of Agricultural Sciences. *Research Notes*, 32: 65–72.
- FISCHEROVÁ L., GEMPERLOVÁ L., CVIKROVÁ M., MATUŠÍKOVÁ I., MORAVČÍKOVÁ J., GERŠI Z., MALBECK J., KUDERNA J., PAVLIČKOVÁ J., MOTYKA V., ELIÁŠOVÁ K., VONDRÁKOVÁ Z. 2022. The humidity level matters during the desiccation of Norway spruce somatic embryos. *Frontiers in Plant Science*, 13: 1–20.
- FULÍN M. 2022. Udržení cenných subpopulací smrku ztepilého pomocí inovativních metod. *Lesnická práce*, 101 (12): 36–37.
- 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.
- HANNERZ M., WILHELMSSON L. 1998. Field performance during 14 years' growth of *Picea abies* cuttings and seedlings propagated in containers of varying size. *Forestry: An International Journal of Forest Research*, 71 (4): 373–380.
- HARTIG M. 1986. Praktische Erfahrungen bei der autovegetativen Anzucht von Fichten. *Sozialistische Forstwirtschaft*, 36 (6): 177–181.
- HAZUBSKA-PRZYBYŁ T., RATAJCZAK E., KALEMBA E.M., BOJARCZUK K. 2013. Growth regulators and guaiacol peroxidase activity during the induction phase of somatic embryogenesis in *Picea* species. *Dendrobiology*, 69: 77–86.
- HRDLÍČKA O. 2001. Využití řízkovanců smrku v imisních oblastech. *Lesnická práce*, 80 (3): 104–106.
- CHALUPA V. 1978. *Použití tkáňových kultur ve šlechtění lesních dřevin*. Dílčí závěrečná zpráva. Úkol číslo VI–5–3/6, etapa 1. Vegetativní množení smrku a douglasky řízků a pomocí aseptických kultur *in vitro*. Jíloviště-Strnady, VÚLHM: 51 s.
- 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.) pomoci ektomykorhizních hub. *Lesnictví*, 36 (12): 985–992.
- JURÁSEK A., MALÁ J. 2000. Zkušenosti s kvalitou sadebního materiálu z autovegetativního množení při pěstování ve školce a při obnově lesa. In: *Kontrola kvality reprodukčního materiálu lesních dřevin*. Sborník referátů z celostátního odborného semináře s mezinárodní účastí. Opočno, 7. – 8. 3. 2000. Jíloviště-Strnady, VÚLHM – VS Opočno: 81–90.
- JURÁSEK A. 2001. Pěstební postupy pro získání výsadbyschopných řízkovanců buku a dubu. Recenzovaná metodika. Strnady, VÚLHM: 30 s. *Lesnický průvodce* 1/2001.
- JURÁSEK A. 2004. Kořenový systém vegetativně množných 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.
- JURÁSEK A., LEUGNER J., MARTINCOVÁ J. 2007. Specifika pěstování a využívání materiálu smrku ztepilého *Picea abies* (L.) Karst. pro horské oblasti. Recenzované metodiky pro praxi. Strnady, VÚLHM: 27 s. *Lesnický průvodce* 2/2007.
- KADLUS Z., DOHNAL L. 1985. *Aktuality v pěstování a ochraně lesů*. Praha, SZN: 136 s.
- 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 Forstsamen*, 12: 1–7.
- KLEINSCHMIT J., MULLER W., SCHMIDT J., RACZ J. 1973. Entwicklung der Stecklingsvermehrung 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.
- KURDIANI S.Z. 1908. O sravnitel'noy sposobnosti nashikh lesnykh derev'ev k estestvennomu razmnnozhению prio pomoshchi cherenkov. *Lesnoy Zhurnal*, 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. 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.
- 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. (eds.): *Aktuálně problémy lesného školkárstva, semenárstva a umelej obnovy lesa 2009*. Sborník příspěvků z mezinárodního semináře. Liptovský Ján, 10.–11. 6. 2009. Zvolen, Národné lesnícke centrum: 83–89.
- LEUGNER J., JURÁSEK A., MARTINCOVÁ J. 2012. Využití smrku ztepilého *Picea abies* (L.) Karst. se zvýšenou odolností ke stresům při obnově horských lesů. Certifikovaná metodika. Strnady, VÚLHM: 40 s. *Lesnický průvodce* 5/2012.
- LEUGNER J., JURÁSEK A., MARTINCOVÁ J. 2013. Rozmnožování smrku ztepilého řízkováním. Ověřená technologie 11/2013/15. Další účastník projektu: Lesoškolky, s. r. o., Řečany nad Labem.
- 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: 08–15.
- LIPECKI J., DENNIS F. 1970. Kofaktory ukorzeniania się 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. 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: 3 s. [cit. 2018-12-10]. <http://www.vulhm.cz/sites/files/Informatika/Narodni_program/prednaska_NP_2014_J_Mala.pdf>
- 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., MARTINCOVÁ O. 2011. Role of polyamines in efficiency of Norway spruce (hurst ecotype) somatic embryogenesis. In: Ken-ichi Sato (ed.): *Embryogenesis*. Rijeka, Intech: 652 s.
- 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., DUŠEK V., KOTYZA F., PALÁTOVÁ E. 2013. *Pěstování sadebního materiálu*. Učební text. Brno, Mendelova univerzita v Brně: 205 s.
- 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, fizjologiczne czynnych substancji w procesie ukorzenienia. *Postępy Nauk Rolniczych*, 116 (2): 3–16.
- PAIS M.S. 2019. Somatic embryogenesis induction in woody species: The future after OMICs data assessment. *Frontiers in Plant Science*, 10: 1–18.
- PAULE L., ŠKOLEK J. 1983. Príspevok k autovegetatívnemu rozmnožovaniu hlavných lesných drevín. *Acta Facultatis Forestalis Zvolen*, 25: 77–88.
- PEREIRA C., CASTANDER-OLARIETA A., MONTALBÁN I.A., PĚNČÍK A., PETŘÍK I., PAVLOVIĆ I., DE MEDEIROS OLIVEIRA E., DE FREITAS FRAGA H.P., GUERRA M.P., NOVÁK O., STRNAD M., CANHOTO J., MONCALEÁN P. 2020. Embryonal masses induced at high temperatures in Aleppo pine: Cytokinin profile and cytological characterization. *Forests*, 11 (8): 807.
- PIFFERLING. 1830. Erfahrungen über die Nachzucht der Fichte durch Steckreis. 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.
- ROSWALL O. 2019. Using Norway spruce clones in Swedish forestry: general overview and concepts. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 34 (5): 336–341. <https://doi.org/10.1080/02827581.2019.1614659>
- ST. CLAIR J.B., KLEINSCHMIT J., SVOLBA J. 1985. Juvenility and serial vegetative propagation of Norway spruce clones (*Picea abies* Karst.). *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 množeného sadebního materiálu v podmínkách lesního hospodářství*. Sborník referátů z odborného semináře. Brno, 11. 12. 1996. Opocno, 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. Koncepce programů vegetativního množení lesních dřevin. *Zprávy lesnického výzkumu*, 27 (4): 1–4.
- 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.
- ŠPULÁK O., MARTINCOVÁ J., LEUGNER J. 2020. Klonová výsadba autochtonního smrku ztepilého v Krkonoších, Reissový domky (Světlá hora). Soubor specializovaných map s odborným obsahem. Strnady, VÚLHM: 15 s. *Lesnický průvodce* 7/2020.
- TIKKINEN M., LATVALA T., ARONEN T. 2021. Interest in vegetatively propagated Norway spruce materials – a survey among Finnish forest owners and professionals. *Silva Fennica*, 55 (3): article id 10506. <https://doi.org/10.14214/sf.10506>
- TJOELKER M.G., BORATYŃSKI A., BUGAŁA W. (eds.). 2007. *Biology and ecology of Norway spruce*. Forestry Sciences, 78. Springer, Dordrecht: 469 s.
- VARIS S., TIKKINEN M., EDESI J., ARONEN T. 2023. How to capture thousands of genotypes – initiation of somatic embryogenesis in Norway spruce. *Forests*, 14 (4): 810. <https://doi.org/10.3390/f14040810>

- 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.
- VON WÜEHLISCH G. 1984. Propagation of Norway spruce cuttings free of topophysis and cyclophysis effects. *Silvae Genetica*, 33 (6): 215–219.
- Vyhláška č. 29/2004 Sb., kterou se provádí zákon č. 149/2003 Sb., o obchodu s reprodukčním materiálem lesních dřevin. *Sbírka zákonů Česká republika*, č. 9: 467–524 (ve znění pozdějších předpisů).
- Vyhláška č. 132/2018 Sb., o přípravných a pomocných prostředcích na ochranu rostlin. [2024-05-10] <<https://www.e-sbirka.cz/sb/2018/132/2023-07-01?zalozka=text>>
- Vyhláška č. 456/2021 Sb., o podrobnostech přenosu reprodukčního materiálu lesních dřevin, o evidenci o původu reprodukčního materiálu a podrobnostech o obnově lesních porostů a o zalesňování pozemků prohlášených za pozemky určené k plnění funkcí lesa. <<https://www.e-sbirka.cz/sb/2021/456?zalozka=text>>
- WALTER V. 1997. *Rozmnožování okrasných stromů a keřů*. Praha, Brázda: 310 s.
- 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). *Sbírka 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). *Sbírka zákonů Česká republika*, č. 76: 3946–3967 (ve znění pozdějších předpisů).
- Zákon č. 326/2004 Sb., o rostlinolékařské péči a o změně některých souvisejících zákonů. *Sbírka zákonů Česká republika*, č. 106: 6618–6664 (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.
- ZELTIŇŠ P., KANGUR A., KATREVIČS J., JANSONS Ā. 2022. Genetic parameters of diameter growth dynamics in Norway spruce clones. *Forests*, 13 (5): 679.

7.2 Seznam publikací, které předcházely metodice

- 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.
- 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.
- FRÝDL J., FULÍN M. 2024. Vědci zachraňují cenné ekotypy a populace smrku ztepilého. In: *Les aktuálně*. [2024-04-30] <<https://www.lesaktualne.cz/vedci-zachranuji-cenne-ekotypy-a-populace-smrku-ztepileho/#more-21184>>
- FRÝDL J., NOVOTNÝ P. 2018. K vegetativním způsobům množení při realizaci opatření na záchranu a zachování specifických forem smrku ztepilého: review. *Zprávy lesnického výzkumu*, 63 (4): 255–262.
- 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 pěstebního využití vegetativně udržovaných variant rezistentního krušnohorského smrku. Certifikovaná metodika. Strnady, VÚLHM: 42 s. *Lesnický průvodce* 7/2011.
- FRÝDL J., NOVOTNÝ P., MÁCHOVÁ P. 2021. Využití vegetativních variant rezistentního krušnohorského smrku při obnově lesa v Krušných horách. *Lesnická práce*, 100 (1): 51–53.
- FRÝDL J., NOVOTNÝ P., FULÍN M., MÁCHOVÁ P., PEXÍDR J., PEXÍDR M., PEXÍDR P. 2023. *Zachování genetických zdrojů rezistentních variant krušnohorského smrku ztepilého v kontextu realizace opatření ke zmírnění dopadů sucha a probíhajících změn prostředí*. Souhrnná výzkumná zpráva o dílčích výsledcích projektu TA ČR SS01020076 (2020–2022). Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti: 21 s., přílohy.
- FULÍN M., CAFOUREK J., CVRČKOVÁ H., MÁCHOVÁ P., NOVOTNÝ P., PEXÍDR J., VANČURA P., VÉBROVÁ D., SEMERÁD P. 2023. *Výzkum a ochrana genetické diversity cenných zbytkových populací smrku ztepilého v souvislosti s adaptací na zvýšenou extremitu klimatu*. Souhrnná výzkumná zpráva projektu TA ČR SS01020260 za období řešení 1. 5. – 31. 12. 2022. Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti: 38 s.
- HYNEK V., FRÝDL J. 1988. Šlechtitelská opatření k záchraně a reprodukci genofondu smrku ztepilého v Krušných horách. *Lesnická práce*, 67 (8): 350–356.
- IVANEK O., NOVOTNÝ P., FRÝDL J. 2010. Metodika zakládání semenných sadů 1,5. generace. Certifikovaná metodika. Strnady, VÚLHM: 29 s. *Lesnický průvodce* 7/2010.
- KAŇÁK J., FRÝDL J., NOVOTNÝ P., ČÁP J. 2008. Metodika zakládání semenných sadů. Recenzovaná metodika. Strnady, VÚLHM: 24 s. *Lesnický průvodce* 9/2008.
- PEXÍDR J., PEXÍDR M., FRÝDL J., NOVOTNÝ P., CAFOUREK J. 2018. Metodické postupy vegetativního množení starších donorových stromů smrku ztepilého řízkováním a roubováním. Certifikovaná metodika. *Lesnický průvodce*, 13: 39 s.
- ŠINDELÁŘ J., FRÝDL J. 2008. K problematice genetických změn v populacích lesních dřevin v důsledku narušování lesů škodlivými vlivy prostředí. *Zprávy lesnického výzkumu*, 53 (2): 116–119.

UPDATED METHODOLOGICAL PROCEDURES FOR VEGETATIVE PROPAGATION OF NORWAY SPRUCE FOR THE PURPOSES OF RECONSTRUCTION OF OLDER SEED ORCHARDS AND CLONAL ARCHIVES

Summary

The development of methods for the vegetative propagation of older spruce donor trees (*Picea abies* (L.) H. Karst.) by cutting and grafting required refining the existing methods to enable the use of material from older source trees. The optimization of propagation methods aimed to make plant material from older spruces more successful by using suitable stimulators and evaluating the growth of cuttings and grafts. The first version of the methodology (PEXÍDR et al. 2018) was created as part of the research project of the Ministry of Agriculture CR No. QJ1520300 „*The utilization of vegetative variants of resistant Ore Mountains Norway spruce in forest regeneration in the Ore Mountains*” (2015–2018). Subsequently, the procedures were further tested and optimized as part of the follow-up research project TA CR No. SS01020076 „*Preservation of genetic resources of Ore Mountains resistant Norway spruce variants in the context of implementing measures to mitigate drought effects and ongoing environmental changes*” (2020–2024). Based on the new knowledge, an updated version of the methodology was prepared, primarily for the rejuvenation of older seed orchards and clone archives of Norway spruce, which represent unique sets of economically and otherwise valuable genotypes of this important native tree species.

The subject of the presented methodology is also aimed at the actualization of autovegetative methods of Norway spruce propagation, collecting of cuttings from older source donor individuals to produce vegetatively propagated variants as a source of planting material. This need for a reviewed methodology is linked to previous experiences of the difficulty of growing of cuttings originating from older donor trees of spruce.

The relative resistance of certain Norway spruce trees, which had survived in areas damaged by sulphur oxide pollution, became the basis for breeding programs aimed at restoring a portion of the Ore Mountains ecotype of Norway spruce. Implementing such rescue programs requires using established vegetative propagation technology for surviving Norway spruce individuals and their *ex situ* conserved clonal variants. The outcome of these programs involves establishing mixtures of clones and seed orchards, both *in situ* and *ex situ*, intended for the production of vegetative and

generative reproduction material from selected resistant genotypes. This material is suitable for reintroducing mixtures of these trees to forest stands in the former pollution-affected areas, such as e.g. the Ore Mountains.

The ongoing research results confirm the potential for the use of resistant clones, which could establish newly formed forest stands in challenging mountain conditions. Previous breeding programs focused on preserving a sub-population of Ore Mountains spruce based on the relative resistance of some trees that had survived in damaged areas. Implementing such rescue programs requires using proven technology for the vegetative propagation of surviving spruce individuals or their preserved clonal variants to establish mixtures of clones and seed orchards, both at *in situ* and *ex situ* (as reserve) conditions. These sources of both vegetative and generative reproduction material will be used for reintroducing these valuable spruce ecotypes back to the localities of their origin.

In this context, it should be noted that all proposed methods must comply with relevant legislation. (Act No. 289/1995 Coll., Act No. 149/2003 Coll., Decree No. 456/2021 Coll., Decree No. 29/2004 Coll.).

8 FOTOGRAFICKÁ PŘÍLOHA



Obr. 1:

Klonový archiv krušnohorského smrku na lokalitě Cukrák (J. Frýdl, 8. 9. 2020)



Obr. 2:
Odběry řízků a roubů klonů krušňohorského smrku na lokalitě Cukrák (J. Frydl, 23. 3. 2017)



Obr. 3:
Přeprava odebraných řízků a roubů klonů krušňohorského smrku (P. Pexidr, 23. 3. 2017)



Obr. 4:
Řízkování do připraveného substrátu (M. Pexídr, 23. 1. 2021)



Obr. 5
Směs klonů (matečnice) rezistentního krušnohorského smrku *ex situ* na lokalitě Hájov-
na 5 školky PEXÍDR, s. r. o. (J. Pexídr, 14. 1. 2021)



Obr. 6:
Směs klonů (matečnice) rezistentního krušnohorského smrku *ex situ* na lokalitě Há-
jovna 5 školky PEXÍDR, s. r. o. (J. Frýdl, 31. 8. 2021)



Obr. 7:
Vitální sekundární řízkovanci rezistentního krušnohorského smrku ve školce
PEXÍDR, s. r. o. (M. Fulín, 16. 11. 2022)



Obr. 8:

Vitální sekundární řízkovanci rezistentního krušnohorského smrku ve školce PEXÍDR, s. r. o. (M. Fulín, 16. 11. 2022)



Obr. 9:

Vitální sekundární řízkovanci rezistentního krušnohorského smrku ve školce PEXÍDR, s. r. o. (M. Fulín, 16. 11. 2022)



Obr. 10:

Vitální sekundární řízkovanci rezistentního krušnohorského smrku ve školce PEXÍDR, s. r. o. (M. Pexídr, 22. 5. 2024)



Obr. 11:

Roubovanci rezistentního krušnohorského smrku ve školce PEXÍDR, s. r. o. (M. Fulín, 16. 11. 2022)



Obr. 12:

Primární řízkovanci rezistentního krušnohorského smrku ve školce PEXÍDR, s. r. o. (M. Pexídr, 24. 5. 2015)



Obr. 13:

Plodící roubovanec v semenném sadu rezistentního krušnohorského smrku na lokalitě *ex situ* pod správou Městských lesů Chomutov (R. Vernar, 23. 2. 2024)



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

www.vulhm.cz

LESNICKÝ PRŮVODCE 1/2024